

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ

Далибор Р. Пешић

**РАЗВОЈ И УНАПРЕЂЕЊЕ МЕТОДА ЗА  
МЕРЕЊЕ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ  
САОБРАЋАЈА НА ПОДРУЧЈУ**

докторска дисертација

Београд, 2012

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC  
ENGINEERING

Dalibor R. Pešić

**DEVELOPING AND IMPROVING THE  
METHOD FOR MEASURING THE LEVEL  
OF TRAFFIC SAFETY AT THE  
TERRITORY**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2012

## **МЕНТОР**

Редовни професор др Милан ВУЈАНИЋ,  
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

## **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

Редовни професор др Милан ВУЈАНИЋ,  
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

Ванредни професор др Крсто ЛИПОВАЦ,  
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

Ванредни професор др Драган ЈОВАНОВИЋ,  
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

датум одбране: \_\_\_\_\_

## ИЗЈАВЕ ЗАХВАЛНОСТИ

Овом приликом желим да изјавим захвалност многима који су помогли достизању једног од мојих животних циљева.

Прво, желим да се захвалим мом драгом професору и ментору проф. др Милану Вујанићу, на сталној подршци, охрабрењима и веома корисним сугестијама током израде ове докторске дисертације. Била ми је част и привилегија да будете мој ментор, а осим научног усавршавања од Вас сам чуо и научио много корисних животних прича. Хвала Вам на свему!

Даље, желим да се захвалим и осталим члановима Комисије за оцену и одбрану, који су уједно били и Комисија за оцену подобности кандидата и теме, проф. др Крсти Липовцу и проф. др Драгану Јовановићу на корисним саветима и сугестијама, које су омогућиле да ова докторска дисертација буде још богатија и квалитетнија.

Такође, желим да се захвалим својим колегама са Катедре за безбедност саобраћаја Саобраћајног факултета у Београду, који су ми пружали подршку током израде ове докторске дисертације. Посебну захвалност дугујем мојој драгој колегиници Гордани Марјановић, техничком уреднику издавачке делатности Саобраћајног факултета, која је својим трудом успела да ова докторска дисертација буде лепа и на око.

Желим да се захвалим и свим осталим својим колегама, пријатељима и родбини који су ми пружали подршку на било који начин. Посебно желим да се захвалим мојим родитељима.

На крају, али најважније, желим да се захвалим мојој вољеној супрузи Андријани, на охрабрењу и безрезервној подршци, што је веровала у мене и била кључ мог успеха и нашој драгој деци Марији и Вуку, јер су имали, између осталог, неизмерног стрпљења и одрицања и којима посвећујем ову докторску дисертацију.

У Београду, 2012.

Далибор Пешић

## **РАЗВОЈ И УНАПРЕЂЕЊЕ МЕТОДА ЗА МЕРЕЊЕ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА НА ПОДРУЧЈУ**

**Резиме:** 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, чиме се ствара могућност за достизање постављених циљева. За прецизно дефинисање постојећег стања неопходна су одговарајућа мерења, па се слична аналогија може применити и у области безбедности саобраћаја. На глобалном нивоу још увек није усаглашена и установљена процедура мерења и оцењивања стања у безбедности саобраћаја, између осталог и због тога што је безбедност саобраћаја комплексна област и што на безбедност саобраћаја утичу многи фактори, који су међусобно најчешће у јакој корелацији. Дакле, у безбедности саобраћаја још увек није успостављен прецизан и међународно признат и усвојен "топломер", који би указао на небезбедност или безбедност и који би указао на кључне области деловања у безбедности саобраћаја. У досадашњој пракси мерења и оцењивања нивоа безбедности саобраћаја користе се најчешће подаци о саобраћајним незгодама и последицама саобраћајних незгода. Овакав, тзв. традиционални приступ мерења и оцењивања нивоа безбедности саобраћаја је реактивни приступ, где се на основу излазних резултата оцењује стање. Међутим, тенденција у данашњем, савременом приступу је тзв. проактивно, односно превентивно деловање, које подразумева да се оцени стање у безбедности саобраћаја без познавања података о броју и последицама саобраћајних незгода, али и да се оцени стање у безбедности саобраћаја и пре догађања прве саобраћајне незгоде. Овакав приступ је широко прихваћен у последње време у безбедности саобраћаја представља и тзв. "хумани приступ" унапређења безбедности саобраћаја.

У последње време један велики број истраживања у безбедности саобраћаја управо из претходно наведених разлога, покушава да нађе метод, односно модел, по коме би се безбедност саобраћаја могла оценити тако да, осим утврђивања тренутног стања, има могућност: утврђивања успостављеног тренда у безбедности саобраћаја, поређења са другим подручјима (региони, земље, градови, општине итд.), дефинисање кључних области деловања у безбедности саобраћаја, вредновање ефеката примењених мера итд. Због претходно наведеног за мерење и оцењивање нивоа безбедности саобраћаја, осим тзв. директних показатеља безбедности саобраћаја (саобраћајне незгоде и последице саобраћајних незгода) неопходно је укључити и тзв. индиректне показатеље, који на неки други, индиректан начин имају могућност дефинисања стања у безбедности саобраћаја. Предмет ове докторске дисертације представља управо мерење и оцена нивоа безбедности саобраћаја на подручју, а на основу показатеља безбедности саобраћаја, а посебно дефинисање поступака које је неопходно спровести, почев од одабира показатеља до поступака агрегације претходно одабраних показатеља у једну нумеричку вредност, која ће представљати оцену нивоа безбедности саобраћаја. Научни циљ истраживања ове докторске дисертације представља развој и унапређење постојећих модела за мерење и оцену нивоа безбедности саобраћаја на одређеном подручју (држава, град, регион, локална заједница), као и дефинисање показатеља безбедности саобраћаја, који су неопходни за мерење и оцењивање нивоа безбедности саобраћаја. Докторска дисертација заступа основну хипотезу да се правилним избором и обједињавањем показатеља безбедности саобраћаја може дефинисати и оценити ниво безбедности саобраћаја на неком подручју (држава, регион, град, итд.), а потом и међусобно поредити подручја по нивоу безбедности саобраћаја. Имајући то у виду, могуће је дати смернице, предлоге мера и утврдити поља деловања ка унапређењу безбедности саобраћаја. Вредност нивоа безбедности саобраћаја на подручју зависи од одабира показатеља и даљих поступака за добијање оцене нивоа безбедности саобраћаја (нормализација вредности показатеља и додељивање тежинских коефицијената показатељима). Значајан утицај на оцену и мерење нивоа безбедности саобраћаја има и расположивост показатеља.

Одабир показатеља безбедности саобраћаја и додељивање тежинских фактора тим показатељима дефинише и стратегију управљања безбедношћу саобраћаја на том подручју. Имајући претходно у виду, у докторској дисертацији је истакнут проблем мерења и оцењивања нивоа безбедности саобраћаја, место и улога мерења и оцењивања у систему управљања безбедношћу саобраћаја и предложен је нови модел за оцену нивоа безбедности саобраћаја на подручју. Посебно је наглашена могућност и потреба тзв. "независног оцењивања" нивоа безбедности саобраћаја, које подразумева апсолутно мерење нивоа безбедности саобраћаја, а што није било могуће досадашњим моделима за оцену нивоа безбедности саобраћаја и што је дефинисано новим, предложеним моделом. Нови модел је дефинисао критеријуме и поступке за: одабир релевантних показатеља, додељивање тежинских коефицијената и агрегацију показатеља, а у зависности од успостављених законитости између вредности показатеља и последица саобраћајних незгода. Узимајући у обзир резултате ове докторске дисертације, показано је да је у оцену нивоа безбедности саобраћаја неопходно укључити три директна (јавни, саобраћајни и динамички саобраћајни ризик) и три индиректна (употреба појасева, прекорачење брзине, возња под утицајем алкохола) показатеља и предложен је начин дефинисања и уочавања кључних области деловања у безбедности саобраћаја. Имајући у виду основну намену, као и предности предложеног новог модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја, исти може служити као алат управљачима, односно доносиоцима одлука у безбедности саобраћаја у усмеравању активности, тако и у алоцирању средстава за унапређење безбедности саобраћаја.

**Кључне речи:** Безбедност саобраћаја, Показатељи безбедности саобраћаја, Ниво безбедности саобраћаја, Мерење и оцена нивоа безбедности саобраћаја, Подручје

**Научна област:** Безбедност саобраћаја

**Ужа научна област:** Превентива и безбедност у саобраћају

**УДК:** 656.1:614.8(043.3)

## **DEVELOPING AND IMPROVING THE METHOD FOR MEASURING THE LEVEL OF TRAFFIC SAFETY AT THE TERRITORY**

**Abstract:** The problem of traffic safety at the global level is a major problem faced by all countries of the world, from developed, to underdeveloped countries. The key to success in every field, including the improving of traffic safety is reflected primarily in the successful and precise definition of the current situation, which creates the possibility of achieving the set of goals. For a precise definition of the current situation it is required appropriate measurements, and a similar analogy can be applied in the field of traffic safety. At the global level has not yet been agreed and established procedures for measuring and assessing the situation in road safety, among other things, because road safety is a complex area and affected by many factors, which are usually mutually highly correlated. So, it has not been established and precise internationally recognized and adopted "thermometer" in the field of traffic safety, which would indicate unsafety or safety and that would indicate the key areas of activity in road safety. In the current practice of measuring and evaluating of traffic safety level it is commonly used data on road accidents and the consequences of accidents. This, so-called traditional approach to measuring and assessing traffic safety level is reactive approach, which is based on the output assessing. However, the tendency in today's modern approach is so-called proactive and preventive action, which means to assess the state of traffic safety without knowledge of the number and consequences of accidents, but also to assess the state of the traffic safety before the events of the first accident. This approach is widely adopted in recent times in traffic safety and is also called "humane approach" to improving road safety.



Recently, a numerous researches in the field of traffic safety, because of reasons stated above, trying to find a method or a model, according to which the traffic safety could be evaluated so that in addition to determining the current state, has the ability to: establish a trend established in traffic safety, make comparisons with other entities (regions, countries, cities, municipalities, etc.), define key areas of work in traffic safety, evaluate the effects of the implemented measures etc. Due to the above mentioned measurement and evaluation of traffic safety level, except using the so-called direct indicators of traffic safety (accident and the consequences of accidents), it is necessary to include the so-called indirect indicators, which in some other indirect way may define the situation in road safety. The subject of this doctoral dissertation is the measurement and assessment of the level of traffic safety in the area, based on indicators of road safety, especially the definition of procedures that need to be implemented, starting with the selection of indicators till aggregation procedures on previously selected indicators into a single numerical value that will be the evaluation of safety level. Scientific research goal of this dissertation is the development and improvement of existing models for the measurement and evaluation of road safety level in a particular area (country, city, region, municipality), and the selection road safety indicators, which are necessary for the measurement and assessment of road safety level. Doctoral dissertation represents the hypothesis that with a proper selection and aggregation of indicators can be defined and assessed the traffic safety level in an area (country, region, city, etc.), and then compared with each other. It is possible to give guidelines, propose measures and identify fields of action to improve road safety. The value of the traffic safety level in the area depends on the selection of indicators and procedures for obtaining evaluation of traffic safety level (normalization values of parameters and assigning weights). Significant impact on the measurement and on evaluation of traffic safety level has availability of indicators.

Selection of road safety indicators and assigning weights to them define the strategy and management of road safety in the area. Bearing in mind the above, in this doctoral dissertation the problem of measuring and assessing the traffic safety level is pointed out, also the place and role of measurement and evaluation in the traffic safety management system and a new model for assessing the traffic safety level in the area was proposed. Especially the possibility and necessity of so-called "independent assessment" of traffic safety level is highlighted, that means the absolute measuring of the traffic safety level. This was not possible by using existing model for assessing the traffic safety level and this is defined in the new, proposed model. In the new model criteria and procedures in the selection of relevant indicators, assigning weights and aggregation of indicators, according to the correlations established between the values of indicators and the consequences of accidents was proposed. Taking into account the results of this dissertation, it is shown that in the assessment of traffic safety level it is necessary to include three direct (public, traffic and dynamic traffic risk) and three indirect (use of seat belts, speeding, driving under the influence of alcohol) indicators and method for defining and identifying key areas of operation in traffic safety was also proposed. Bearing in mind the basic purpose and benefits of the proposed new model for assessing the traffic safety level, the model could serve as a tool for decision makers, managers and policy makers in directing the activities and in the allocation of funds for improving road safety.

**Key words:** Traffic Safety, Road Safety Indicators, Traffic Safety Level, Measuring and Assessing Road Safety, Territory

**Scientific field:** Traffic Safety

**Field of Academic Expertise:** Preventive and Traffic Safety

**UDC:** 656.1:614.8(043.3)

# САДРЖАЈ

ЛИСТА СЛИКА И ГРАФИКА .....	VI
ЛИСТА ТАБЕЛА .....	IX
ЛИСТА АКРОНИМА И КОРИШЋЕНИХ СКРАЋЕНИЦА .....	XIV
<b>1. У В О Д .....</b>	<b>1</b>
1.1. ПРЕДМЕТ И НАУЧНИ ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА .....	7
1.2. ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ.....	7
1.3. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА И ОСНОВНА ОГРАНИЧЕЊА ИСТРАЖИВАЊА .....	7
1.4. ПРИКАЗ САДРЖАЈА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ .....	8
<b>2. МЕРЕЊА У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА.....</b>	<b>11</b>
2.1. ПРОБЛЕМ МЕРЕЊА У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ....	12
2.2. ВРСТЕ, НАЧИНИ И РАЗЛОЗИ МЕРЕЊА У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	16
2.3. ПОКАЗАТЕЉИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	21
2.3.1. АПСОЛУТНИ И РЕЛАТИВНИ ПОКАЗАТЕЉИ .....	21
2.3.2. ДИРЕКТНИ И ИНДИРЕКТНИ ПОКАЗАТЕЉИ.....	23
2.4. НАЈЧЕШЋЕ КОРИШЋЕНИ ПОКАЗАТЕЉИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	27
2.5. ИНДИКАТОРИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	33

<b>3.</b>	<b>МЕРЕЊЕ И ОЦЕНА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА.....</b>	<b>37</b>
3.1.	ОСНОВНА ПОСТАВКА ПРОБЛЕМА МЕРЕЊА И ОЦЕЊИВАЊА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ....	37
3.2.	ПОСТОЈЕЋИ МОДЕЛИ ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	42
3.2.1.	ОЦЕНА ПРОМЕНЕ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ЗА ВОЗИЛА И ПЕШАКЕ.....	42
3.2.2.	ОЦЕНА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА КОД ПРЕСЕЦАЊА (УКРШТАЊА) ТОКОВА .....	43
3.2.3.	"ИНДЕКС ОПАСНОСТИ" .....	44
3.2.4.	БАЗНИ И ЛАНЧАНИ ИНДЕКС .....	45
3.2.5.	МАПИРАЊЕ РИЗИКА .....	48
3.2.6.	ИНТЕГРИСАНИ МОДЕЛ ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ ПЕШАКА НА МИКРОЛОКАЦИЈИ.....	51
3.2.7.	TRAFFIC SAFETY LEVEL (TSL) .....	55
3.2.8.	ROAD SAFETY (ROSA) ИНДЕКС .....	56
3.2.9.	ROAD SAFETY DEVELOPMENT INDEX (RSDI).....	58
3.2.10.	ROAD SAFETY INDEX (RSI) .....	59
3.2.11.	COMPOSITE ROAD SAFETY INDICATOR (CRSI).....	61
3.2.12.	ROAD SAFETY COMPOSITE INDEX (RSCI) .....	62
3.2.13.	ПРЕГЛЕД ОСНОВНИХ КАРАКТЕРИСТИКА ОДАБРАНИХ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	63
<b>4.</b>	<b>АНАЛИЗА И ДИСКУСИЈА МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....</b>	<b>65</b>
4.1.	TSL И ROSA – НУМЕРИЧКИ ПРИМЕР.....	67
4.1.1.	ПРОВЕРА ОСЕТЉИВОСТИ ПРИМЕНЕ TSL И ROSA МОДЕЛА .....	69
4.1.2.	ПОРЕЂЕЊЕ TSL И ROSA МОДЕЛА .....	74
4.2.	АНАЛИЗА ДРУГИХ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	76
4.3.	СИНТЕЗА РЕЗУЛТАТА АНАЛИЗА МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	79
4.4.	ПРЕДЛОГ НОВОГ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	82
4.5.	НОВИ МОДЕЛ ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА – ОНБС.....	84
<b>5.</b>	<b>ОДАБИР РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА.....</b>	<b>87</b>
5.1.	КВАНТИТАТИВНИ И КВАЛИТАТИВНИ ПОКАЗАТЕЉИ....	87
5.2.	КРИТЕРИЈУМИ ЗА ОДАБИР ПОКАЗАТЕЉА.....	88
5.3.	ПОСТУПАК ОДАБИРА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА ....	93

5.3.1.	АЛГОРИТАМ ЗА ОДАБИР РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА ....	94
5.3.2.	ШИРА ЛИСТА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА .....	96
5.3.2.1.	Одабир релевантних показатеља у ширу листу – пример показатељ "саобраћајни прекршаји" .....	100
5.3.2.2.	Систематизација могућих релевантних показатеља у ширу листу.....	104
5.3.3.	УЖА ЛИСТА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА.....	105
5.3.3.1.	Показатељ "саобраћајни прекршаји" .....	108
5.3.3.2.	Показатељ "% употребе сигурносних појасева" ..	111
5.3.3.3.	Показатељи "јавни ризик", "саобраћајни ризик" и "динамички саобраћајни ризик" .....	118
5.3.3.4.	Показатељ "% возача под утицајем алкохола"....	119
5.3.3.5.	Показатељ "% возача који не поштују ограничење брзине" .....	123
5.3.3.6.	Показатељ "% употребе дневних светала" .....	127
5.3.3.7.	Показатељ "% употребе мобилног телефона у вожњи" .....	129
5.3.3.8.	Показатељ "% употребе заштитних кацига" .....	132
5.3.3.9.	Показатељ "старост возног парка" .....	133
5.3.3.10.	Показатељ "време одзива хитне помоћи" .....	137
5.3.3.11.	Систематизација могућих релевантних показатеља у ужу листу .....	139
5.3.4.	КОНАЧНА ЛИСТА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА .....	140
5.3.4.1.	Одабир релевантних показатеља - нумерички пример .....	142
5.3.4.2.	Систематизација могућих релевантних показатеља у коначну листу .....	146
5.4.	НАЧИНИ МЕРЕЊА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА.....	147
5.4.1.	МЕРЕЊЕ ЈАВНОГ, САОБРАЋАЈНОГ И ДИНАМИЧКОГ САОБРАЋАЈНОГ РИЗИКА .....	147
5.4.1.1.	Подаци о броју погинулих лица .....	148
5.4.1.2.	Подаци о броју становника .....	149
5.4.1.3.	Подаци о броју моторних возила .....	150
5.4.1.4.	Подаци о броју пређених километара .....	150
5.4.2.	МЕРЕЊЕ ПРОЦЕНТА УПОТРЕБЕ СИГУРНОСНИХ ПОЈАСЕВА.....	155
5.4.3.	МЕРЕЊЕ ПРОЦЕНТА ПРЕКОРАЧЕЊА ОГРАНИЧЕЊА БРЗИНЕ .....	160
5.4.4.	МЕРЕЊЕ ПРОЦЕНТА ВОЗАЧА ПОД УТИЦАЈЕМ АЛКОХОЛА .....	163
5.5.	ДОДАТНЕ НАПОМЕНЕ У ВЕЗИ ОДАБИРА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА .....	165
5.5.1.	КАКО ТРЕБА ДА ИЗГЛЕДАЈУ РЕЛЕВАНТНИ ПОКАЗАТЕЉИ?.....	166
5.5.2.	КАКО БИРАТИ ПОКАЗАТЕЉЕ ЗА РАЗЛИЧИТА ПОДРУЧЈА?.....	167
5.5.3.	ШТА СА ПОДАЦИМА КОЈИ НЕДОСТАЈУ?.....	170
5.5.4.	ДА ЛИ У БУДУЋНОСТИ УКЉУЧИТИ ЈОШ ПОКАЗАТЕЉА?.....	173

<b>6.</b>	<b>НОРМАЛИЗАЦИЈА ПОДАТАКА .....</b>	<b>174</b>
6.1.	ТЕХНИКЕ НОРМАЛИЗАЦИЈЕ ПОДАТАКА .....	175
6.1.1.	ОДСТОЈАЊЕ ОД МИНИМАЛНЕ, ОДНОСНО МАКСИМАЛНЕ ВРЕДНОСТИ .....	176
6.1.2.	ОДСТОЈАЊЕ ОД СРЕДЊЕ ВРЕДНОСТИ .....	178
6.1.3.	СТАНДАРДИЗАЦИЈА .....	180
6.1.4.	ИНВЕРЗНА ТРАНСФОРМАЦИЈА .....	181
6.1.5.	"НЕНОРМАЛИЗОВАНА" ТРАНСФОРМАЦИЈА .....	182
6.1.6.	ЗАВИСНОСТ НОРМАЛИЗОВАНИХ ВРЕДНОСТИ ПОКАЗАТЕЉА И ПОСЛЕДИЦА НЕЗГОДА .....	184
6.2.	НОРМАЛИЗАЦИЈА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА .....	185
<b>7.</b>	<b>ДОДЕЉИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА....</b>	<b>188</b>
7.1.	ПРЕГЛЕД ОДАБРАНИХ ТЕХНИКА ЗА ДОДЕЉИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА ...	189
7.1.1.	ФАКТОРСКА АНАЛИЗА – АНАЛИЗА КЉУЧНИХ КОМПОНЕНТИ – РСА .....	189
7.1.2.	АНАЛИЗА УПОРЕДНИХ ПЕРФОРМАНСИ – ДЕА .....	190
7.1.3.	АНАЛИТИЧКИ ХИЈЕРАРХИЈСКИ ПРОЦЕС – АНР .....	191
7.1.4.	РАСПОДЕЛА БУЏЕТА – ВА .....	194
7.1.5.	ЈЕДНАКО ФАКТОРИСАЊЕ – ЕВ .....	195
7.2.	ОДАБИР И ТЕСТИРАЊЕ МЕТОДА ЗА ДОДЕЉИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА .....	196
7.2.1.	КРИТЕРИЈУМИ ЗА ОДАБИР МЕТОДА ЗА ДОДЕЉИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА .....	196
7.2.2.	ТЕСТИРАЊЕ И ОДАБИР МЕТОДЕ ЗА ДОДЕЉИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА .....	198
7.2.2.1.	Тестирање АНР метода .....	198
7.2.2.2.	Тестирање ВА метода .....	200
7.2.2.3.	Упоредна анализа и одабир методе за додељивање тежинских коефицијената .....	200
<b>8.</b>	<b>АГРЕГАЦИЈА ПОКАЗАТЕЉА И ОЦЕНА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА.....</b>	<b>202</b>
8.1.	ТЕХНИКЕ АГРЕГАЦИЈЕ ПОДАТАКА .....	202
8.1.1.	ЛИНЕАРНА И ГЕОМЕТРИЈСКА АГРЕГАЦИЈА .....	203
8.2.	ОДАБИР ОДГОВАРАЈУЋЕ ТЕХНИКЕ АГРЕГАЦИЈЕ .....	206
8.2.1.	КРИТЕРИЈУМИ ЗА ОДАБИР ТЕХНИКЕ АГРЕГАЦИЈЕ .....	206
8.2.2.	ТЕСТИРАЊЕ ОДАБРАНЕ ТЕХНИКЕ АГРЕГАЦИЈЕ .....	207
8.3.	ОЦЕНА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	210

<b>9.</b>	<b>ПРИМЕНА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....</b>	<b>213</b>
9.1.	ПРИМЕНА МОДЕЛА ЗА ОДАБРАНЕ ЗЕМЉЕ .....	214
9.1.1.	ОЦЕНА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ЗА ОДАБРАНЕ ЗЕМЉЕ И МЕЂУСОБНО ПОРЕЂЕЊЕ .....	214
9.1.2.	ПРАЋЕЊЕ ТРЕНДА ОЦЕНЕ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ЗА ОДАБРАНЕ ЗЕМЉЕ .....	217
9.1.3.	ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНЕ МОДЕЛА ЗА ОДАБРАНЕ ЗЕМЉЕ .....	220
9.2.	ПРИМЕНА МОДЕЛА ЗА ОДАБРАНЕ ГРАДОВЕ .....	221
9.2.1.	ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА ЗА ОДАБРАНЕ ГРАДОВЕ .....	222
9.2.2.	УПОРЕДНА АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНЕ ОНБС, TSL И ROSA МОДЕЛА.....	224
9.2.3.	ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНЕ МОДЕЛА ЗА ОДАБРАНЕ ГРАДОВЕ.....	225
<b>10.</b>	<b>АНАЛИЗА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА .....</b>	<b>228</b>
10.1.	АНАЛИЗА УСЛОВА И ОГРАНИЧЕЊА ПРИМЕНЕ ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА.....	231
10.2.	АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ ОЦЕЊИВАЊА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ПРЕДЛОЖЕНИМ МОДЕЛОМ .....	236
10.3.	УПОРЕДНА АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНЕ ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА И ИЗВЕШТАЈА О БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА .....	238
10.4.	SWOT АНАЛИЗА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА.....	243
<b>11.</b>	<b>ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПРАВЦИ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА.....</b>	<b>245</b>
	ЛИТЕРАТУРА .....	259
	БИОГРАФИЈА АУТОРА .....	273

## ЛИСТА СЛИКА И ГРАФИКА

Слика бр. 2.1	Мерење у систему стратешког планирања и управљања безбедношћу саобраћаја (Kölbl et al, 2008).....	19
Слика бр. 2.2	Однос постојећег стања, управљачких мера и жељеног стања.....	19
Слика бр. 2.3	Подела показатеља.....	22
Слика бр. 2.4	Подела показатеља.....	24
Слика бр. 2.5	Директни и индиректни показатељи безбедности саобраћаја (Al-Hajj, 2007).....	27
Слика бр. 2.6	Дефинисање проблема безбедности саобраћаја (Rumar, 1999).....	28
Слика бр. 2.7	Елементи система управљања безбедношћу саобраћаја (ETSC, 2001).....	29
Слика бр. 2.8	Елементи система управљања безбедношћу саобраћаја (Koonstra и др., 2002; LTSA, 2000).....	30
Слика бр. 2.9	Саобраћајни ризик земаља чланица IRTAD-а (OECD/ITF, 2012).....	31
Слика бр. 2.10	Јавни ризик земаља чланица IRTAD-а (OECD/ITF, 2012).....	31
Слика бр. 2.11	Динамички саобраћајни ризик земаља чланица IRTAD-а (OECD/ITF, 2012).....	32
Слика бр. 2.12	Јавни и саобраћајни ризик у Србији у периоду 1980-2007 године (Јовановић и др, 2009).....	32
Слика бр. 2.13	Систем управљања безбедношћу саобраћаја и његово праћење (Nakkert et al, 2007).....	34
Слика бр. 2.14	Место индикатора у систему унапређења безбедности саобраћаја (Пешић и Антић, 2012).....	34
График бр. 3.1	Промене броја саобраћајних незгода са настрадалим лицима, 2007/1991, државе Европске Уније (Јовановић и др, 2011).....	46
График бр. 3.2	Промене броја погинулих у саобраћајним незгодама, државе Европске уније, 2009/1991. и Србија 2010/1992. (Јовановић и др, 2011). ....	47
График бр. 3.3	Ланчани индекс броја погинулих у саобраћајним незгодама, Естонија, Немачка и Србија, 1991-2009. ....	48



Слика бр. 3.1	Дистрибуција саобраћајног (лево) и јавног (десно) ризика израчунатог на основу пондерисаног броја последица саобраћајних незгода за општине у Републици Србији за период 2006-2008 године (Kukić et al, 2013).....	50
Слика бр. 3.2	Коначна оцена и ранг опасних места за пешаке .....	54
Слика бр. 4.1	Модел оцене нивоа безбедности саобраћаја (ОНБС) на подручју .....	86
Слика бр. 5.1	Алгоритам одабира релевантних показатеља .....	95
Слика бр. 5.2	Фактори безбедности саобраћаја као узроци саобраћајних незгода (PIARC, 2003) .....	97
Слика бр. 5.3	Структура података у бази саобраћајних прекршаја .....	101
Слика бр. 5.4	Алгоритам процеса одабира релевантних података из базе саобраћајних прекршаја .....	102
График бр. 5.1	Зависност укупног броја саобраћајних прекршаја и укупног броја саобраћајних незгода.....	110
График бр. 5.2	Зависност укупног броја саобраћајних прекршаја и саобраћајних незгода са настрадалим лицима .....	110
График бр. 5.3	Зависност укупног броја саобраћајних прекршаја и саобраћајних незгода само са материјалном штетом .....	110
График бр. 5.4	Зависност укупног броја саобраћајних прекршаја и броја смртно настрадалих лица .....	110
График бр. 5.5	Линеарна зависност "броја погинулих" и "% употребе сигурносних појасева" за Аустрију.....	114
График бр. 5.6	Линеарна зависност "броја погинулих" и "% употребе сигурносних појасева" за Србију.....	117
Слика бр. 5.5	Ризик настанка саобраћајне незгоде у односу на концентрацију алкохола у крви (WHO, 2007) .....	119
График бр. 5.7	Линеарна зависност "јавног ризика" и "% возача под утицајем алкохола" .....	123
Слика бр. 5.6	Вероватноћа смртног страдања пешака од сударне брзине (извор: OECD/ЕСМТ, 2006) .....	124
График бр. 5.8	Линеарна зависност показатеља "процент прекорачења брзине" ван насеља и "броја погинулих лица" за Француску ...	126
График бр. 5.9	Линеарна регресија коригованог показатеља "% употребе мобилних телефона" и показатеља "број погинулих лица" .....	131
График бр. 5.10	Линеарна регресија показатеља "просечна старост возног парка" и "број погинулих лица" .....	135
График бр. 5.11	Линеарна регресија показатеља "време одзива хитне помоћи" и "број погинулих лица" .....	138
График бр. 5.12	Вредности обједињеног ранга показатеља .....	145
График бр. 5.13	Линеарна регресија броја погинулих и тешко повређених лица и броја погинулих и лако повређених лица..	169
Слика бр. 7.1	Принцип функционисања DEA технике.....	191
График бр. 7.1	Линеарна регресија тежинских коефицијената добијених АНР и ВА методама .....	201

График бр. 8.1	Графички приказ оцене нивоа безбедности саобраћаја, пример Шведска .....	211
График бр. 9.1	Спајдер график за Аустрију.....	216
График бр. 9.2	Спајдер график за Француску .....	216
График бр. 9.3	Спајдер график за Ирску.....	216
График бр. 9.4	Спајдер график за Пољску.....	216
График бр. 9.5	Спајдер график за Словенију .....	216
График бр. 9.6	Спајдер график за Шведску .....	216
График бр. 9.7	Спајдер график за Велику Британију.....	217
График бр. 9.8	Спајдер график за Србију.....	217
График бр. 9.9	Тренд оцене нивоа безбедности саобраћаја за Шведску и Србију .....	218
График бр. 9.10	Спајдер график тренда оцене нивоа безбедности саобраћаја за Шведску .....	219
График бр. 9.11	Спајдер график тренда оцене нивоа безбедности саобраћаја за Србију .....	219
График бр. 9.12	Спајдер график за Љубљану .....	223
График бр. 9.13	Спајдер график за Подгорицу .....	223
График бр. 9.14	Спајдер график за Београд .....	223
График бр. 9.15	Спајдер график за Скопље .....	223
График бр. 9.16	Спајдер график за Загреб.....	223
График бр. 9.17	Спајдер график за Сарајево .....	223
График бр. 10.1	Оцена нивоа безбедности саобраћаја за одабране земље .....	239
График бр. 10.2	Јавни ризик у земљама чланицама IRTAD-а (OECD/ITF, 2009) .....	241
График бр. 10.3	Саобраћајни ризик у земљама чланицама IRTAD-а (OECD/ITF, 2009) .....	241
График бр. 10.4	Динамички саобраћајни ризик у земљама чланицама IRTAD-а (OECD/ITF, 2009) .....	242

## ЛИСТА ТАБЕЛА

Табела бр. 2.1	IRTAD корективни фактори (OECD/BASt, 1998).....	15
Табела бр. 2.2	Пример апсолутних показатеља (OECD/ITF, 2010) .....	23
Табела бр. 2.3	Пример релативних показатеља (OECD/ITF, 2010).....	23
Табела бр. 2.4	Пример директних показатеља – смртност у саобраћајним незгодама за Аустрију за 2008. годину (извор: OECD/ITF, 2010).....	24
Табела бр. 2.5	Пример индиректних показатеља – проценат употребе сигурносних појасева за Аустрију за 2008. годину (извор: OECD/ITF, 2010).....	26
Табела бр. 3.1	Коначна оцена и обједињени ранг опасних места .....	54
Табела бр. 3.2	Вредности коефицијента $f$ у зависности од вредности показатеља.....	57
Табела бр. 3.3	Основне карактеристике одабраних модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја .....	63
Табела бр. 4.1	Преглед показатеља безбедности саобраћаја за одабране градове бивше Југославије са референтним вредностима (Инић, 1995) .....	67
Табела бр. 4.2	Преглед одабраних показатеља безбедности саобраћаја, са коефицијентима $h$ и $k$ , референтним вредностима и вредностима TSL.....	68
Табела бр. 4.3	Вредности показатеља безбедности саобраћаја, средње вредности, стандардног одступања, коефицијената $f$ и $W$ и ROSA индекса .....	69
Табела бр. 4.4	Показатељи безбедности саобраћаја за проширени скуп градова бивше Југославије са референтним вредностима .....	71
Табела бр. 4.5	Вредности показатеља безбедности саобраћаја, са коефицијентима $h$ и $k$ , референтним вредностима и вредностима TSL за проширени скуп градова бивше Југославије.....	72

Табела бр. 4.6	Вредности показатеља безбедности саобраћаја, средње вредности, стандардног одступања, коефицијената $f$ и $W$ и ROSA индекса за проширени скуп градова бивше Југославије .....	73
Табела бр. 4.7	Упоредни приказ рангова одабраних шест градова применом TSL и ROSA модела .....	74
Табела бр. 5.1	Приказ анализе одабира релевантних података из базе саобраћајних прекршаја .....	103
Табела бр. 5.2	Шира листа могућих релевантних показатеља .....	105
Табела бр. 5.3	Типови варијабли и методи за статистичко испитивање њихових односа (Сузић, 2007) .....	106
Табела бр. 5.4	Тумачење вредности коефицијента корелације (Николић, 2008).....	107
Табела бр. 5.5	Број саобраћајних прекршаја, саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода (извор: МУП РСрбије).....	109
Табела бр. 5.6	Корелација између саобраћајних прекршаја, саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода .....	109
Табела бр. 5.7	Процент коришћења сигурносних појасева у појединим земљама чланицама IRTAD-а (OECD/ITF, 2012).....	112
Табела бр. 5.8	Процент употребе сигурносних појасева на предњим седиштима и број погинулих за период 2001-2009 (извор: ETSC, 2011 и OECD/ITF, 2012) .....	113
Табела бр. 5.9	Слагање расподела показатеља "% употребе сигурносних појасева" и "броја погинулих" за Аустрију.....	114
Табела бр. 5.10	Корелација показатеља "број погинулих лица" и "% употребе сигурносних појасева" .....	115
Табела бр. 5.11	Процент употребе сигурносних појасева и број погинулих за Србију у периоду од 2001. до 2011. године.....	117
Табела бр. 5.12	Показатељи "% возача под утицајем алкохола" и "број погинулих" за период 2001-2009 (ETSC, 2011 и OECD/ITF, 2012).....	120
Табела бр. 5.13	Корелација показатеља "број погинулих лица" и "% возача под утицајем алкохола" .....	121
Табела бр. 5.14	Показатељи "јавни ризик" и "% возача под утицајем алкохола" (извор: ETSC, 2011 и OECD/ITF, 2012).....	122
Табела бр. 5.15	Показатељи "% прекорачења ограничења брзине" и "број погинулих лица" (извор: ETSC, 2011).....	125
Табела бр. 5.16	Корелација показатеља "% прекорачења ограничења брзине" за различите категорије путева и "броја погинулих лица" .....	126
Табела бр. 5.17	Показатељи "% употребе дневних светала" и "број погинулих лица" за Финску (Hakkert et al., 2007 и Eurostat) ...	128
Табела бр. 5.18	Показатељи "% употребе дневних светала" и "број погинулих лица" за Аустрију (Viss and Van Gent, 2007; Vis and Eksler, 2008 и ETSC, 2011).....	128
Табела бр. 5.19	Корелација показатеља "% употребе дневних светала" и "броја погинулих лица" за Финску .....	128

Табела бр. 5.20	Показатељи "% употребе мобилних телефона" и "број погинулих лица" за Сједињене Америчке Државе (Pickrel and Ye, 2010 и NHTSA, 2011b).....	130
Табела бр. 5.21	Показатељи "% употребе мобилних телефона"-коригован и "број погинулих лица" за САД (Pickrel and Ye, 2010 и NHTSA, 2011b).....	131
Табела бр. 5.22	Показатељи "% употребе заштитних кацага" и "број погинулих лица" за САД (NHTSA, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011a, 2012).....	133
Табела бр. 5.23	Показатељи "просечна старост возила" и "број погинулих лица" за САД у периоду од 1995. до 2011. године ( <a href="https://www.polk.com">https://www.polk.com</a> ) .....	135
Табела бр. 5.24	Показатељи "% возила старих до 5 година", "% возила старих до 10 година" и "број погинулих лица" ( <a href="http://w3.unesc.org/pxweb/dialog">http://w3.unesc.org/pxweb/dialog</a> ) .....	136
Табела бр. 5.25	Корелација показатеља "% возила старих до 5 година", "% возила старих до 10 година" и "број погинулих лица" .....	136
Табела бр. 5.26	Показатељи "време одзива хитне помоћи" и "број погинулих лица" за Сједињене Америчке Државе .....	138
Табела бр. 5.27	Ужа листа могућих релевантних показатеља .....	139
Табела бр. 5.28	Матрица за израчунавање обједињеног ранга (CR).....	141
Табела бр. 5.29	Матрица за израчунавање обједињеног ранга (CR), који узима у обзир и тежинске коефицијенте експерата.....	142
Табела бр. 5.30	Експертска оцена ранга показатеља безбедности саобраћаја .....	143
Табела бр. 5.31	Ранг показатеља укључујући и тежинске коефицијенте експерата .....	143
Табела бр. 5.32	Тестирање разлика у експертима при оцењивању ранга.....	144
Табела бр. 5.33	Обједињени ранг показатеља.....	144
Табела бр. 5.34	Ранг листа и одступање два узастопна показатеља .....	145
Табела бр. 5.35	Коначна листа релевантних показатеља .....	146
Табела бр. 5.36	Број и последице саобраћајних незгода у Србији за период 2001-2011. године (Министарство унутрашњих послова).....	148
Табела бр. 5.37	Процена броја становника у Србији до 2032. године (Републички завод за статистику, <a href="http://webrzs.stat.gov.rs">http://webrzs.stat.gov.rs</a> )....	149
Табела бр. 5.38	Број регистрованих моторних возила у Србији за период 2001-2009. године (Републички завод за статистику, <a href="http://webrzs.stat.gov.rs">http://webrzs.stat.gov.rs</a> ).....	150
Табела бр. 5.39	Број пређених километара (у $10^6$ km) у одабраним земљама у 2007, 2008 и 2009. години (ETSC, 2011) .....	151
Табела бр. 5.40	"Смер" кретања нумеричких вредности релевантних показатеља и последица саобраћајних незгода...	166
Табела бр. 5.41	Број смртно, тешко и лако повређених лица у саобраћајним незгодама у Србији, за период 2001-2011 (Симић и др, 2012) .....	168

Табела бр. 5.42	Корелација броја погинулих, тешко и лако повређених лица.....	169
Табела бр. 5.43	Потпуни низ података за јавни ризик за Аустрију .....	171
Табела бр. 5.44	Непотпуни низ података за јавни ризик за Аустрију.....	171
Табела бр. 5.45	Слагање непотпуног низа са статистичким расподелама .....	171
Табела бр. 5.46	Низ података за јавни ризик са замењеном вредношћу.....	172
Табела бр. 6.1	Нормализоване вредности показатеља "% употребе сигурносних појасева" .....	184
Табела бр. 6.2	Коефицијенти корелације између вредности показатеља и нормализованих вредности показатеља "% употребе сигурносних појасева" .....	184
Табела бр. 6.3	Вредности и нормализоване вредности релевантних показатеља за Шведску за 2010. годину (OECD/ITF, 2012) .....	187
Табела бр. 7.1	Saaty-јева скала вредновања .....	192
Табела бр. 7.2	Компаративна матрица .....	193
Табела бр. 7.3	Матрица вектора сопствених вредности.....	193
Табела бр. 7.4	Пример матрице за спровођење ВА метода .....	195
Табела бр. 7.5	Матрица одлучивања одабира метода за додељивање тежинских коефицијената.....	197
Табела бр. 7.6	Провера испуњености критеријума за одабир одговарајуће методе за додељивање тежинских коефицијената.....	197
Табела бр. 7.7	Компаративна матрица, матрица вектора сопствених вредности и тежински коефицијенти на основу оцене експерта 1 .....	198
Табела бр. 7.8	Компаративна матрица, матрица вектора сопствених вредности и тежински коефицијенти на основу оцене експерта 2 .....	198
Табела бр. 7.9	Компаративна матрица, матрица вектора сопствених вредности и тежински коефицијенти на основу оцене експерта 3 .....	199
Табела бр. 7.10	Компаративна матрица, матрица вектора сопствених вредности и тежински коефицијенти на основу оцене експерта 4 .....	199
Табела бр. 7.11	Компаративна матрица, матрица вектора сопствених вредности и тежински коефицијенти на основу оцене експерта 5 .....	199
Табела бр. 7.12	Тежински коефицијенти релевантних показатеља добијени АНР методом .....	199
Табела бр. 7.13	Распоређене вредности буџета и тежински коефицијенти релевантних показатеља на основу ВА метода.....	200
Табела бр. 8.1	Нормализоване вредности и тежински коефицијенти релевантних показатеља за Шведску .....	207
Табела бр. 9.1	Вредности показатеља, нормализоване вредности показатеља, тежински коефицијенти и оцена нивоа безбедности саобраћаја .....	215

Табела бр. 9.2	Ранг земаља према оцени нивоа безбедности саобраћаја.....	215
Табела бр. 9.3	Тренд оцене нивоа безбедности саобраћаја за Шведску и Србију за период 2006-2010 .....	218
Табела бр. 9.4	Оцена нивоа безбедности саобраћаја за одабране градове.....	222
Табела бр. 9.5	Ранг градова према оцени нивоа безбедности саобраћаја .....	222
Табела бр. 9.6	Упоредна анализа оцена нивоа безбедности саобраћаја добијених применом ОНБС, TSL и ROSA модела .....	224
Табела бр. 9.7	Корелација рангова оцена нивоа безбедности саобраћаја добијених различитим моделима .....	225
Табела бр. 10.1	Оцена нивоа безбедности саобраћаја за одабране земље.....	238
Табела бр. 10.2	SWOT анализа модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја .....	243

## ЛИСТА АКРОНИМА И КОРИШЋЕНИХ СКРАЋЕНИЦА

%BA	процент Возача под утицајем Алкохола
%ВАНВ	процент Возача под утицајем Алкохола Нормализована Вредност
%ВАТК	процент Возача под утицајем Алкохола Тежински Коефицијент
%ПБ	процент Прекорачења ограничења Брзине
%ПБНВ	процент Прекорачења ограничења Брзине Нормализована Вредност
%ПБТК	процент Прекорачења Брзине Тежински Коефицијент
%СП	процент употребе Сигурносних Појасева
%СПНВ	процент употребе Сигурносних Појасева Нормализована Вредност
%СПТК	процент употребе Сигурносних Појасева Тежински Коефицијент
АНР	Analytical Hierarchy Process
(M)ANOVA	Статистичке технике за анализу варијансе
ВА	Budget Allocation
ВASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BAV	Број Анкетираних Возача
BPB	Број Прекорачења ограничења Брзине
ВMB	Број Мерења Брзине
БC	Безбедност Саобраћаја
CARE	Community Road Accident Database
CR	Composite Rank
CRSI	Composite Road Safety Indicator
DEA	Data Envelopment Analysis
DRL	Daytime Running Lights
ДСР	Динамички Саобраћајни Ризик
ДСРNB	Динамички Саобраћајни Ризик Нормализована Вредност
ДСРТК	Динамички Саобраћајни Ризик Тежински Коефицијент
ЕС	European Commission
ЕСMT	European Conference of Ministers of Transport
ELECTRE	ELimination Et Choix Traduisant la REalité
EP Council	European Parliament Council
ETSC	European Transport Safety Council
EuroSTAT	Међународна база података
EW	Equal Weighting
GPS	Global Positioning System
ID	Identification



IRTAD	International Road and Transport Accident Database
ITF	International Transport Forum
JP	Јавни Ризик
JPHB	Јавни Ризик Нормализована Вредност
JPTK	Јавни Ризик Тежински Коефицијент
KB <sub>1%</sub> –	Категорија Возила i проценат
LTSA	Land Transport Safety Authority
MS Excel	Microsoft Excel
МУП	Министарство Унутрашњих Послова
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
NVP	Нормализована Вредност Показатеља
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ONBS(ОНБС)	Оцена Нивоа Безбедности Саобраћаја
PCA	Principal Component Analysis
ПГДС	Просечан Годишњи Дневни Саобраћај
PIARC	Светска путна асоцијација
PIN	Међународни пројекат
ПП	Просечна Потрошња возила на 100 km
PPB	Процент Прекорачења Брзине
ППК	Просечно Пређених Километара
PROMETHEE	Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment Evaluations
PSP	Процент употребе Сигурносних Појасева
PVA	Процент Возача под утицајем Алкохола
RAP	Road Assessment Program
ROSA	ROad SAfety
RSCI	Road Safety Composite Index
RSDI	Road Safety Development Index
RSI	Road Safety Index
САД	Сједињене Америчке Државе
SPSS	Програм за статистичку анализу података
CP	Саобраћајни Ризик
CPHB	Саобраћајни Ризик Нормализована Вредност
CPTK	Саобраћајни Ризик Тежински Коефицијент
SUN	Sweden – United Kingdom – Netherlands
SWOT	Strenghts-Weaknesses-Opportunities-Threats
TOPSIS	Technique fOr Preference by Similarity to the Ideal Solution
TSL	Traffic Safety Level
TV	нормализована (Трансформисана) Вредност
УБВ	Укупан Број Возила
УК	Укупна Километража
УН	Уједињене Нације
UN/ECE (UNECE)	United Nation Economic Commission for Europe
УППГ	Укупно Продатор Погонског Горива
US	United States
VP	Вредност Показатеља
WHO	World Health Organisation

# 1.

## У В О Д

Данашњи развој цивилизације индуковао је велику потребу за развојем саобраћаја, а посебно друмског саобраћаја, који као ни један други вид саобраћаја омогућава превоз од "врата до врата". То је један од разлога зашто се, у данашње време, сматра да је друмски саобраћај један од основних елемената на којима почива свако савремено друштво. Поред предности које пружа, саобраћај изазива и низ штетних последица: загађење животне околине, стварање буке, застоје у саобраћају, угрожавање околине превозом опасних материја, пожаре, социјално нарушавање међуљудских односа изазваних саобраћајем и друге последице (Драгач и Вујанић, 2002). Најштетнија последица саобраћаја су ипак саобраћајне незгоде, које, осим што огромним трошковима оптерећују свако друштво, имају за последицу и велики број страдалих лица. Према подацима Светске здравствене организације (WHO, 2009а) у свету сваке године у саобраћајним незгодама смртно страда скоро 1,3 милиона људи и око 50 милиона људи бива повређено.

Процењује се да ће се, без одговарајућих акција усмерених ка унапређењу безбедности саобраћаја, стање у безбедности саобраћаја погоршати, па се очекује пораст смртог страдања у саобраћају за око 67% до 2020. године. Саобраћајне незгоде ће постати један од водећих узрока смртог страдања становништва. У Европској унији у 2000. години смртно је страдало 52.500, а у 2006. години 39.500 људи (ЕС, 2006). Саобраћајне незгоде, због тако великог броја смртог страдања становништва у земљама Европске уније, представљају трећи по реду узрочник насилног смртог страдања за становништво старости испод 50 година (ETSC, 2003). Ако се посматрају директни и индиректни трошкови саобраћајних незгода у Европској унији се трошкови настали услед саобраћајних незгода, процењују на око 160 милијарди евра годишње, што представља око 2% бруто националног дохотка Европске уније (ЕС, 2003).

Чињенице о страдањима у саобраћају наводе на закључак да безбедност саобраћаја и саобраћајне незгоде представљају глобални проблем. То су потврдили и сви важни извештаји Уједињених нација и Светске здравствене организације у последњој деценији, који су третирали проблем безбедности саобраћаја. Због тога су Уједињене нације прогласиле деценију 2011-2020 Деценијом акције за безбедност на путевима (WHO, 2011a) и донеле тзв. Глобални план за акцију у безбедности саобраћаја 2011-2020 (WHO, 2011b). Осим општих и специфичних циљева, у оквиру Глобалног плана, једни од истакнутих циљева су и побољшање квалитета прикупљања података на националном, регионалном и глобалном нивоу, као и праћење напретка и резултата путем одређеног броја унапред дефинисаних показатеља на националном, регионалном и глобалном нивоу. Посебно је истакнуто праћење и евалуација достизања постављених циљева Деценије акције за безбедност на путевима кроз праћење показатеља. Од једанаест главних одлука Московске декларације (WHO, 2009b), која је донета на "Првој светској министарској конференцији о безбедности саобраћаја на путевима – Време за акцију" у Москви 19. и 20. новембра 2009. године, једна, десета тачка, прецизно дефинише неопходност унапређења система прикупљања података, ради омогућавања поређења на међународном нивоу и усвајање дефиниција основних појмова безбедности саобраћаја (погинули и повређени у незгодама итд.).

Из претходно наведеног може се уочити значај мерења и утврђивања постојећег стања безбедности саобраћаја. Наиме, одавно је познато да развој неке науке и уопште неке области зависи од развијених мерења, мерних инструмената и прецизности мерења, па се слична аналогија може применити и на безбедност саобраћаја. Да би се примениле адекватне мере ради унапређења безбедности саобраћаја претходно је неопходно прецизно утврдити постојеће стање, а затим дефинисати циљеве и одговарајућим мерама тежити ка достизању постављених циљева.

Стање безбедности саобраћаја се може дефинисати тренутним стањем и трендом показатеља безбедности саобраћаја. Међутим, за утврђивање тренутног стања и тренда у безбедности саобраћаја потребна су одговарајућа мерења. Због тога се мерења у безбедности саобраћаја сматрају изузетно значајним, а посебан значај мерења у безбедности саобраћаја огледа се управо у томе да се утврди да ли је нешто безбедно или пак небезбедно.

Мерења у безбедности саобраћаја су значајна и за утврђивање ефеката примене мера. Наиме, мерењем, односно утврђивањем вредности једног или више показатеља безбедности саобраћаја, пре и после примене мера, могуће је утврдити ефекте тих мера на унапређење безбедности саобраћаја. Дефинисање нивоа безбедности саобраћаја на неком подручју значајно је, између осталог, и за поређење и рангирање безбедности саобраћаја држава, региона, градова, општина итд. Са друге стране, управљач, односно доносилац одлука, мора имати алат који му омогућава ефикасно алоцирање средстава у циљу унапређења безбедности саобраћаја и у крајњем случају унапређења друштва и система у целини.

За дефинисање и утврђивање нивоа безбедности саобраћаја користе се показатељи безбедности саобраћаја, који могу бити директни и индиректни. Директни показатељи су показатељи у којима фигуришу последице саобраћајних незгода и најчешће се ради о смртно страдалим лицима, повређеним лицима, величини материјалне штете итд. Индиректни показатељи, са друге стране, су показатељи који на неки други, тзв. "индиректан" начин, дефинишу стање безбедности саобраћаја.

У индиректне показатеље спадају нпр. проценат коришћења сигурносних појасева, употреба заштитне опреме за двочкаше, дужина путне мреже, степен моторизације, проценат прекорачења ограничења брзине, итд. Показатељи безбедности саобраћаја, са друге стране, могу бити апсолутни и релативни. Апсолутни представљају бројчану вредност неке појаве, нпр. величина материјалне штете проузрокована саобраћајним незгодама, док релативни показатељи представљају однос апсолутног показатеља и неког другог показатеља, нпр. број смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама у односу на број становника на посматраном подручју. Најчешће коришћени показатељи у безбедности саобраћаја су:

- јавни ризик – годишњи број смртно страдалих особа у саобраћајним незгодама у односу на број становника,
- саобраћајни ризик – годишњи број смртно страдалих особа у саобраћајним незгодама у односу на број регистрованих моторних возила и
- динамички саобраћајни ризик – годишњи број смртно страдалих особа у саобраћајним незгодама у односу на извршени транспортни рад (пређених километара, возилокилометара, путниккилометара, тонакилометара).

Имајући у виду најчешће коришћене показатеље безбедности саобраћаја, може се закључити да се само тумачењем њихових вредности не могу уочити кључне области деловања, односно проблеми безбедности саобраћаја. Наиме, само подаци о броју и последицама саобраћајних незгода не дају прецизније информације о проблемима, који се могу јавити у комплексном систему управљања безбедношћу саобраћаја.

У последње време у области безбедности саобраћаја велики значај се управо придаје дефинисању начина за оцењивање нивоа безбедности саобраћаја, који, у исто време, пружа и могућност уочавања проблема у безбедности саобраћаја. У ту сврху користе се и директни и индиректни показатељи безбедности саобраћаја. У зависности од примењених показатеља, досадашњи начини утврђивања постојећег стања у безбедности саобраћаја, могу се сврстати у четири генерације (Al-Наји, 2007):

- дефинисање стања на основу директних показатеља безбедности саобраћаја,
- дефинисање стања на основу тренда директних показатеља безбедности саобраћаја,
- дефинисање стања, укључивањем и индиректних показатеља у оцену нивоа безбедности саобраћаја и
- дефинисање стања на основу показатеља који описују систем управљања безбедношћу саобраћаја.

Први покушаји у дефинисању нивоа безбедности саобраћаја, који узимају у обзир неколико показатеља, везују се за 1938. годину и F. Raingold-а (Драгач и Вујанић, 2002.), који је дефинисао тзв. "степен опасности", који представља суму производа броја саобраћајних незгода са одређеним последицама и тежинског коефицијента дефинисаног на основу последица незгода. Данас се један значајан број истраживања из области безбедности саобраћаја бави развијањем и изналажењем модела за што реалније дефинисање нивоа безбедности саобраћаја и у највећем броју случајева ти модели су конципирани на одабиру одговарајућег броја показатеља безбедности саобраћаја, који дефинишу ниво безбедности саобраћаја. Модели који су до сада примењивани у Србији, TSL модел (Vuĳanic and Jovanov, 1999) и ROSA индекс (Sutiwipakorn and Prechaverakul, 2002), узимају у обзир углавном директне релативне показатеље, а додељивањем тежинских фактора сваком од показатеља и спајањем у једну нумеричку вредност, дефинише се ниво безбедности саобраћаја неког подручја.

Новија истраживања у свету су такође покушала да дефинишу ниво безбедности саобраћаја једном нумеричком вредношћу, која би на ефикасан начин оценила безбедност саобраћаја на неком подручју (Al-Haji, 2007; Hermans et al., 2009; Gitelman et al., 2010; Wegman et al., 2010) и то комбинујући различите показатеље помоћу познатих метода (нормализација података, додељивање тежинских коефицијената, агрегација података). Предности свих тих модела су могућност мерења и оцењивања нивоа безбедности саобраћаја, праћење ефеката примењених мера и међусобно поређење различитих подручја са аспекта безбедности саобраћаја. Основни недостатак је немогућност тзв. независног оцењивања.

Практично, немогућност мерења апсолутне ефикасности, јер је за примену модела неопходно познавање показатеља за најмање два подручја, као највећи недостатак до сада развијених модела је био основни мотив за развијање новог модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја, који би осим могућности праћења стања безбедности саобраћаја имао могућност независног оцењивања и дефинисања кључних области деловања.

Користећи сличан концепт на коме су засновани претходно развијени модели, дошло се до модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја, који се састоји из неколико корака који су сваки за себе и свеобухватно посматрано изузетно значајни. Полазећи од одабира показатеља, преко трансформације вредности показатеља, до додељивања тежинских коефицијената и агрегације показатеља у један индекс, у оквиру ове докторске дисертације, развијен је нови модел за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Оцена нивоа безбедности саобраћаја, која даје реалну слику стања безбедности саобраћаја, се може добити уз помоћ показатеља чије су вредности у јакој међусобној зависности са бројем и последицама незгода. С обзиром да не утичу сви показатељи подједнако на оцену нивоа безбедности саобраћаја, посебан део модела се бави додељивањем тежинских коефицијената показатељима. Имајући основну идеју у виду, да се развије модел који оцену нивоа безбедности саобраћаја дефинише једном нумеричком вредности, потребно је вредности показатеља безбедности саобраћаја "спојити" на одговарајући начин.

Адекватним одабиром техника нормализације, односно трансформације вредности показатеља, додељивања тежинских коефицијената и агрегације вредности показатеља у оцену нивоа безбедности саобраћаја могуће је развити модел који би омогућио: независно оцењивање стања безбедности саобраћаја, праћење стања безбедности саобраћаја, поређење стања безбедности саобраћаја између различитих подручја, дефинисање кључних области деловања у безбедности саобраћаја и праћење ефеката примене мера ка унапређењу безбедности саобраћаја. Овако дефинисан ниво безбедности саобраћаја би омогућио значајан напредак у унапређењу и управљању безбедношћу саобраћаја.

## 1.1. ПРЕДМЕТ И НАУЧНИ ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет истраживања у овој докторској дисертацији представља мерење и оцена нивоа безбедности саобраћаја на подручју, а на основу показатеља безбедности саобраћаја. Научни циљ истраживања ове докторске дисертације је развој и унапређење постојећих модела за мерење и оцену нивоа безбедности саобраћаја на одређеном подручју (држава, град, регион, локална заједница), као и дефинисање показатеља безбедности саобраћаја, који су неопходни за мерење и оцењивање нивоа безбедности саобраћаја.

## 1.2. ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ

Докторска дисертација заступа основну хипотезу да се правилним избором и обједињавањем показатеља безбедности саобраћаја може дефинисати ниво безбедности саобраћаја на неком подручју (држава, регион, град, итд.), а потом и међусобно поредити подручја по нивоу безбедности саобраћаја. Имајући то у виду, могуће је дати смернице, предлоге мера и утврдити поља деловања ка унапређењу безбедности саобраћаја у тим подручјима. Вредност нивоа безбедности саобраћаја на подручју зависи од одабира показатеља безбедности саобраћаја и додељених тежинских фактора тим показатељима. Одабир показатеља безбедности саобраћаја и додељивање тежинских фактора тим показатељима дефинише и стратегију управљања безбедношћу саобраћаја на том подручју. Значајан утицај на дефинисање начина мерења нивоа безбедности саобраћаја на подручју има и расположивост показатеља.

## 1.3. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА И ОСНОВНА ОГРАНИЧЕЊА ИСТРАЖИВАЊА

Поред општих метода научног истраживања попут анализе, синтезе, индукције, дедукције и аналогije, коришћене су и друге методе као што су класификација, компарација, методи елиминације и идентификације, статистика, итд. Основна ограничења у истраживању су везана за недоступност и квалитет података о показатељима безбедности саобраћаја.



## 1.4. ПРИКАЗ САДРЖАЈА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Узимајући у обзир тему, предмет и научни циљ, докторска дисертација се састоји из седам целина.

У првом поглављу – Увод представљен је проблем безбедности саобраћаја, значај мерења и оцењивања безбедности саобраћаја и приказани су основни мотиви за израду докторске дисертације и поставка проблема. Такође, у уводном делу, је приказан предмет и научни циљ истраживања, методи који су коришћени у истраживању и основна ограничења. У Уводу су дефинисане и основне хипотезе од којих полази ова докторска дисертација.

У другом поглављу је приказан проблем мерења у безбедности саобраћаја, место и улога мерења у безбедности саобраћаја у систему управљања безбедности саобраћаја. Такође је извршена систематизација и типизација показатеља безбедности саобраћаја.

Треће поглавље се бави оправданошћу проблема истраживања кроз преглед досадашњих истраживања везаних за мерења у безбедности саобраћаја, са посебним освртом на мерења и оцењивања нивоа безбедности саобраћаја. Извршен је преглед основних карактеристика досадашњих истраживања и модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

У четвртом поглављу је приказана анализа досадашњих истраживања и модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Посебно је детаљно приказан нумерички пример функционисања до сада коришћених модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја у Србији (TSL модела и ROSA индекс) и уочене су предности и недостаци тих модела.

Такође у четвртом поглављу дат је предлог новог модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Дефинисани су кораци у спровођењу модела: одабир релевантних показатеља, трансформација вредности показатеља, додељивање тежинских коефицијената, агрегација вредности показатеља у оцену нивоа безбедности саобраћаја и оцењивање нивоа безбедности саобраћаја.

У петом поглављу је дефинисан поступак одабира релевантних показатеља и дефинисани су критеријуми за одабир релевантних показатеља. Поступак одабира релевантних показатеља се састоји из три корака: дефинисање шире, затим уже и на крају коначне листе релевантних показатеља, и то коришћењем објективних метода (статистичке методе) и субјективних метода (експертске оцене). Дефинисано је шест показатеља безбедности саобраћаја који ће дати најпоузданију оцену нивоа безбедности саобраћаја: јавни ризик, саобраћајни ризик, динамички саобраћајни ризик, употреба сигурносних појасева, поштовање ограничења брзине и вожња под утицајем алкохола. Детаљно је дат предлог начина прикупљања и мерења релевантних показатеља.

У шестом поглављу су систематизоване технике нормализације, односно трансформације вредности показатеља и дефинисани су критеријуми за избор адекватних техника трансформације и одабране су одговарајуће технике трансформације вредности показатеља.

Седмо поглавље се бави додељивањем тежинских коефицијената. Такође су дефинисани критеријуми за избор одговарајуће технике за додељивање тежинских коефицијената и извршен је избор одговарајуће технике. Показано је да директни показатељи утичу на крајњу оцену нивоа безбедности саобраћаја са 60%, а индиректни са 40% од укупне оцене.

У оквиру осмог поглавља дефинисан је начин агрегације вредности показатеља у једну нумеричку вредност. Дефинисана је и петостепена скала оцене нивоа безбедности саобраћаја, која има за циљ да квалитативно оцени ниво безбедности саобраћаја од подручја са веома ниским нивоом безбедности саобраћаја до подручја са веома високим нивоом безбедности саобраћаја. У оквиру презентовања оцене нивоа безбедности саобраћаја представљен је и графички начин приказа оцене нивоа безбедности саобраћаја, који има за циљ да визуелно укаже на проблеме, односно да укаже на кључне области деловања, у циљу унапређења безбедности саобраћаја. Посебно су приказане могућности превазилажења могућих проблема код оцењивања.

Тестирање предложеног модела за одабране земље и градове приказано је у деветом поглављу, где је на конкретним примерима показано да модел даје добре резултате у оцењивању нивоа безбедности саобраћаја и дефинисању кључних области, а имајући у виду различите постојеће извештаје о стању безбедности саобраћаја (нпр. OECD/ITF, 2011). Посебно је тестирана и приказана могућност праћења тренда оцене нивоа безбедности саобраћаја.

Десето поглавље докторске дисертације представља критичку анализу предложеног модела кроз предности, недостатке и могућности унапређења модела, где су резултати анализе, између осталог, сумирани и кроз SWOT анализу.

Закључна разматрања и правци даљих истраживања дати су у једанаестом поглављу, где је приказана синтеза најважнијих закључака и доприноси до којих се дошло израдом докторске дисертације, као и могућности имплементације у постојеће системе управљања безбедношћу саобраћаја. Дат је и посебан осврт на практичну примену предложеног модела и истакнути су правци даљих истраживања у погледу мерења и оцењивања нивоа безбедности саобраћаја.

# 2.

## МЕРЕЊА У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

О значају мерења за развој науке говорили су и многи познати научници овог миленијума. Lord Kelvin, британски физичар истакао је да *"Ако можете мерити оно о чему говорите и изразити то бројкама, онда нешто знате о томе; уколико, међутим, то не можете изразити бројкама, ваше знање је оскудно: то би могао бити почетак знања, али сте знање тиме само дотакли."* Francis Bacon је још у XVII веку рекао да се *"без могућности остварења квантитативних мерења, наука неће развијати"*. У прилог овоме, Galileo Galilei је још у XVI веку тврдио да је неопходно *"измерити све што се измерити да, а покушати учинити мерљивим оно што се још не да."* (<http://dc359.4shared.com/doc/naSo1mjh/preview.html>, посећено 28.06.2012.).

Мерење представља процењивање неке величине према њеном односу са неком величином исте врсте, узетом као јединица и референца (Ларусова енци.). Мерењима се упоређују непозната и позната једнородна величина (Липовац, 2008.). У ту сврху користе се еталони, стандарди, али и неке друге непознате величине. Мерењем се бави наука која се зове метрологија (грч. *metron* – мера и *logos* – наука). Мерење обезбеђује да се опише тренутно стање процеса или појаве, да се испоставе захтеви, односно циљеви, да се надзире процес, односно појава, да се предвиди будуће стање процеса, односно појаве, да се врши доказивање, оцењивање, поређење итд. Мерења су развијена у различитим научним и стручним областима и дисциплинама. Што је већи развој мерења и мерних јединица тих области, већа је вероватноћа да ће та област брже напредовати.

На пример, са развојем великих и јаких телескопа наука астрологија напредује, затим са развојем микроскопа и уређаја који могу мерити изузетно мале величине развијају се на пример гране медицине које захтевају уочавање тзв. микроорганизама, затим развија се тзв. нано-технологија, посебно значајна за развој технике и технологије итд.

## 2.1. ПРОБЛЕМ МЕРЕЊА У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

У безбедности саобраћаја, примењују се такође мерења и том приликом мере се различите величине (Липовац, 2008). Међутим, у безбедности саобраћаја не постоји мера (еталон, "топломер", ...) којим би се могло утврдити да ли је нешто небезбедно, па да се на основу тога одређеним "лековима" делује ради "лечења" небезбедности.

Мерења у безбедности саобраћаја су основ за прецизно утврђивање постојећег стања. То постојеће стање се утврђује ради каснијег дефинисања жељеног стања, ради провере ефикасности примењених мера итд. Међутим, проблем, који се јавља већ дужи низ година у науци безбедности саобраћаја је како наћи одговарајућу меру и коју меру користити код мерења и оцењивања безбедности саобраћаја (Пешић и Антић, 2012).

Безбедност саобраћаја је једна комплексна друштвена, хуманистичка и техничка наука, па се у складу са тим, а имајући у виду огроман број фактора који утичу на безбедност саобраћаја, може закључити да мерења, односно оцењивања безбедности саобраћаја нису једноставна (Пешић и Антић, 2012). Пешић и др. (2010) су, имајући у виду комплексност безбедности саобраћаја закључили да је питање начина дефинисања мерења и оцене безбедности саобраћаја једно од централних, кључних питања у безбедности саобраћаја, јер се правилним дефинисањем нивоа безбедности саобраћаја и оценом ризика страдања у саобраћају, осим рангирања и поређења стања безбедности саобраћаја, могу уочити и конкретни проблеми у безбедности саобраћаја.

Наравно да је, теоретски гледано, безбедно подручје без саобраћајних незгода, али пошто се незгоде ипак свакодневно догађају, поставља се питање на који начин је могуће, ипак, дефинисати, односно измерити ниво безбедности саобраћаја неког подручја и утврдити да ли је то подручје безбедно или не и да ли је безбедније од неког другог подручја или не (Пешић и др, 2010).

Код мерења у безбедности саобраћаја проблеми се јављају већ код основних појмова у вези са безбедношћу саобраћаја. На пример, поставља се питање "шта је саобраћајна незгода", "шта је погинули у саобраћајној незгоди" итд. У базама података о саобраћајним незгодама средином прошлог века није ни постојала обавеза да све саобраћајне незгоде буду евидентиране. Наиме, према дефиницији Комитета УН за унутрашњи транспорт из 1956 *"саобраћајна незгода је незгода која се догодила на месту отвореном за јавни саобраћај или која је започета на таквом месту, у којој је једно или више лица погинуло или повређено и у којој је учествовало најмање једно возило у покрету"*. Може се закључити да се под незгодама није сматрала незгода у којој је настала само материјална штета.

Према данашњим дефиницијама саобраћајна незгода је *"незгода која се догодила на путу или је започета на путу, у којој је учествовало најмање једно возило у покрету и у којој је најмање једно лице погинуло или повређено или је настала материјална штета"* (Закон о безбедности саобраћаја на путевима – ЗОБС, члан 7, тачка 82.).

У IRTAD-овом Извештају (OECD/BASt, 1998) наведен је низ дефиниција саобраћајне незгоде и може се закључити да већина тих дефиниција данас у себи садрже основне заједничке карактеристике (возило у покрету, пут, последице итд.). Ипак, све оне данас теже тзв. научној дефиницији саобраћајне незгоде која каже да је саобраћајна незгода *"Догађај на путу или другом месту отвореном за саобраћај или који је започет на таквом месту у којој је учествовало најмање једно возило у покрету и у којој је једно или више лица повређено или је настала материјална штета"* (Липовац, 2008). Може се закључити да ова, научна дефиниција, има у себи и визију, која се односи на то да људи неће смртно страдати у саобраћајним незгодама.

Почев од Женевске конвенције из 1968, тежи се унифицирању, усаглашавању и стандардизацији појмова који се тичу безбедности саобраћаја. Међутим, и поред тога, данас у свету постоје земље, које не евидентирају смртно страдала лица према препоруци "до 30 дана од незгоде" (UN/ECE, 1995). Пример је Јапан где се смртно страдалим лицима сматрају лица која су умрла од последица незгоде у року од 24 сата од незгоде (OECD, BASt, 1998). Иако спада у сам врх развијених и напредних земаља по питању безбедности саобраћаја, у Јапану није усвојена препорука да се у статистикама саобраћајних незгода као смртно страдала лица евидентирају лица која су умрла од последица незгоде у року до 30 дана од дана незгоде. Јапан и нпр. Србија се не могу поредити по безбедности саобраћаја, уколико би се поређење вршило по показатељу који у себи садржи смртно страдала лица, јер се исти појам не односи на исту појаву.

Ако би се ишло даље, нпр. поређење држава по последицама незгода, могло би се уочити да су ти проблеми све већи, док поједине државе деле повреде на лаке и тешке (нпр. Србија), затим поједине државе повреде деле на лаке, тешке и веома тешке (нпр. Русија), а са друге стране поједине државе повређена лица деле на хоспитализована и нехоспитализована (нпр. Тајланд). Под тешком телесном повредом се сматра сваки лом костију, па и малог прста, у појединим државама, док у другим државама то није случај.

Може се извести закључак да, ако не говоримо истим језиком, нећемо се разумети. Другим речима, за мерења и поређења у безбедности саобраћаја потребно је да се исти појмови односе на исте појаве, па у складу са тим постојаће могућност да се "проблем у безбедности саобраћаја назове правим именом, јер се једино тако може и решавати" (Драгач и Вујанић, 2002). Имајући у виду значај међусобног поређења и мерења безбедности саобраћаја, у бази података IRTAD (OECD, BAST, 1998) су формирано одређени коефицијенти, односно корективни фактори, како би се показатељи безбедности саобраћаја свели на исту основу, односно како би се могло вршити поређење. У Табели бр. 2.1 дати су неки од IRTAD корективних фактора, који се односе на смртне последице.

Табела бр. 2.1 – IRTAD корективни фактори (OECD/BAST, 1998)

држава	Корективни фактор
Италија	+8%
Француска	+5,7%
Шпанија (до 1993.)	+30%
Источна Немачка (до 1997.)	+15%
Португалија	+30%
Грчка (до 1996.)	+15%
Аустрија (1983.-1991.)	+12%
Швајцарска (до 1992.)	-3%
Турска	+30%
Јапан (до 1993.)	+30%
Мађарска (до 1976.)	+20%
Чешка (до 1980.)	+30%
Кореја	+15%

Данас се, у развијеним земљама света, евидентирају "скоро све" саобраћајне незгоде. У базама података о саобраћајним незгодама, нису евидентирани оне, које нису пријављене, односно за које не постоји доказ о настанку. За један број незгода, углавном са материјалном штетом, учесници се договоре око пропуста и штете и не пријаве саобраћајну незгоду полицији, нити некој другој установи (осигурању, итд.). Ове незгоде су тзв. "незгоде у сенци". Бројна истраживања (Elvik and Mysen, 1999; Aptel et al., 1999; Lopez et al., 1999.) су показала да број непријављених незгода расте са опадањем последица тих незгода, као и да је већи степен непријављених незгода са рањивим учесницима у саобраћају (Mills, 1989; Lopez et al. 1999; Jarvis et al, 2000).



Претходно наведене чињенице указују на то да се не може прецизно утврдити ни колико се догодило саобраћајних незгода, а чак и ако се то на неки начин ипак утврди, поставља се питање дефиниција основних појмова. У сваком случају, може се закључити да постоји велики проблем мерења у безбедности саобраћаја, али ипак мерења у безбедности саобраћаја морају да постоје и треба их учинити што прецизнијим и кориснијим.

## 2.2. ВРСТЕ, НАЧИНИ И РАЗЛОЗИ МЕРЕЊА У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Очигледно је да се и у области безбедности саобраћаја примењују одговарајуће врсте мерења. Том приликом мере се различите величине (Липовац, 2008). Мерења у безбедности саобраћаја могу бити једноставна или тзв. права мерења (Липовац, 2008). Једноставна мерења се свде на пребројавање одговарајућих појава, а у вези са безбедношћу саобраћаја (нпр. број саобраћајних незгода, број настрадалих у саобраћајним незгодама, ...). Са друге стране, тзв. права мерења подразумевају коришћење одговарајућих мерних инструмената. У ту сврху могу се, на пример, мерити: ширина коловоза, брзина кретања возила итд.

У безбедности саобраћаја, мерења се могу спровести за величине за које већ постоје стандарди, односно еталони мерења (концентрација штетних материја у ваздуху, време реаговања система возач-возило, брзина кретања возила и сл.). Мерења у безбедности саобраћаја могу бити спроведена и када за конкретна мерења не постоје стандарди, односно еталони мерења (нпр. број конфликта на раскрсници, број смртно страдалих у саобраћајним незгодама, број возача који возе под утицајем алкохола, број возача и путника који користе сигурносни појас итд).

Мерења у безбедности саобраћаја се спроводе код анализа безбедности саобраћаја и оцена безбедности саобраћаја на подручју, на деоници пута, на раскрсници, у аутошколи, у транспортним предузећима, ради оцене ефикасности заштитног система итд (Липовац, 2008).

Основни циљ мерења у безбедности саобраћаја је утврдити да ли је нешто безбедно или небезбедно. На основу тако утврђеног стања могуће је одређеним, одговарајућим мерама утицати на унапређење безбедности саобраћаја.

Још један од примарних циљева мерења у безбедности саобраћаја је да се утврде ефекти примењених мера. У ту сврху користе се различите методе, а најчешће се користе "пре и после" анализе, "кост/бенефит" анализе итд. Нека од истраживања (Tofflemire and Whitehead, 1997; Dee, 1998; Hagge and Romanowicz, 1996; Tarawneh et al, 1999; Elvik, 1997; Dragutinovic and Twisk, 2006; и многа друга) су мерила ефикасност примене одговарајућих мера за унапређење безбедности саобраћаја. Мерења (камере за снимање пролазака на црвено светло, употреба дневних светала у саобраћају, утицај принуде на брзину, утицај ограничења брзине на брзину итд.) су спровођена коришћењем неких од метода: поређење "пре и после", поређење "пре и после" коришћењем и контролног подручја, анализа временских серија, анализа временских серија коришћењем и контролног подручја за поређење, метод најмањих квадрата итд.

У зависности од потреба и циљева истраживања такође су примењивана различита мерења ефикасности (Loo, et al, 2005):

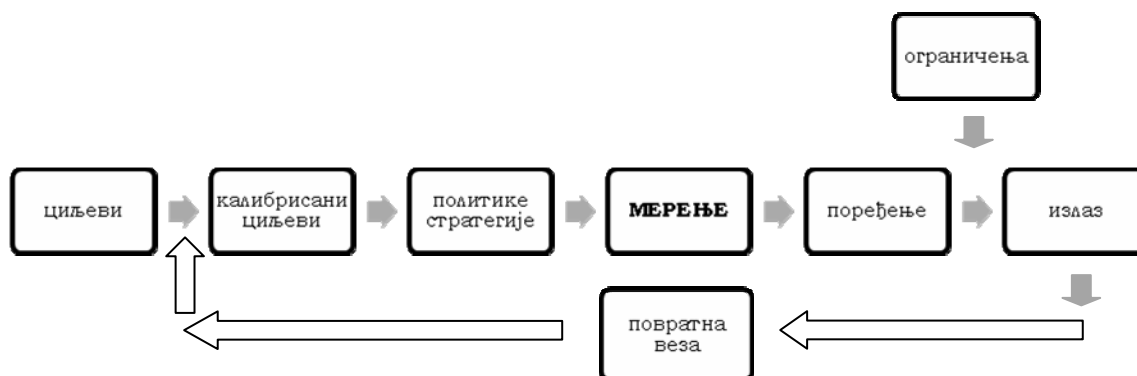
- Једноставно поређење (eng. simple comparison) је метод код ког је прикупљање података врло једноставно, једноставно је разумети методологију и принцип рада, чак и од стране лаика. Међутим, ова метода не омогућава, односно не даје објашњења у случају да постоје проблеми у систему.
- Статистичка анализа омогућава праћење временских серија, трендова и ризика страдања и омогућава појашњења имајући у виду факторе који доприносе настанку саобраћајних незгода. Базира се на обради узорка података и веома је корисна у анализи саобраћајних незгода и нумеричких обележја саобраћајних незгода и појава која су у вези са саобраћајним незгодама и безбедности саобраћаја. Недостаци овог метода су релевантност узорка, јер константно снимање и мерење може допринети нерелевантности података и излазни резултати могу бити исувише комплексни за разумевање.

- Анализа трошкова и користи (eng. cost-benefit analysis) даје добру оцену ефикасности мера и помаже у алоцирању средстава ка ефикаснијим мерама. Недостатак је што је тешко квантификовати користи, а посебно је тешко прикупити све податке о трошковима незгода.
- Пре и после анализа (eng. before-and-after analysis) је веома једноставна и разумљива метода за оцену ефикасности примењених мера, програма, стратегија и политика безбедности саобраћаја. Недостаци ове методе су што не може описати специфичне факторе који доприносе саобраћајним незгодама и веома је скупа јер захтева доста утрошеног рада за спровођење.
- Праћење тренда секундарних параметара (eng. Trends of secondary parameters) омогућава праћење више циљева програма безбедности саобраћаја и даје више информација о ефикасности сваке компоненте програма безбедности саобраћаја.

Поред наведених метода мерења ефикасности у безбедности саобраћаја могуће је и коришћење других опште познатих метода, као што су, на пример: анализе трошкова и ефикасности (eng. cost-effective analysis), DEA (Data Envelopment Analysis) и других модела развијених за мерење ефикасности система безбедности саобраћаја (нпр. RSDI – Road Safety Development Index, TSL – Traffic Safety Level, ROSA – Road Safety index итд.).

Један од највећих значаја мерења ефикасности примењених мера у безбедности саобраћаја је праћење ефикасности пројектованих и примењених стратегија и политика безбедности саобраћаја. Због тога, прецизно измерено постојеће стање омогућава да се поставе будући циљеви, а реализација тих циљева се мери управо мерењем у безбедности саобраћаја. Спроведена мерења омогућавају да се у даљем процесу управљања доносе управљачке одлуке. Управљачке одлуке у систему управљања безбедношћу саобраћаја имају задатак да на основу измерених величина, мање или више калибришу циљеве, коригују мере и у крајњем случају утичу на промену стратегија и политика безбедности саобраћаја.

Мерења у безбедности саобраћаја имају своје место у систему стратешког планирања и управљања системом безбедности саобраћаја (Слика бр. 2.1).



Слика бр. 2.1 – Мерење у систему стратешког планирања и управљања безбедношћу саобраћаја (Kölbl et al, 2008)

О значају квантификовања стратешких циљева у безбедности саобраћаја изјашњавали су се Wong, et al (2006), Loo et al (2005), ETSC (2003), Elvik (1993), Elvik (2001) и још многи други и сви истичу значај прецизног дефинисања циљева, јер се само квантификовањем циљева исти могу и достићи. Због тога је изузетно важно измерити параметре, који би били основ за дефинисање циљева, а достизање циљева би се такође морало утврдити одговарајућим мерењем. Поједностављено речено, познавањем постојећег стања може се дефинисати жељено стање, а управо познавањем постојећег и жељеног стања могуће је дефинисати управљачке мере којима се постиже задати циљ (Слика бр. 2.2).



Слика бр. 2.2 – Однос постојећег стања, управљачких мера и жељеног стања

За познавање постојећег стања потребне су базе података, које морају бити са једне стране ажурне, а са друге доступне и квалитетне. У ту сврху земље имају своје националне базе података о саобраћајним незгодама, које се између себе мање или више разликују. Разлике су у обухватности података и дефиницијама појединих појмова. Данас је ради унифицирања и усаглашавања података о саобраћајним незгодама, а у циљу поређења међу државама, формирано неколико тзв. међународних база података о саобраћајним незгодама (IRTAD, CARE, база података UN итд.). Потреба за поузданим подацима о саобраћају и саобраћајним незгодама непрестано расте, при чему разне националне организације редовно објављују поједине податке, који често нису погодни за детаљнија проучавања због недостатка детаља, разлика у дефиницијама и неслагања временских података при дугорочним анализама (Липовац и Пешић, 2006; Pantelić et al, 2012).

За квалитетно праћење стања у безбедности саобраћаја и поређење нивоа безбедности између различитих земаља неопходно је прихватити међународно релевантне дефиниције појмова саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода, евидентирати саобраћајне незгоде, установити, квалитетно водити и користити базе података о саобраћају и саобраћајним незгодама (Липовац и Пешић, 2006).

Карактеристике сваке базе података које дефинишу њен квалитет и употребљивост су:

- обухватност података,
- квалитет прикупљених података,
- усаглашеност са другим базама података,
- доступност,
- ажурност и др.

Због претходно наведеног може се закључити да су базе података о саобраћајним незгодама основ унапређења безбедности саобраћаја, да без квалитетне базе података нема ни квалитетне анализе стања, да погрешно дефинисан улаз (лоша база података) проузрокује погрешан излаз (погрешно изведене закључке и погрешно пројектоване мере) итд.

## 2.3. ПОКАЗАТЕЉИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Показатељи, уопште посматрано, описују неку појаву квантитативно или квалитативно. Квантитативно значи дефинисати, односно познавати нумеричку вредност неке од особина посматране појаве (нпр. показатељ спољашње температуре је "32°C"), док квалитативно значи описно (дескриптивно) дефинисање неке појаве или неке особине те појаве (нпр. показатељ спољашње температуре је "топло").

Показатељи у безбедности саобраћаја описују стање и појаве у безбедности саобраћаја и такође могу бити квантитативни и квалитативни. Најчешће се користе за дефинисање постојећег стања, праћење тренда, утврђивање ефеката примене одговарајућих мера, итд. Практично, уз помоћ показатеља безбедности саобраћаја могуће је дефинисати да ли је нешто безбедно или не, да ли су предузете мере дале ефекте или не, итд.

За утврђивање стања и тенденција у безбедности саобраћаја Драгач и Вујанић (2002) наводе да се, по правилу, користе бројни показатељи, који могу да послуже за праћење и вредновање промена и упоређивање нивоа безбедности саобраћаја (појединих земаља, на одређеном подручју, на путу, одређених категорија учесника у саобраћају, ...). Може се извести општи закључак да, као и у свим осталим областима, основна идеја увођења, разматрања и анализе показатеља безбедности саобраћаја јесте: мерење, оцењивање и поређење стања безбедности саобраћаја, као и стварање могућности за праћење ефеката примене мера у безбедности саобраћаја, а све у циљу унапређења безбедности саобраћаја.

За описивање и анализу појава у безбедности саобраћаја најчешће се користе апсолутни и релативни показатељи, односно директни и индиректни показатељи.

### 2.3.1. АПСОЛУТНИ И РЕЛАТИВНИ ПОКАЗАТЕЉИ

Најчешћа подела показатеља је на апсолутне и релативне показатеље (Слика бр. 2.3).



Слика бр. 2.3 – Подела показатеља

Апсолутни показатељи представљају апсолутни износ (величину, број и сл.) неке појаве која се мери, док релативни показатељи [2.1] представљају однос апсолутног показатеља и неког другог показатеља, који може бити опет апсолутан, или пак релативан.

$$\text{релативни показатељ} = \frac{\text{апсолутни показатељ}}{\text{показатељ}} \quad [2.1]$$

Оваква подела показатеља се може применити на било коју област. Ако се нпр. показатељи односе на пољопривредне приносе, онда би 4 t рода пшенице у некој њиви био апсолутни показатељ, док би податак од 5 t рода пшенице по ha на тој истој њиви био релативни показатељ. Из претходног је јасно да би се успех приноса пшенице на некој њиви могао поредити са другом њивом мораће се користити релативни показатељ. Али ако власник њиве жели да зна колико му је принос пшенице био већи у односу на претходну годину, мерено у величини приноса, тада се може користити поређење апсолутног показатеља за текућу и за претходну годину.

Када се говори о безбедности саобраћаја, аналогно претходно наведеном, податак о укупном броју погинулих у саобраћајним незгодама у некој држави од 728 лица (нпр. Србија, податак за 2011. годину, извор: [http://abs.gov.rs/doc/stat/Osnovni pokazatelji stanja bezbednosti saobracaja u Republici Srbiji.pdf](http://abs.gov.rs/doc/stat/Osnovni_pokazatelji_stanja_bezbednosti_saobracaja_u_Republici_Srbiji.pdf), посећено 28.06.2012. године) није довољан да би се поредила безбедност са неком другом државом у којој годишње смртно страда 40.000 лица (нпр. САД; Драгач и Вујанић, 2002). Уколико би се, на пример, за поређење безбедности саобраћаја, користио показатељ који представља број смртно страдалих лица годишње у односу на укупан број становника, тада би се на основу тог показатеља могло рећи која од држава је безбеднија.

Примери апсолутних и релативних показатеља безбедности саобраћаја дати су у Табелама бр. 2.2 и бр. 2.3.

Табела бр. 2.2 – Пример апсолутних показатеља (OECD/ITF, 2010)

	број смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама				
	1980	1990	2000	2005	2008
Аустралија	3.272	2.331	1.817	1.627	1.442
Данска	690	634	498	331	406
Француска	14.449	11.215	8.079	5.318	4.275
Немачка	15.050	11.046	7.503	5.361	4.477
Грчка	1.446	2.050	2.037	1.658	1.553
Пољска	6.002	7.333	6.294	5.444	5.437
Шпанија	6.522	9.032	5.776	4.442	3.100
Шведска	848	772	591	440	397
САД	51.091	44.599	41.945	43.510	37.261

Табела бр. 2.3 – Пример релативних показатеља (OECD/ITF, 2010)

	година	број смртно страдалих лица на 100.000 становника
Аустралија	2008	8,8
Данска	2008	7,4
Француска	2008	6,9
Немачка	2008	5,5
Грчка	2007	14,4
Пољска	2009	12,0
Шпанија	2008	6,9
Шведска	2008	4,3
САД	2008	12,3

Може се закључити да се за оцену неке појаве, њено мерење и поређење могу користити како апсолутни, тако и релативни показатељи. Зависно од потреба и врста анализа, услова и циљева истраживања која се спроводе, обе врсте показатеља имају своју улогу и примену у безбедности саобраћаја.

### 2.3.2. ДИРЕКТНИ И ИНДИРЕКТНИ ПОКАЗАТЕЉИ

Још једна од често коришћених подела показатеља је подела на директне и индиректне показатеље (Слика бр. 2.4).





Слика бр. 2.4 – Подела показатеља

Директни показатељи су показатељи у којима фигурише вредност (апсолутна или релативна) која се директно односи на ту појаву. У безбедности саобраћаја директни показатељи су везани за саобраћајне незгоде и последице саобраћајних незгода (нпр. број смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама, број саобраћајних незгода, величина материјалне штете итд.). Пример директних показатеља безбедности саобраћаја дат је у Табели бр. 2.4.

Табела бр. 2.4 – Пример директних показатеља – смртност у саобраћајним незгодама за Аустрију за 2008. годину (извор: OECD/ITF, 2010)

учесник у саобраћају	број лица	% од укупног броја
бициклиста	62	9%
возач mopеда	25	4%
мотоциклиста и возач скутера	91	13%
возач/путник	367	54%
пешак	102	15%
остали	62	9%

Директни показатељи су, имајући у виду и поделу показатеља на апсолутне и релативне (Липовац, 2008):

- апсолутни показатељи о саобраћајним незгодама (број и структура незгода),
- апсолутни показатељи о последицама саобраћајних незгода (број и структура повређених, величина материјалне штете),
- релативни показатељи о саобраћајним незгодама (број незгода у односу на пређену километражу, у односу на број возила и сл.),
- релативни показатељи о последицама саобраћајних незгода (број настрадалих у односу на број становника, у односу на пређену километражу, у односу на број возила и сл.).

Најзначајнији апсолутни показатељи о саобраћајним незгодама су (Липовац, 2008):

- укупан број саобраћајних незгода,
- број саобраћајних незгода (само) са материјалном штетом,
- број саобраћајних незгода са настрадалим лицима,
- број саобраћајних незгода са лаким телесним повредама,
- број саобраћајних незгода са тешким телесним повредама,
- број саобраћајних незгода са погинулим лицима и пондерисани број саобраћајних незгода.

Апсолутни директни показатељи о последицама саобраћајних незгода су (Липовац, 2008):

- величина материјалне штете,
- број настрадалих,
- број лакше повређених,
- број теже повређених и
- број погинулих у саобраћајним незгодама.

Релативни директни показатељи безбедности саобраћаја се добијају као количник неког од набројаних апсолутних показатеља (о броју незгода или њихових последица) и неке друге значајне величине (број становника, број возача, број возила, број пређених километара, дужина деонице пута, број тона километара, број путник километара итд.).

Најчешће су коришћени следећи релативни показатељи безбедности саобраћаја (Липовац, 2008):

- број саобраћајних незгода на 10.000 регистрованих возача,
- број саобраћајних незгода на 100 km пута,
- број саобраћајних незгода на 10.000 возила,
- број саобраћајних незгода на 100 милиона пређених km,
- број настрадалих на 100.000 становника,
- број настрадалих на 10.000 регистрованих возила,
- број настрадалих на 100 милиона пређених km,
- број погинулих на 100.000 становника,
- број погинулих на 10.000 регистрованих возила и
- број погинулих на 100 милиона пређених km.

Индиректни показатељи, са друге стране, су показатељи, који на неки други, тзв. "индиректан" начин, описују стање неке појаве. Практично, у безбедности саобраћаја, то су они показатељи који се не односе директно на саобраћајне незгоде и последице тих незгода, већ се односе на појаве, које су мање или више повезане са саобраћајним незгодама и последицама саобраћајних незгода (нпр. већи проценат коришћења сигурносних појасева указује на већу безбедност, јер су, по правилу, последице саобраћајних незгода мање због користи услед употребе сигурносног појаса; веће брзине кретања возила указују на веће последице саобраћајних незгода, јер су, по правилу, сударне брзине веће и сл.).

Индиректни показатељи омогућавају оцену безбедности саобраћаја и пре догађања прве саобраћајне незгоде, односно без познавања података о незгодама и њиховим последицама. Најчешће коришћени индиректни показатељи безбедности саобраћаја су (Липовац, 2008):

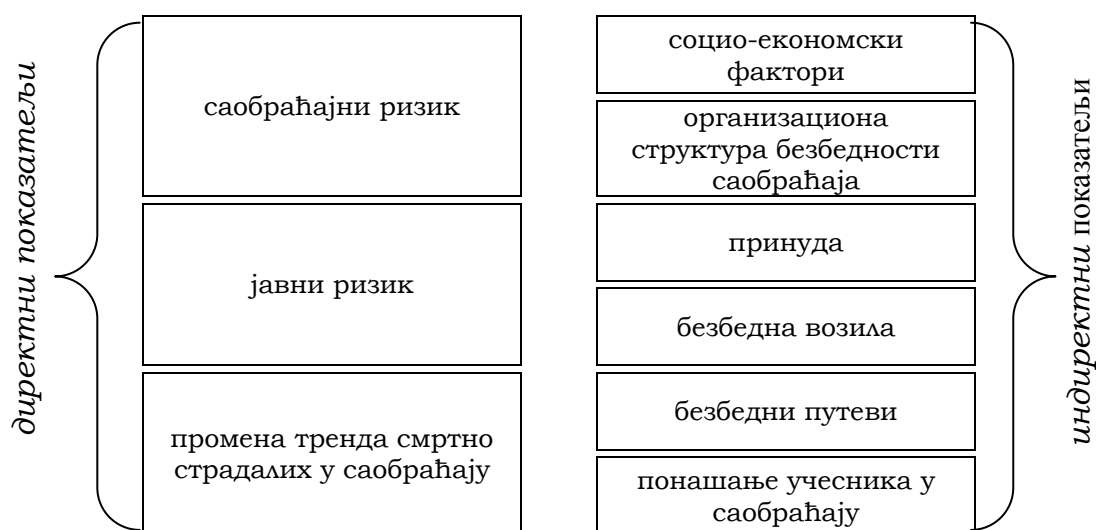
- број и тежина конфликта у саобраћају,
- показатељи о потенцијалним саобраћајним конфликтима,
- ниво изложености саобраћају,
- различита мерила понашања која указују на ниво безбедности саобраћаја (просечна брзина, проценат коришћења сигурносних појасева, број појединих прекршаја и сл.),
- мерила стандарда и квалитета путева и возила и др.

Пример индиректних показатеља безбедности саобраћаја дат је у Табели бр. 2.5.

Табела бр. 2.5 – Пример индиректних показатеља – проценат употребе сигурносних појасева за Аустрију за 2008. годину (извор: OECD/ITF, 2010)

категорија	% употребе сигурносних појасева
укупно	86,5%
возач	87,5%
сувозач	86,5%
задња седишта	65,5%
аутопут – возач	91,3%
ван насеља – возач	88,2%
насеље – возач	83,7%

Имајући у виду предности које имају директни и индиректни показатељи, у циљу прецизнијих и детаљнијих анализа, исти се могу и детаљније поделити. Al-Haji (2007) је показатеље безбедности саобраћаја, осим основне поделе на директне и индиректне, директне поделио на ризике и то: саобраћајни ризик, јавни ризик, промена тренда смртно страдалих у саобраћају, а индиректне на показатеље који се односе на: социо-економске факторе, организациону структуру безбедности саобраћаја, принуду, безбедна возила, безбедни путеве и понашање учесника у саобраћају (Слика бр. 2.5).

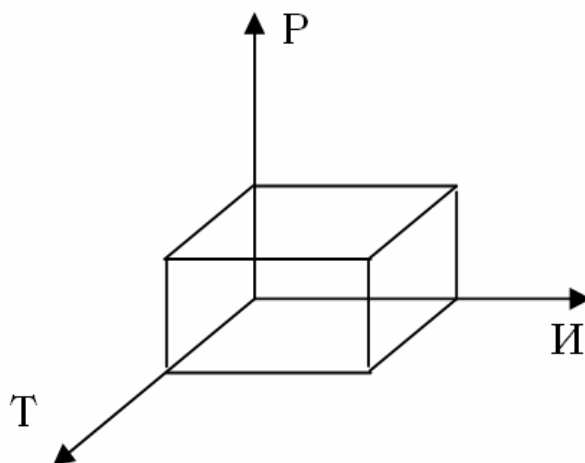


Слика бр. 2.5 – Директни и индиректни показатељи безбедности саобраћаја (Al-Haji, 2007)

## 2.4. НАЈЧЕШЋЕ КОРИШЋЕНИ ПОКАЗАТЕЉИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

У другој половини прошлог века, Хедон (William Haddon) је увео систем Човек-Возило-Пут-Околина, кроз тзв. Хедонову матрицу фактора безбедности саобраћаја (Драгач и Вујанић, 2002). Наиме, уочавајући да су саобраћај, али и безбедност саобраћаја "комплексне појаве", то се јавила потреба да се систематизују елементи који утичу на безбедност саобраћаја. Имајући у виду уочене факторе који утичу на безбедност саобраћаја, показатеље безбедности саобраћаја је могуће везати управо за те факторе.

Rumar (1999) је, са друге стране, проблем безбедности саобраћаја (БС) неког подручја описао као функционалну зависност ризика настанка незгода (P), изложености у саобраћају (И) и тежине последица незгода (T) (Слика бр. 2.6).



Слика бр. 2.6 – Дефинисање проблема безбедности саобраћаја (Rumar, 1999)

Практично је могуће успоставити следећу зависност:

$$БС = f \left( P, И, T \right) \quad [2.2]$$

Имајући претходно наведено у виду проблеми безбедности саобраћаја могу се смањити:

- смањењем изложености
- смањењем фактора ризика и
- смањењем тежина последица незгода

па се може закључити да би показатељи који описују изложеност, факторе ризика и тежину последица саобраћајних незгода, могли успешно да опишу и оцене стање безбедности саобраћаја.

Европски савет за безбедност саобраћаја (ETSC, 2001) је дефинисао систем управљања безбедношћу саобраћаја (Слика бр. 2.7) тзв. "пирамидом хијерархије циљева у безбедности саобраћаја".

Сваки од елемената система (пирамиде) је могуће описати одређеним параметрима, односно вредностима одређених показатеља. Према пирамиди хијерархије циљева у безбедности саобраћаја, показатељи се могу односити на друштвене трошкове, тзв. излазне индикаторе (последике саобраћајних незгода), тзв. међуизлазне индикаторе (понашање учесника у саобраћају, ...) и мере и програме унапређења безбедности саобраћаја (примена прописа, стратегија, политика, ...).



Слика бр. 2.7 – Елементи система управљања безбедношћу саобраћаја (ETSC, 2001)

Уочавајући предности пирамиде хијерархије циљева у безбедности саобраћаја, неки од аутора (Koonstra et al., 2002; LTSA, 2000), у својим истраживањима, показатеље безбедности саобраћаја дефинишу слично као и ETSC (Слика бр. 2.8). На дну пирамиде додат је још један елемент који се односи на тзв. "структуру и културу". Структура и култура су улази у систем управљања безбедности саобраћаја, док су мере и програми унапређења безбедности саобраћаја излази из тог система. Додавањем овог елемента допуњена је и заокружена пирамида елемената система управљања безбедношћу саобраћаја и на основу ње, одабиром одговарајућег показатеља из сваког од елемента пирамиде могуће је описати, односно оценити безбедност саобраћаја.



Слика бр. 2.8 – Елементи система управљања безбедношћу саобраћаја  
(Koonstra и др., 2002; LTSA, 2000)

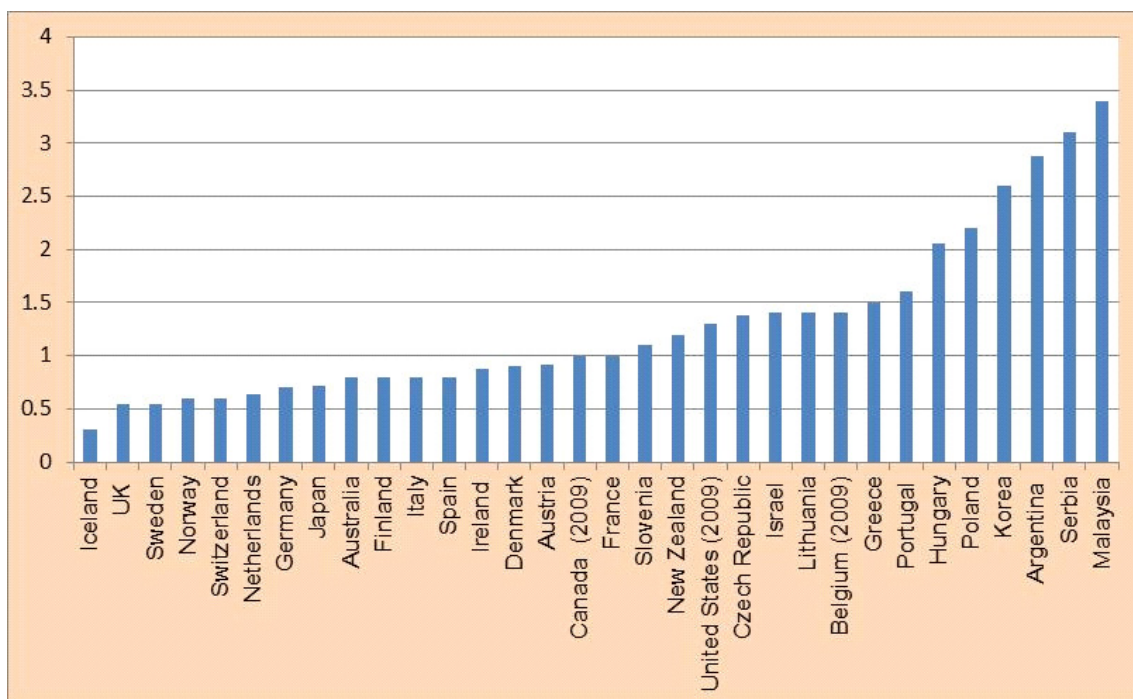
Ипак, за оцену ризика и мерење нивоа безбедности саобраћаја, најчешће коришћени показатељи безбедности саобраћаја, су:

- саобраћајни ризик,
- јавни ризик и
- динамички саобраћајни ризик,

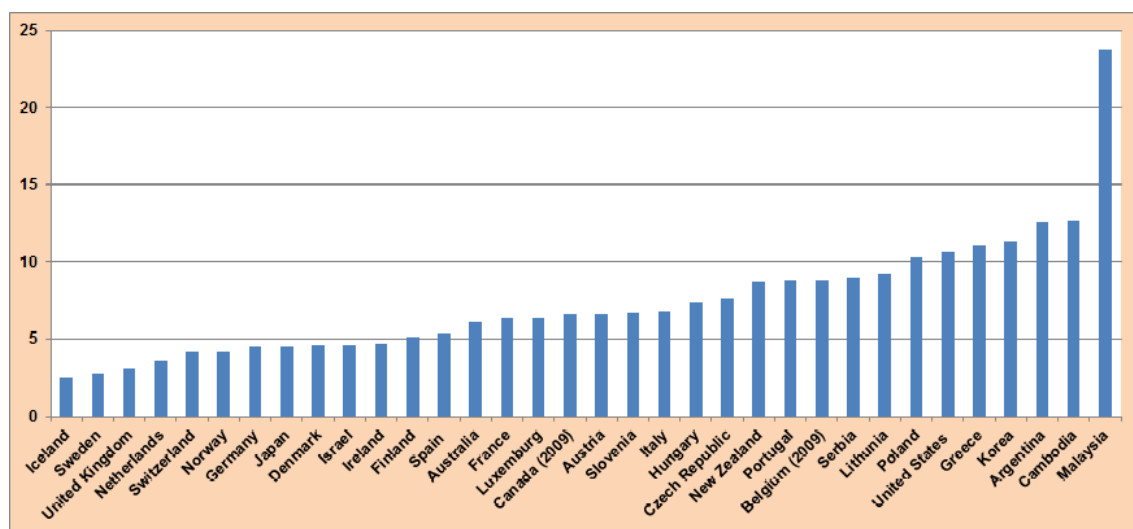
и то тренутно стање и успостављени тренд (ЕСМТ, 2002).

Саобраћајни ризик представља годишњи број смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама у односу на број регистрованих моторних возила (најчешће се користи број смртно страдалих лица / 10.000 регистрованих моторних возила / годишње). Саобраћајни ризик за земље чланице IRTAD-а представљен је на Слици бр. 2.9 (OECD/ITF, 2012).

Јавни ризик представља годишњи број смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама у односу на број становника (најчешће коришћен је број смртно страдалих лица / 100.000 становника / годишње). Јавни ризик за земље чланице IRTAD-а представљен је на Слици бр. 2.10 (OECD/ITF, 2012).



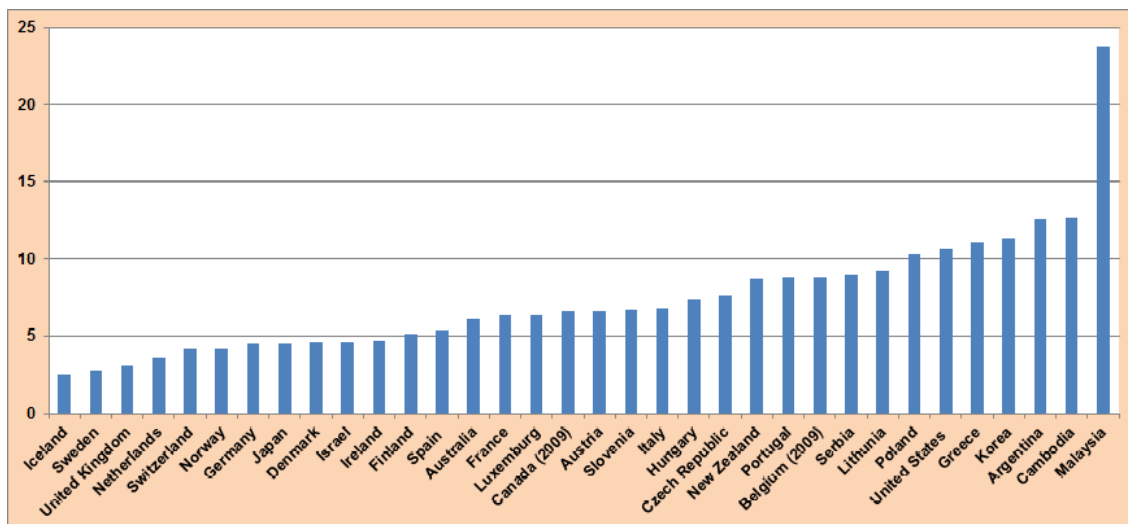
Слика бр. 2.9 – Саобраћајни ризик земаља чланица IRTAD-а (OECD/ITF, 2012)



Слика бр. 2.10 – Јавни ризик земаља чланица IRTAD-а (OECD/ITF, 2012)

Динамички саобраћајни ризик представља годишњи број смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама у односу на извршени транспортни рад (нпр. број смртно страдалих лица / милијарду пређених километара / годишње). Динамички саобраћајни ризик за земље чланице IRTAD-а представљен је на Слици бр. 2.11 (OECD/ITF, 2012).

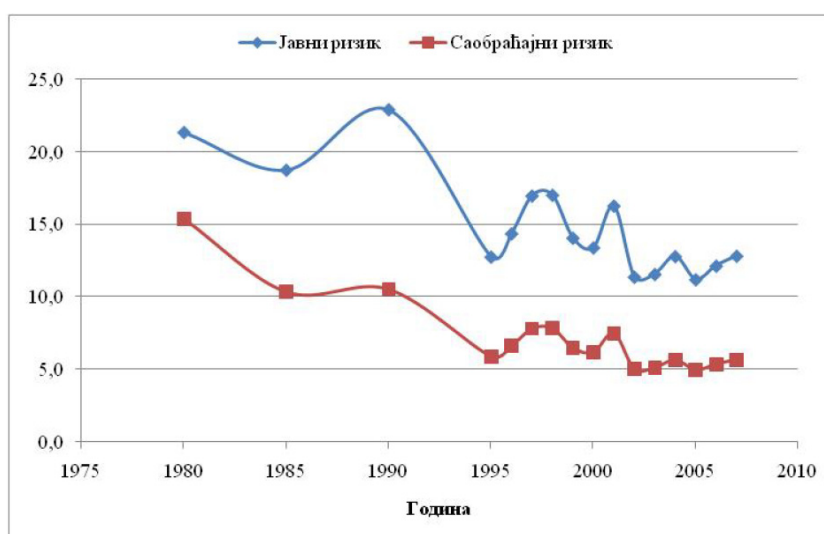




Слика бр. 2.11 – Динамички саобраћајни ризик земаља чланица IRTAD-а (OECD/ITF, 2012)

Јавни, саобраћајни и динамички саобраћајни ризик треба пратити и током времена, односно пратити успостављен тренд чиме се постиже мерење ефикасности заштитног система и врши оцена квалитета система управљања безбедношћу саобраћаја.

За Србију у периоду од 1980. до 2007. године јавни и саобраћајни ризици имају релативно повољан тренд јер је успостављен дугорочно гледано опадајући тренд, али са јасно израженим осцилацијама, посматрано у краћим периодима (Слика бр. 2.12), што, са друге стране, указује на неуспостављен квалитетан заштитни систем (Јовановић и др, 2009).



Слика бр. 2.12 – Јавни и саобраћајни ризик у Србији у периоду 1980-2007 године (Јовановић и др, 2009)

Свеобухватно посматрано може се закључити да се за оцену неке појаве, па и безбедности саобраћаја, њено мерење и поређење могу користити различити показатељи. Који ће се од показатеља користити, зависи од потреба и врста анализа, услова, циљева и проблема истраживања, а оцена и мерење нивоа безбедности саобраћаја може се спроводити за земље, регионе, градове, општине, путеве, саобраћајнице, деонице путева, транспортна предузећа, за аутошколе, за поједине категорије учесника у саобраћају, за поједине тачке на путу, итд. (Липовац, 2008).

## 2.5. ИНДИКАТОРИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Новија истраживања у вези мерења и оцена нивоа безбедности саобраћаја користе појам "индикатори безбедности саобраћаја" (eng. Safety performance indicators – SPI). Индикатори безбедности саобраћаја су, у ствари, индиректни показатељи безбедности саобраћаја. Индикатори безбедности саобраћаја представљају било коју меру која је узрочно везана за саобраћајне незгоде и последице саобраћајних незгода (ETSC, 2001).

Индикатори безбедности саобраћаја представљају везу између последица саобраћајних незгода и мера за смањење последица тих незгода (OECD, 2005), а значај индикатора се може оценити на основу јачине везе са дешавањем саобраћајне незгоде или повреде (Липовац, 2008).

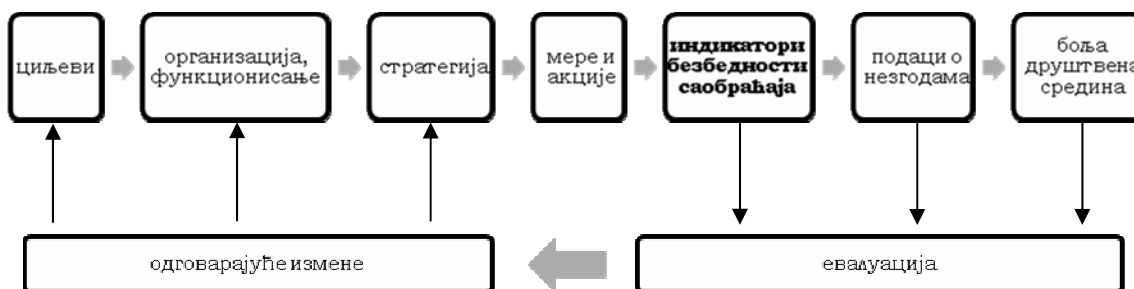
Индикатор може садржати велике количине информација приказане на прост начин које, ако се препознају, могу бити искоришћене на адекватан начин у циљу побољшања безбедности саобраћаја. Индикатори у безбедности саобраћаја представљају значајан искорак у науци безбедности саобраћаја и служе за оцену и праћење стања безбедности саобраћаја (Пешић и Антић, 2012). Поред традиционалних мера у безбедности саобраћаја, неопходно је развити мере, које би могле разумети процес настанка незгода и последица незгода (Липовац, 2008), а за то могу послужити индикатори безбедности саобраћаја. Посебан значај индикатора у безбедности саобраћаја огледа се у праћењу учинка, дефинисању и успостављању трендова, предвиђању проблема, процени политичког утицаја, поређењу итд (Пешић и Антић, 2012).

Кључна тачка у развоју индикатора је да индикатори морају да прикажу небезбедне услове система безбедности саобраћаја и због тога се разликују од директних излаза, односно последица небезбедности саобраћајног система (саобраћајне незгоде и последице саобраћајних незгода). Посебно је важно истаћи значај индикатора у систему управљања безбедношћу саобраћаја. Наиме, за сваки ниво пирамиде система управљања безбедношћу саобраћаја потребно је обезбедити праћење стања у том нивоу. Праћење стања се може постићи одабиром одговарајућих показатеља и/или индикатора (Слика бр. 2.13).



Слика бр. 2.13 – Систем управљања безбедношћу саобраћаја и његово праћење (Hakkert et al, 2007)

Место и улога индикатора безбедности саобраћаја у систему управљања безбедношћу саобраћаја најбоље се може појаснити на примеру. Ако би нпр. контрола брзине била мера унапређења безбедности саобраћаја, њен излаз би представљао нпр. камере за снимање прекорачења брзине. Оперативни услови саобраћаја би били прекорачење ограничења брзине, који би се индикаторима безбедности саобраћаја могли утврдити. Када се посматра процес оцењивања нивоа безбедности саобраћаја тада се место и улога индикатора безбедности саобраћаја може представити алгоритмом, приказаним на Слици бр. 2.14.



Слика бр. 2.14 – Место индикатора у систему унапређења безбедности саобраћаја (Пешић и Антић, 2012)

Оцењивање безбедности саобраћаја помоћу индикатора, по правилу, може се спровести и пре него што се догоде саобраћајне незгоде, што омогућава да се проактивно могу уочити евентуални проблеми и одговарајућим изменама у систему може се деловати на побољшање функционисања система безбедности саобраћаја. Успостављање и праћење индикатора треба да унапреди већ поменуто праћење постојећег стања заштитног система безбедности саобраћаја, брзо праћење и мерење ефеката појединих мера и активности и међусобно поређење, а то се може постићи спровођењем следећих корака (Липовац и др, 2012):

- прецизно дефинисање индикатора безбедности саобраћаја,
- рангирање индикатора према значају и избор најважнијих индикатора који ће се пратити,
- дефинисање начина мерења индикатора,
- израда методологије прикупљања података за најважније индикаторе који ће се пратити,
- анализа и извештавање о индикаторима.

ETSC (2001) је разматрао велики број фактора који доприносе настанку саобраћајних незгода и препознати су фактори, односно могући индикатори безбедности саобраћаја који се тичу:

- понашања учесника у саобраћају (прекорачење брзине, употреба сигурносних појасева, употреба заштитних кацига, вожња под утицајем алкохола итд.),
- путне инфраструктуре (пријањање коловоза, путна мрежа која не задовољава стандарде за безбедно коришћење итд.),
- возила (старост и пасивна безбедност возног парка, техничка исправност итд.) итд.

Разматрајући потенцијалне и најчешће коришћене индикаторе безбедности саобраћаја (прекорачење брзине, сигурносни појасеви, кациге и утицај алкохола) ETSC (2001) је закључио да постоје одступања у начину прикупљања података (базе података, анкете, мерења, процене итд.) и да се јавља проблем у смислу ограничења и могућности поређења држава. Према препорукама у Извештају Индикатори безбедности саобраћаја (ETSC, 2001) издвојено је седам основних подручја (области) за развој индикатора:

- употреба алкохола и дроге,
- брзина,
- заштитни системи,
- дневна светла,
- возила,
- путеви и
- здравствена заштита.

Бројна истраживања, стручни и научни радови покушавају да дефинишу која би то врста индикатора имала могућност добре оцене безбедности саобраћаја. Wegman et al. (2010) наводе да се поређење између држава најчешће спроводи путем одређеног односа смртности у саобраћају, односно ризика страдања у саобраћају и да је осим тзв. излазних индикатора (eng. outcome indicators), који су везани за последице незгода, при оцени нивоа безбедности саобраћаја, потребно узети и тзв. међуизлазне индикаторе (eng. intermediate outcomes), нпр. коришћење сигурносних појасева, алкохол, брзина и сл., али и друштвене трошкове (eng. social costs). Слично као и Wegman et al. (2010), Hermans et al. (2009a) наводе да је у циљу сагледавања безбедности саобраћаја потребно анализирати податке који су везани за незгоде и то последице незгода (смртна страдања, тешке и лаке телесне повреде) у односу на број становника и индикаторе које предлаже ETSC (2001). Gitelman et al. (2010) наводе да феномен безбедности саобраћаја има комплексни карактер и да се данас жели утврдити што више индикатора, који су у могућности да измере факторе који доприносе настанку незгода и да идентификују услове који су повезани са ризиком настанка незгода. На тај начин индикатори могу да служе као подршка креаторима политика и стратегија безбедности саобраћаја у доношењу одлука. Hollo et al. (2010) су нагласили да индикатори, а посебно они који су уско повезани са главним факторима ризика, треба да имају могућност да опишу, односно "објасне" ниво безбедности саобраћаја. Како је безбедност саобраћаја сложена појава, неопходно је дефинисати индикаторе који могу измерити факторе који доприносе настанку незгода, који идентификују услове везане за повећање броја незгода, последица незгода итд. (Пешић и Антић, 2012).

# 3.

## МЕРЕЊЕ И ОЦЕНА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

### 3.1. ОСНОВНА ПОСТАВКА ПРОБЛЕМА МЕРЕЊА И ОЦЕЊИВАЊА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Проблем, који се јавља већ дужи низ година у безбедности саобраћаја, је како наћи одговарајућу меру и коју меру користити код мерења и оцењивања безбедности саобраћаја (Пешић и Антић, 2012). Први покушаји у дефинисању нивоа безбедности саобраћаја, који узимају у обзир неколико показатеља, везују се за 1938. годину и F. Raingold-а (Драгач и Вујанић, 2002.), који је дефинисао тзв. "степен опасности":

$$P = n_0 \cdot p_0 + n_1 \cdot p_1 + n_2 \cdot p_2 + n_3 \cdot p_3 \quad [3.1]$$

где:

- $n_i$  представља број саобраћајних незгода са одређеном последицом (материјална штета, лаке телесне повреде, тешке телесне повреде и смртне последице, респективно), а
- $p_i$  представља пондер, односно тежински коефицијент саобраћајне незгоде са одговарајућом последицом.

Данас се један значајан број истраживања из области безбедности саобраћаја бави развојем модела за што реалније дефинисање нивоа безбедности саобраћаја. У највећем броју случајева модели су конципирани на одабиру одговарајућег броја показатеља безбедности саобраћаја, који дефинишу ниво безбедности саобраћаја.

Једно од истраживања дефинисања нивоа безбедности саобраћаја на неком подручју (Vuјanić and Jovanov, 1999) узима у обзир директне релативне показатеље, који у себи садрже број смртно страдалих лица, број повређених лица, број саобраћајних незгода, транспортни рад, дужину путне мреже и број становника. Додељивањем тежинских фактора сваком од показатеља и спајањем у један број, дефинише се ниво безбедности саобраћаја неког подручја. Поређењем овако дефинисаног нивоа безбедности саобраћаја за посматрано подручје са нивоом безбедности саобраћаја за неко друго подручје могуће је поредити безбедност саобраћаја тих подручја. Друго истраживање (Sutiwipakorn and Prechaverakul, 2002), по сличном концепту, дефинише оцену нивоа безбедности саобраћаја неког подручја тако што узима у обзир јавне и саобраћајне ризике.

Новија истраживања, такође су покушала да дефинишу одређени индекс који би на ефикасан начин оценио безбедност саобраћаја на неком подручју (на пример: Hermans et al., 2009 – Road safety index; Gitelman et al., 2010 – Composite road safety indicator; Wegman et al., 2010 – Road safety composite index, Al-Haji, 2007 – Road safety development index) и то комбинујући различите показатеље помоћу познатих метода (нормализација података, додељивање тежинских коефицијената, агрегација података).

Имајући претходно наведено у виду, број показатеља, који би дефинисао ниво безбедности саобраћаја, зависи од тога колико одређени показатељ може реално да представи слику безбедности саобраћаја на неком подручју, од расположивости података, али и од тога колика се прецизност дефинисања нивоа безбедности саобраћаја жели постићи. Значајно је напоменути да одабир показатеља зависи и од нивоа на коме се врши оцена безбедности саобраћаја (међународни, национални, локални итд.).

У данашње време, мерење и оцена нивоа безбедности саобраћаја се, у зависности од показатеља, спроводи коришћењем директних, индиректних, односно комбинацијом директних и индиректних показатеља.

Директни показатељи се традиционално користе за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Најчешће су у употреби показатељи који нумерички представљају незгоде и последице незгода и то најчешће јавни, саобраћајни и динамички саобраћајни ризик.

Индиректни показатељи свој значај у оцењивању безбедности саобраћаја налазе у питању *"Да ли се могу незгоде и последице незгода предвидети неким другим показатељом који није у директној вези са незгодама и последицама тих незгода?"*. Липовац (2008) управо због тога и поставља питање *"Да ли се може оцењивати безбедност саобраћаја и пре догађања прве саобраћајне незгоде, односно без познавања података о незгодама и њиховим последицама?"*. У том смислу, у последње време, развијају се модели које за оцену нивоа безбедности саобраћаја користе и индиректне показатеље безбедности саобраћаја (конфликти, понашање учесника у саобраћају, квалитет возног парка, инфраструктуре, система, ...), па новија истраживања (нпр. Koonstra et al., 2002; Wegman et al, 2005; Wegman et al, 2008; Al-Haji, 2007; Gitelman, 2010; Hakkert, 2007 итд), за оцену нивоа безбедности саобраћаја, користе најчешће комбинацију индиректних и директних показатеља.

Оцена нивоа безбедности саобраћаја може се спровести и другим различитим методама (Липовац, 2008): експертска метода, анкета, анализа функционисања заштитног система, анализа постојећих прописа, закона итд.



Поређење нивоа безбедности саобраћаја може се обављати на међународном, националном и локалном нивоу. Међутим, оцене стања безбедности саобраћаја могу се односити за подручје (држава, регион, град, општина, ...), за путеве (аутопутеви, мотопутеви, ...), за деонице путева, за учеснике у саобраћају, за предузећа итд. Драгач и Вујанић (2002) наводе да се поређење нивоа безбедности саобраћаја на појединим деоницама путева може вршити:

- у односу на просечан ниво безбедности саобраћаја путне мреже у земљи,
- поређењем две деонице или два пута међусобно,
- поређењем нивоа безбедности саобраћаја на деоницама истог или различитих путева, итд.

У насељима, односно градовима, Драгач и Вујанић (2002) наводе да је поређење нивоа безбедности саобраћаја могуће:

- поређењем нивоа безбедности саобраћаја различитих путева (деоница) на подручју истог града,
- поређењем нивоа безбедности саобраћаја различитих путева (деоница) на подручјима различитих градова,
- поређењем нивоа безбедности саобраћаја на различитим деоницама истог пута.

Код мерења и оцењивања нивоа безбедности саобраћаја најчешће се користи тзв. квантитативна анализа. Квантитативна анализа је најједноставнија анализа и укључује само нумеричке, тзв. квантитативне показатеље. Квантитативна анализа омогућава процену нивоа безбедности саобраћаја на основу тренда саобраћајних незгода, појавних облика (грешака) саобраћајних незгода, просторне и временске дистрибуције саобраћајних незгода, тежине последица саобраћајних незгода, степена угрожености у саобраћају итд. (Липовац, 2008). Праћење тренда показатеља безбедности саобраћаја подразумева праћење и анализу понашања криве која описује кретање броја, односно нумеричке вредности тог показатеља током времена (године, месеци, дани, сати, ...). Праћењем тренда показатеља могуће је предвидети стање, односно вредност тог показатеља у будућем периоду, наравно ако се не уведу мере које утичу на промену тог показатеља.

Оцена нивоа безбедности саобраћаја може се спровести и просторном расподелом показатеља безбедности саобраћаја који описују стање безбедности саобраћаја (нпр. саобраћајне незгоде, смртно страдала лица, ...). На просторну расподелу утиче низ фактора као што су: саобраћајно оптерећење, путна мрежа, локација насеља, раскрсница, начин регулисања саобраћаја итд.

Временска расподела саобраћајних незгода, са друге стране, има за циљ да оцени безбедност саобраћаја кроз временску осу, односно да утврди када, тј. у које време је повећана угроженост учесника у саобраћају (године, годишња доба, месеци, дани, часови у току дана, туристичке сезоне итд.).

Иако су прва истраживања за оцену нивоа безбедности саобраћаја узимала у обзир тзв. директне показатеље, односно број незгода, број настрадалих и то у релативном односу са бројем становника, степеном моторизације, изложености (Пешић и др, 2010), данас се све више у оцену нивоа безбедности саобраћаја укључују индиректни показатељи, па је тако Al-Haji (2007) оцењивање нивоа безбедности саобраћаја класификовао у четири хронолошке генерације:

- Прва генерација – оцена нивоа безбедности саобраћаја на основу међусобне повезаности степена моторизације, саобраћајног и јавног ризика,
- Друга генерација – оцена нивоа безбедности саобраћаја на основу међусобне повезаности тренда степена моторизације, саобраћајног и јавног ризика,
- Трећа генерација – оцена нивоа безбедности саобраћаја на основу интеграције више показатеља, коришћењем и индиректних показатеља,
- Четврта генерација – оцена нивоа безбедности саобраћаја на основу повезивања производње, најбоље праксе и стратешког оцењивања безбедности саобраћаја, коришћењем бенчмаркинга.

Сврха оцене нивоа безбедности саобраћаја коришћењем више показатеља је реалније осликавање стања у безбедности саобраћаја.

Уколико је, на пример, број смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама у односу на број становника у граду А већи у односу на град Б, да ли то значи да је град Б безбеднији у односу на град А. Да, али ако се посматра само тај показатељ, тзв. јавни ризик у саобраћају. Међутим, ако се у обзир узме и изложеност у саобраћају и ако су становници града А мобилнији у односу на становнике града Б, онда се не може сматрати да је град Б безбеднији у односу на град А. Анализа и оцена се још више компликује уколико се у разматрање узме још више показатеља.

## 3.2. ПОСТОЈЕЋИ МОДЕЛИ ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

До сада је у свету, па и код нас у Србији развијен велики број модела за различите оцене нивоа безбедности саобраћаја. У наставку ће бити приказане неке од одабраних модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

### 3.2.1. ОЦЕНА ПРОМЕНЕ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ЗА ВОЗИЛА И ПЕШАКЕ

За оцену промене нивоа безбедности саобраћаја возила и пешака на делу улице (раскрсници) може се користити показатељ  $k$  (Драгач и Вујанић, 2002):

$$k = \frac{a}{b \cdot C} \quad [3.2]$$

где је:

- $a$  – број саобраћајних незгода, које су се догодиле у периоду после спровођења превентивних мера,
- $b$  – број саобраћајних незгода, које су се догодиле у истом периоду, али пре спровођења превентивних мера,
- $C$  – однос броја саобраћајних незгода које су се догодиле после примене превентивних мера, према броју незгода за исти временски период пре примене превентивних мера, за контролну деоницу или цело насеље – подручје у коме се налази разматрана раскрсница или деоница пута.

У случају када је  $k > 1$  то значи да се број незгода повећао, а када је  $k < 1$  број незгода се смањио.

На пример, ако би се у периоду од годину дана после примене мера на потезу улице од 150 m догодило 7 саобраћајних незгода, а годину дана пре тога 10 саобраћајних незгода и ако би однос броја саобраћајних незгода које су се догодиле после примене превентивних мера, према броју незгода за исти временски период пре примене превентивних мера, за цело насеље износио 0,8, тада би показатељ  $k$  износио:

$$k = \frac{7}{10 \cdot 0,8} = 0,875$$

па би то значило да су предложене мере на конкретној локацији имале позитивне ефекте на безбедност саобраћаја.

За утврђивање да ли се догодила статистички значајна промена у броју саобраћајних незгода користи се  $\chi^2$  тест који се израчунава:

$$\chi^2 = \frac{(a - b \cdot C)}{n \cdot C} \quad [3.3]$$

где је:  $n = a + b$ .

Сматра се да је промена статистички значајна са разликом мањом од 5%, ако је  $\chi^2$  већи од 3,84, а провера статистичке значајности се може спровести само за подручја, деонице, раскрснице где има више од 30 незгода.

### 3.2.2. ОЦЕНА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА КОД ПРЕСЕЦАЊА (УКРШТАЊА) ТОКОВА

На укрштањима токова се јавља потреба за регулисањем саобраћаја возила и пешака у циљу повећања безбедности, а издвајање опасних места се може спровести применом критеријума за оцену опасности (Драгач и Вујанић, 2002):

$$K_p = \frac{N \cdot 10^7}{(I_1 + I_2) \cdot 365} \quad [3.4]$$

где је:

- $N$  – просечан годишњи број саобраћајних незгода израчунат за дужи временски период (не мање од 5 година),
- $I_1, I_2$  – просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) за сваки ток пресецања израчунат за исти период времена.

За  $K_p > 8$  раскрсница се сматра врло опасном, па је неопходно предузети мере побољшања. За  $K_p < 8$  раскрсница се сматра мање опасном или безопасном.

Ако је, на пример, на раскрсници просечан број саобраћајних незгода за период од 5 година износио 2 саобраћајне незгоде, саобраћајни ток  $I_1$  има ПГДС од 2000 возила на дан, а саобраћајни ток  $I_2$  има ПГДС од 4000 возила на дан, тада би критеријум опасности износио:

$$K_p = \frac{2 \cdot 10^7}{(2000 + 4000) \cdot 365} = 9,13$$

па би се могло закључити да је раскрсница врло опасна и да је неопходно применити одговарајуће мере побољшања.

### 3.2.3. "ИНДЕКС ОПАСНОСТИ"

Reingold је предложио модел за дефинисање тзв. "индекса тежине незгоде", који се још назива и "индекс опасности" или "степен опасности" (Драгач и Вујанић, 2002):

$$P = n_0 \cdot P_0 + n_1 \cdot P_1 + n_2 \cdot P_2 + n_3 \cdot P_3 \quad [3.5]$$

где су:

- $n_0, n_1, n_2, n_3$  – број незгода са материјалном штетом, лако повређеним лицима, тешко повређеним лицима и са погинулима, респективно
- $P_0, P_1, P_2, P_3$  – коефицијент (пондер) тежине последица незгоде одговарајуће врсте (1, 5, 70, 130, респективно)

Ако би се, на пример, у граду А догодило 1000 саобраћајних незгода са материјалном штетом, 100 незгода са лако повређеним лицима, 10 незгода са тешко повређеним лицима и 1 незгода са смртно страдалим лицем, а у граду Б се догодило 1100 незгода са материјалном штетом, 90 незгода са лако повређеним лицима, 6 незгода са тешко повређеним лицима и 1 незгода са смртно пострадалим лицем, тада би индекси опасности за град А и град Б износили:

$$P_A = 1000 \cdot 1 + 100 \cdot 5 + 10 \cdot 70 + 1 \cdot 130 = 2330$$

$$P_B = 1100 \cdot 1 + 90 \cdot 5 + 6 \cdot 70 + 1 \cdot 130 = 2100$$

па би се могло закључити да је град Б безбеднији од града А.

Reingold-ов степен опасности не узима у обзир интензитет саобраћаја, па је препоручено да се користи за краће деонице путева, укрштања, раскрснице итд. За дуже деонице путеве примењује се кориговани Reingold-ов степен опасности, који узима у обзир дужину деонице ( $L$ ), као и ПГДС ( $N$ ):

$$S_o = \frac{n_0 \cdot P_0 + n_1 \cdot P_1 + n_2 \cdot P_2 + n_3 \cdot P_3}{365 \cdot N \cdot L} \quad [3.6]$$

#### 3.2.4. БАЗНИ И ЛАНЧАНИ ИНДЕКС

Базни и ланчани индекс су модели за оцену нивоа безбедности саобраћаја који најчешће користе неки од директних показатеља безбедности саобраћаја. Основна идеја код базног индекса је дефинисање базне године и праћење промене показатеља у наредним и претходним годинама. Са друге стране, ланчани индекс подразумева праћење промене вредности показатеља у односу на претходну годину.

Базни индекс представља релативни однос између нивоа једне појаве у више временских периода у односу на ниво те исте појаве у једном тзв. базном периоду и израчунава се на основу следећег израза:

$$I_b = \frac{V_{ptg}}{V_{pbg}} \cdot 100\% \quad [3.7]$$

где је:

- $V_{ptg}$  – вредност показатеља у текућој години
- $V_{pbg}$  – вредност показатеља у базној години

За базну годину одређена је 1991. година, а промене су израчунате за 2007. годину (Јовановић и др, 2011). Највеће смањење броја саобраћајних незгода са настрадалим лицима у анализираном периоду имала је Француска (График бр. 3.1) која је успела да за 50% смањи број саобраћајних незгода са настрадалим. Натпросечне резултате оствариле су Данска (-42,7%) и Холандија (-41,8%). Најлошије резултате имају Румунија (+227,5%), Словенија (+67,3%) и Бугарска (+65,0%). Око 75% држава успело је да смањи број саобраћајних незгода у односу на базну годину.

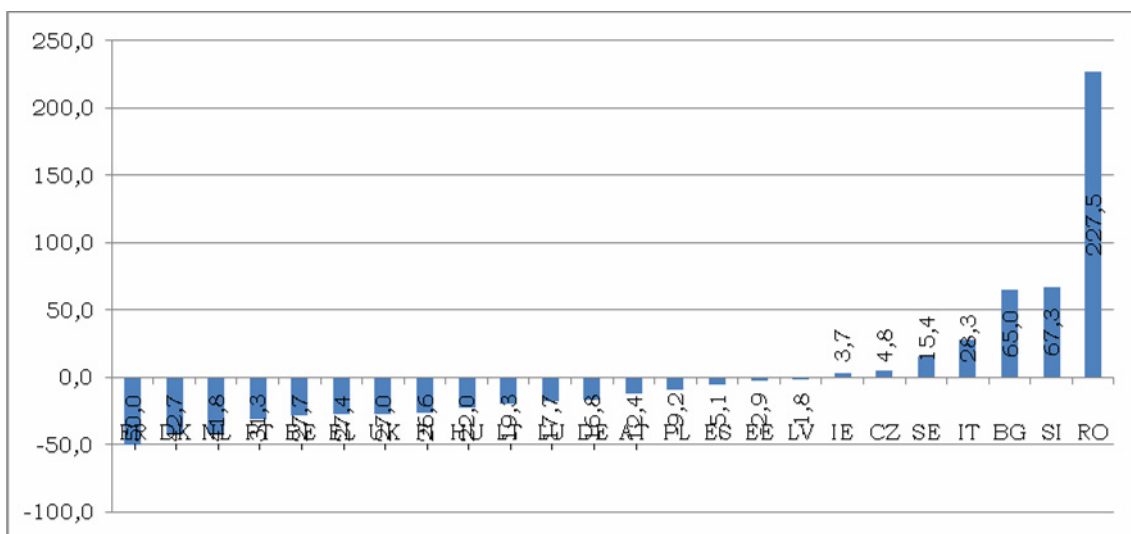


График бр. 3.1 – Промене броја саобраћајних незгода са настрадалим лицима, 2007/1991, државе Европске Уније (Јовановић и др, 2011).

Промене броја погинулих у саобраћајним незгодама за већину држава представљене су на Графику бр. 3.2. Све државе, осим Малте (+31,3%) успеле су да смање број погинулих у саобраћајним незгодама. Чак 78% држава успело је да смањи број погинулих за више од 40%. Највећи напредак направиле су Естонија (-79,6%), Летонија (-74,5%) и Португал (-73,9%). Србија је имала смањење броја погинулих лица за 49,3%, у периоду од 1992. до 2010. године.

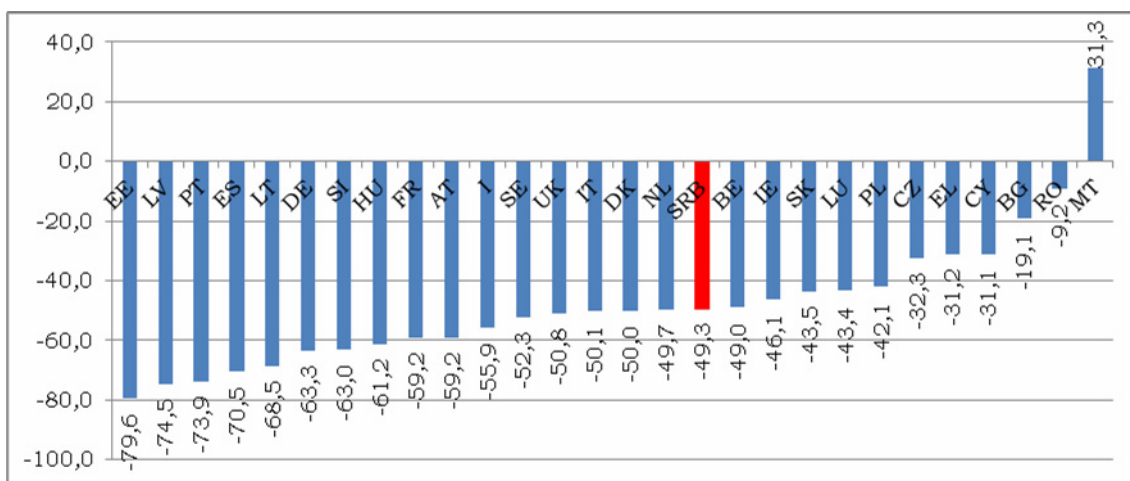


График бр. 3.2 – Промене броја погинулих у саобраћајним незгодама, државе Европске уније, 2009/1991. и Србија 2010/1992. (Јовановић и др, 2011).

Ланчани индекс, са друге стране, представља релативни однос између нивоа појаве у текућем временском периоду у односу на претходни временски период и, што је посебно важно, погодан је за процену ефикасности процеса управљања безбедношћу саобраћаја. Ланчани индекс се израчунава на основу следећег израза:

$$I_l = \frac{V_{ptg}}{V_{ppg}} \cdot 100\% \quad [3.8]$$

где је:

- $V_{ptk}$  – вредност показатеља у текућој години
- $V_{pbk}$  – вредност показатеља у претходној години

На пример, посматрајући ланчани индекс за Немачку, Естонију и Србију (Јовановић и др., 2011) може се закључити да Немачка успева из године у годину да смањује број погинулих, док су код Естоније постојале значајније осцилације у оба смера, тј. значајна смањења и пораст броја погинулих (График бр. 3.3).

Са аспекта показатеља ефикасности процеса пример Немачке је прихватљивији као модел, јер показује стабилност и даје боље изгледе да и у будућности неће бити значајнијих осцилација, за разлику од Србије и Естоније, које имају веома нестабилне промене у броју погинулих, односно још нису успоставиле стабилан и снажан заштитни систем у безбедности саобраћаја.



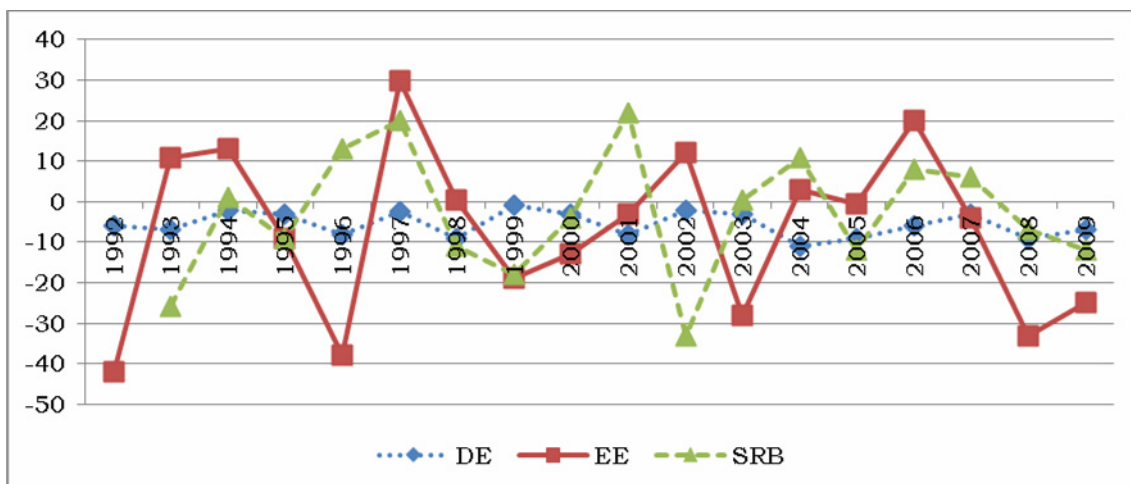


График бр. 3.3 – Ланчани индекс броја погинулих у саобраћајним незгодама, Естонија, Немачка и Србија, 1991-2009.

Примена базног и ланчаног индекса за оцену промене стања у безбедности саобраћаја може бити проширена и на индиректне показатеље безбедности саобраћаја, односно на индикаторе безбедности саобраћаја (Јовановић и др, 2012.). На овај начин може се пратити стање и тенденција показатеља у безбедности саобраћаја који су основа за оцену стања безбедности саобраћаја.

### 3.2.5. МАПИРАЊЕ РИЗИКА

Мапирање ризика представља картографски приказ ризика страдања у саобраћају, који користи директне показатеље безбедности саобраћаја, односно саобраћајне незгоде и последице саобраћајних незгода. У мапирање ризика је могуће укључити и основна обележја и карактеристике саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода.

Најчешће се код мапирања ризика користе опште познати јавни ризик и саобраћајни ризик, који представљају вероватноћу смртог страдања и/или повређивања у саобраћајним незгодама у односу на величину популације одређеног подручја или у односу на број регистрованих моторних возила. Осим тога, користе се и индивидуални и колективни ризици, који подразумевају однос броја саобраћајних незгода или настрадалих у саобраћајним незгодама и дужине деонице неког пута или саобраћајнице, односно у односу на број пређених возилокилометара на посматраној деоници.

У зависности од изабраног ризика, приступа се израчунавању и дефинисању класа ризика, а након тога ризици се картографски приказују. Картографски приказ ризика омогућава праћење и поређење стања безбедности саобраћаја, односно ризика различитих ентитета, различитих деоница путева и сл.

Мапирање ризика на деоницама путева је развијено и од стране RAP (eng. Road Assessment Program) конзорцијума са основним циљем да се деонице путева у Европској Унији оцене са становишта безбедности саобраћаја, а сама оцена је заснована на искуству истраживања ризика у многим европским земљама (Hill, 2010).

Мапирање ризика по ентитетима, односно унапред дефинисаним подручјима омогућава да та подручја (на пример општине) уоче тенденције и оцене напредак у смањењу ризика страдања (Липовац и др, 2009). На овај начин могуће је боље упознати проблематику безбедности на путевима и тумачити разлоге напретка или погоршања стања. Са друге стране, међусобним поређењем подручја упоређују се резултати и препознају она подручја која су имала највећи успех и од њих треба преузимати најбољу праксу у погледу управљања безбедношћу саобраћаја (Липовац и др., 2009).

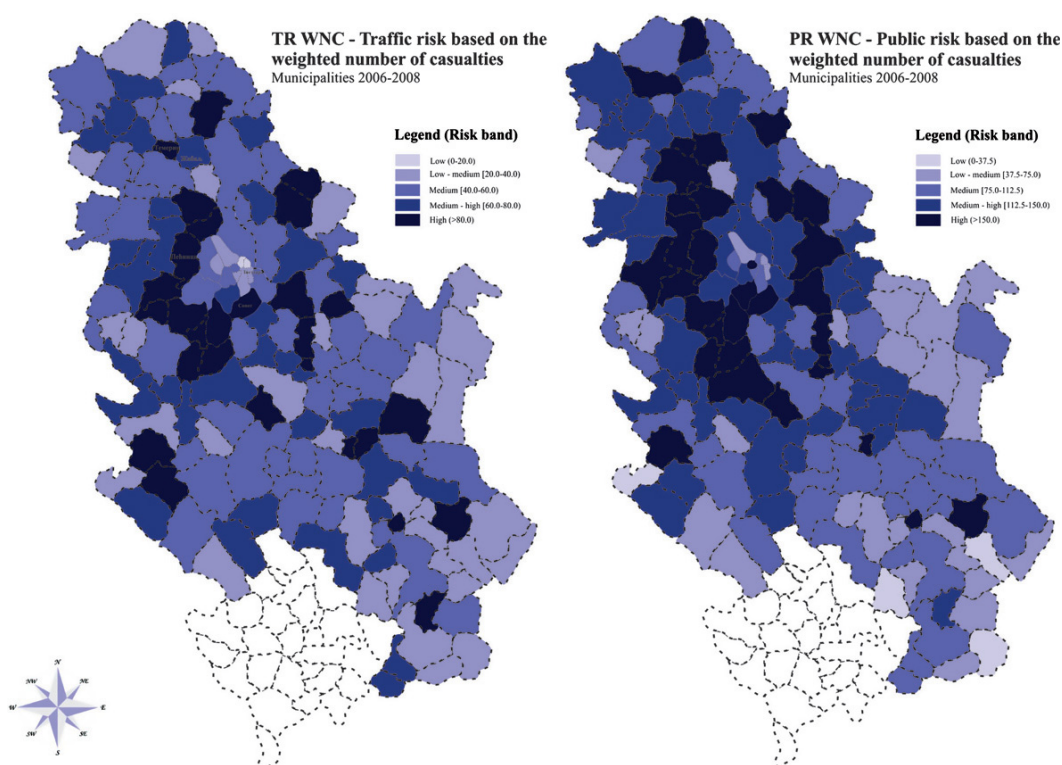
Праћењем стања безбедности саобраћаја – мапирањем и приказивањем мапа ризика на територији чини се први корак ка идентификацији проблема (Кукић и др., 2011). Анализирањем прикупљених обележја безбедности саобраћаја уочавају се недостаци, проналазе се нова решења за побољшање постојећих база података, као и начини прикупљања података. Ово доприноси побољшању квалитета анализе стања безбедности саобраћаја, а тиме и поузданој оцени стања, дефинисању кључних проблема и проналажењу мера за унапређење безбедности саобраћаја (Кукић и др., 2011).

У наставку развијања модела мапирања ризика и одабира релевантног ризика за праћење стања безбедности саобраћаја Kukić et al. (2013) су предложили тзв. "модел избора релевантног ризика", који може на прихватљив начин извршити мапирање ризика и то коришћењем једног релевантног ризика.

Модел подразумева израчунавање пет показатеља добијених на основу: броја саобраћајних незгода са настрадалим лицима, броја незгода са погинулим лицима, броја погинулих лица, броја погинулих и тешко повређених лица и на основу пондерисаног броја настрадалих лица.

Израчунавањем средње вредности посматраних релативних показатеља и добијањем прихватљивог ризика за посматрану популацију и територију као ризик са највећом вредношћу коефицијента линеарне корелације у односу на средњу вредност посматраних ризика Kukić et al. (2013) су показали да би јавни ризик израчунат на основу пондерисаног броја последица саобраћајних незгода са коефицијентом корелације од 0,94 представљао релевантан ризик за оцену и праћење стања безбедности саобраћаја по општина Републике Србије.

Примери мапирања ризика и то јавног и саобраћајног ризика израчунатих на основу пондерисаног броја последица саобраћајних незгода дати су на Слици бр. 3.1.



Слика бр. 3.1 – Дистрибуција саобраћајног (лево) и јавног (десно) ризика израчунатог на основу пондерисаног броја последица саобраћајних незгода за општине у Републици Србији за период 2006-2008 године (Kukić et al, 2013)

### 3.2.6. ИНТЕГРИСАНИ МОДЕЛ ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ ПЕШАКА НА МИКРОЛОКАЦИЈИ

Модел идентификовања и рангирања опасних места за пешаке на микролокацији практично подразумева оцену нивоа безбедности саобраћаја за пешаке на локацији мање површине. Модел подразумева анализу директних и индиректних показатеља безбедности саобраћаја. Подразумева истовремено коришћење анализе саобраћајних незгода, анализе субјективних ставова учесника у саобраћају и резултата примене конфликтне технике. Комбиновање више метода истовремено омогућава да се опасна места за пешаке уоче и оцене са различитих гледишта и свеобухватно.

Просторна анализа саобраћајних незгода омогућава да се утврде објективно опасна места за пешаке, док анализа субјективних ставова пешака и возача и примена конфликтне технике омогућава да се утврде субјективно потенцијална и објективно потенцијална опасна места за пешаке. На тај начин је интегрисан реактивни и проактивни приступ унапређења безбедности саобраћаја пешака, односно, омогућена је оцена безбедности саобраћаја за пешаке на микролокацији и самим тим створена је могућност отклањања опасних места, али и будућих опасних места за пешаке. Модел идентификовања и оцене опасних места за пешаке на микролокацији састоји се из три корака (Пешић и др., 2009):

- Први корак – анализа саобраћајних незгода са пешацима. Анализом података о саобраћајним незгодама долази се до тзв. објективно опасних места, односно до локација где се стварно догађају саобраћајне незгоде са учешћем пешака.
- Други корак – примена субјективне конфликтне технике. Конфликтном техником се долази до објективно потенцијално опасних места, односно до локација где долази до честих конфликата у саобраћају између пешака и моторизованог саобраћаја, који могу резултирати саобраћајним незгодама.

- Трећи корак – спровођење анкете или интервјуа у циљу утврђивања субјективних ставова учесника у саобраћају о ризику. Анкетом се долази до субјективно опасних места, односно до локација на којима се учесници у саобраћају осећају посебно небезбедно.

Након оцене и утврђивања опасних места на сва три начина, врши се "преклапање" тако утврђених опасних места и долази до опасних места на којима је потребно применити одговарајуће контрамере (Пешић и др., 2009). Пешић и др. (2009) наводе да су, приликом преклапања опасних места, могући следећи случајеви:

- опасна места се у потпуности преклапају,
- опасна места се делимично преклапају и
- опасна места се у потпуности разликују.

Приликом отклањања опасних места, од изузетног значаја је применити одговарајуће контрамере на свим локацијама, односно и на објективним опасним местима и на објективно потенцијалним опасним местима и на субјективним опасним местима. Слично претходно наведеном, Schneider (2004) је, у свом истраживању, у којем је користио статистичку анализу саобраћајних незгода и анализу субјективних ставова учесника у саобраћају о ризицима, препознао случајеве потпуног преклапања, делимичног преклапања, као и потпуног размимоилажења објективног и субјективног ризика.

За верификацију резултата рангирања опасних места, добијених "преклапањем", коришћен је тзв. "composite method" (комполитни метод) и то тзв. "sum-of-the-ranks" (SR) метод (метод суме рангова). Принцип "sum-of-the-ranks" метода је комбиновање рангова оцене опасних места добијених индивидуалним методама за утврђивање ранга опасних места. Свака од примењених метода у оквиру модела за оцену и рангирање опасних места за пешаке (анализа саобраћајних незгода, примена модификоване конфликтне технике и истраживање субјективних ставова учесника у саобраћају анкетом) може уочити и дефинисати опасна места по неком рангу ( $R_i$ ), па се зато применом "composite method" као излазни резултат добија тзв. "composite rank" (CR) (комполитни ранг).

"Composite rank" представља практично укупан (обједињен) ранг опасних места, који комбинује и обједињује рангове добијене применом сваке од појединачних метода. Израз за израчунавање "composite rank" гласи:

$$CR = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} \quad [3.9]$$

где је:

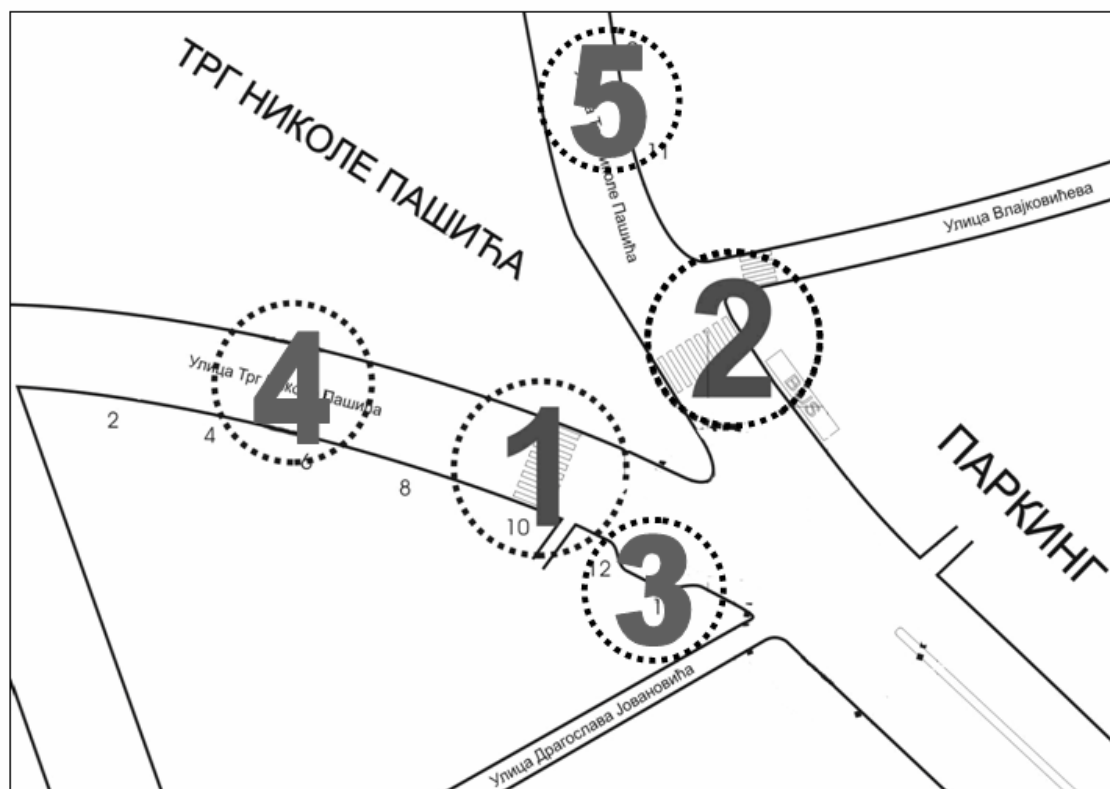
- $R_1$  – ранг опасних места утврђен на основу анализе саобраћајних незгода
- $R_2$  – ранг опасних места утврђен на основу модификоване конфликтне технике
- $R_3$  – ранг опасних места утврђен на основу анкетног истраживања субјективних ставова пешака и возача

Код израчунавања "composite rank", за утврђивање ранга, различитим анализама може бити додељен одређени тежински коефицијент. Узимајући у обзир и тежинске коефицијенте ( $w_i$ ) израз за израчунавање "composite rank" гласио би:

$$CR = \frac{R_1 \cdot w_1 + R_2 \cdot w_2 + R_3 \cdot w_3}{3} \quad [3.10]$$

Модел за оцену и рангирање опасних места за пешаке је у свом основном облику, по први пут у Србији, примењен у Студији унапређења безбедности пешака на Тргу Николе Пашића у Београду 2004. године. Касније, 2010. године, модел је унапређен додавањем дела који се односи на додељивање тежинских коефицијената, нормализацију података и "sum-of-the-ranks" метод. Пример примене унапређеног модела приказана је у наставку.

Након спроведене анализе и утврђивања објективних, потенцијално објективних и субјективних опасних места приступило се "преклапању" и дошло се до коначне мапе, која на основу свеобухватне анализе саобраћајних незгода, конфликта и субјективних ставова учесника у саобраћају дефинише опасна места и даје оцену безбедности саобраћаја и ранг микролокација повећане угрожености пешака (Слика бр. 3.2) и Табела бр. 3.1.



Слика бр. 3.2 – Коначна оцена и ранг опасних места за пешаке

Табела бр. 3.1 – Коначна оцена и обједињени ранг опасних места

ID	опасно место	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	CR	SR
A	Трг Николе Пашића од броја 2 до 6	5	3	8	1,67	4
B	Трг Николе Пашића од броја 8 до 12	1	1	3	0,45	1
C	У зони Трга Николе Пашића број 14	3	4	5	1,21	3
D	Трг Николе Пашића "код паркинга"	6	5	4	1,79	6
E	"паркинг"	7	6	7	2,25	9
F	Трг Николе Пашића од броја 9 до 11	4	6	8	1,75	5
G	У зони раскрснице Трга Николе Пашића са улицом Влајковићевом	2	2	2	0,67	2
H	Пешачки прелаз у Влајковићевој улици	7	6	6	2,19	8
I	"Теме" раскрснице	7	6	1	1,89	7

### 3.2.7. TRAFFIC SAFETY LEVEL (TSL)

Модел прорачуна и оцене нивоа безбедности саобраћаја тзв. Traffic Safety Level (TSL) модел аутора Vuĳanic and Jovanov (1999) за прорачун нивоа безбедности саобраћаја на неком подручју врши агрегацију 10 директних показатеља безбедности саобраћаја на одређени начин. Предложени показатељи безбедности саобраћаја узимају у обзир мобилност, односно изложеност становништва у саобраћају, али и ризик страдања у саобраћајним незгодама.

TSL модел прорачуна нивоа безбедности саобраћаја, има и скалу нивоа безбедности саобраћаја. На тај начин је омогућено дефинисање подручја у распону од подручја са веома високим нивоом безбедности саобраћаја, па све до подручја са веома ниским нивоом безбедности саобраћаја.

За одређивање нивоа безбедности, предложени су следећи показатељи, који би према ауторима TSL модела (Vuĳanic and Jovanov, 1999) најреалније представили слику о стању безбедности саобраћаја на неком подручју (региону, граду и сл.):

1. број погинулих особа на  $10^8$  возило километара,
2. број повређених особа на  $10^8$  возило километара,
3. број саобраћајних незгода на  $10^8$  возило километара,
4. број погинулих особа на 1 km уличне мреже,
5. број повређених особа на 1 km уличне мреже,
6. број саобраћајних незгода на 1 km уличне мреже,
7. број погинулих особа на 100.000 становника,
8. број повређених особа на 100.000 становника,
9. број погинулих особа на 100 саобраћајних незгода и
10. број повређених особа на 100 саобраћајних незгода.

Утврђена вредност TSL за неколико подручја (градова, делова градова и сл.) омогућава међусобно поређење тих подручја по нивоу безбедности саобраћаја. За међусобно поређење предложено је да се показатељи односе на унапред дефинисани период времена (једну годину, пет година и сл.).



Модел прорачуна подразумева да се за сваки од показатеља утврде минималне и максималне референтне вредности. Минимална вредност је нула (0), док је максимална вредност референтне вредности показатеља два пута већа од максималне вредности показатеља. Однос вредности показатеља и максималне референтне вредности представља коефицијент  $h$ . Сваком од показатеља је додељен и тежински фактор  $k$  ( $1 \leq k \leq 2$ ), који дефинише важност, односно значај показатеља. Да би се одредио укупан ниво безбедности саобраћаја, потребно је израчунати:

$$TSL = \sum_{i=1}^{10} h_i \cdot k_i \quad [3.11]$$

Овако добијена вредност TSL представља коефицијент, односно индекс, који описује ниво безбедности саобраћаја одређеног подручја (региона, града, општине, дела града и сл.), али је погодан и за поређење са осталим подручјима, односно за рангирање по следећој класификацији:

- подручја са веома ниским нивоом безбедности саобраћаја  
– ( $TSL > 7$ ),
- подручја са ниским нивоом безбедности саобраћаја  
– ( $6 < TSL < 7$ ),
- подручја са средњим нивоом безбедности саобраћаја  
– ( $5 < TSL < 6$ ),
- подручја са високим нивоом безбедности саобраћаја  
– ( $4 < TSL < 5$ ),
- подручја са веома високим нивоом безбедности саобраћаја  
– ( $TSL < 4$ ).

### 3.2.8. ROAD SAFETY (ROSA) ИНДЕКС

Модел прорачуна нивоа безбедности саобраћаја тзв. ROSA (ROad SAfety) индекс (Sutiwipakorn and Prechaverakul, 2002), омогућава поређење нивоа безбедности саобраћаја за области или градове и у један индекс спаја 4 показатеља безбедности саобраћаја:

1. број погинулих на 100.000 становника
2. број погинулих на 10.000 регистрованих возила
3. број повређених, који су упућени на болничко лечење, на 100.000 становника
4. број повређених, који су упућени на ванболничко лечење, на 100.000 становника

Sutiwipakorn и Prechaverakul (2002) указују да је последња два показатеља једноставно добити увидом у документацију Министарства здравља. Међутим, имајући у виду изворе података о повређеним лицима у саобраћајним незгодама, уместо тога, једноставније је доћи до података о лако, односно тешко и смртно повређеним лицима, па се модел може применити и на тај начин, дакле коришћењем података о броју повређених (лако и тешко) и смртно страдалих лица у незгодама. Поступак прорачуна ROSA индекса је следећи: за сваки од показатеља одреди се средња вредност и стандардно одступање, а потом се у зависности од вредности показатеља сваком од показатеља додели вредност коефицијента "f", при чему већи коефицијент указује на неповољнију вредност показатеља. Коефицијент "f" се додељује према правилу датом у Табели бр. 3.2.

Табела бр. 3.2 – Вредности коефицијента f у зависности од вредности показатеља

вредност показатеља	коефицијент – f
$0 \rightarrow (\bar{x} - \sigma)$	0,1
$(\bar{x} - \sigma) \rightarrow (\bar{x} - \sigma/2)$	0,3
$(\bar{x} - \sigma/2) \rightarrow (\bar{x} + \sigma/2)$	0,5
$(\bar{x} + \sigma/2) \rightarrow \bar{x} + \sigma$	0,7
$> \bar{x} + \sigma$	0,9

Сваком од показатеља додељује се и тежински фактор, а предложено је да збир тежинских фактора ( $W_i$ ) буде 10:

- број погинулих на 100.000 становника,  $W_1 = 3$ ,
- број погинулих на 10.000 регистрованих возила,  $W_2 = 4$ ,
- број повређених, који су упућени на болничко лечење (или тешко повређених лица) на 100.000 становника,  $W_3 = 2$ ,
- број повређених, који су упућени на ванболничко лечење (или лако повређених лица), на 100.000 становника,  $W_4 = 1$ .

Прорачун ROSA индекса се спроводи изразом:

$$ROSA = \sum_{i=1}^4 W_i \cdot f_i \quad [3.12]$$

где је:

- $W_i$  – тежински фактор показатеља  $i$
- $f_i$  – коефицијент утврђен на основу вредности показатеља

ROSA индекс може узети вредност од 1 до 9, при чему већа вредност ROSA индекса указује на неповољније стање безбедности саобраћаја у анализираној области. Другим речима, подручје са мањим ROSA индексом је безбедније у односу на подручје са већим ROSA индексом.

### 3.2.9. ROAD SAFETY DEVELOPMENT INDEX (RSDI)

Road Safety Development Index (RSDI) је модел оцене нивоа безбедности саобраћаја, који на свеобухватан и једноставан начин врши оцену стања безбедности саобраћаја у одређеној земљи и омогућава поређење између других земаља (Al-Наји, 2007). RSDI омогућава оцену и рангирање стања безбедности саобраћаја у односу на перформансе сличних земаља, у односу на референтну земљу, у односу на циљну вредност индекса и у односу на перформансе анализираних земаља које је остварила у прошлости (Al-Наји, 2007). Практично, то је интегрисани модел оцене перформанси и развоја безбедности саобраћаја. Модел одговарајуће показатеље безбедности саобраћаја трансформише у квантитативну вредност, тзв. композитни, односно свеобухватни индекс.

Показатељи, који фигуришу у оцени нивоа безбедности саобраћаја у RSDI моделу су подељени у три стуба (eng. pillars) и то: "Безбеднији производ" (eng. Safer Product), "Безбеднији људи" ("Safer people") и "Безбеднији систем" ("Safer System"). У оквиру сваког од стубова дефинисане су појаве које треба посматрати, а у оквиру сваке од појава дефинисани су показатељи за које треба прикупљати податке (јавни ризик, саобраћајни ризик, понашање учесника у саобраћају, безбеднија возила, безбеднији путеви, социоекономски параметри, принуда, заштитни систем).

Основни кораци у формирању RSDI индекса су (Al-Haji, 2007):

- одабир кључних индикатора,
- нормализација индикатора,
- додељивање тежинских коефицијената индикаторима,
- комбиновање индикатора различитим приступима у RSDI.

Израз за израчунавање RSDI је следећи (Al-Haji, 2007):

$$RSDI = \sum_{i=1}^n w_i \cdot D_i \quad [3.13]$$

где је:

- $D_i$  – нормализована вредност индикатора
- $w_i$  – тежински коефицијент индикатора

Тежински коефицијент сваког од индикатора може бити између 0 и 1, а сума тежинских коефицијената за одабране индикаторе је 1 (Al-Haji, 2007). RSDI може узети вредност од 0 до 100, а већа вредност представља већи ниво безбедности саобраћаја у земљи. Насупрот томе, нижа вредност означава лоше перформансе безбедности саобраћаја. Циљна вредност је 100 и показује колико је која земља блиска достизању циљне вредности. Према вредности RSDI индекса земље могу бити подељене на (Al-Haji, 2007):

- земље са високим RSDI индексом,  $RSDI \geq 70$ ,
- земље са средњим RSDI индексом,  $40 \leq RSDI < 70$ ,
- земље са ниским RSDI индексом,  $RSDI < 40$ .

Модел омогућава да у RSDI индекс може бити укључено мање или више индикатора, такође омогућава примену различитих техника нормализације података и различитих техника за додељивање тежинских коефицијента, а свака од наведених промена ће утицати на крајњи излазни резултат (Al-Haji, 2007).

### 3.2.10. ROAD SAFETY INDEX (RSI)

Hermans et al. (2009b) су развијајући модел за оцену нивоа безбедности саобраћаја пошли од чињенице да су саобраћајне незгоде и последице саобраћајних незгода у великој зависности са индиректним показатељима безбедности саобраћаја.

Модел Road Safety Index (RSI) полази од седам кључних области у безбедности саобраћаја:

- алкохол и дрога,
- брзина,
- заштитни системи,
- видљивост,
- возила,
- инфраструктура и
- здравствена заштита.

У оквиру сваке области дефинисан је по један од индикатора који је неопходно пратити и који улази у финалну оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Индикатори су бирани субјективним методом на основу критеријума доступности и релевантности, односно квалитета података. Такође, индикатори су одабрани на тај начин да нижа вредност индикатора означава већу небезбедност. Изабрани су следећи индикатори (Hermans et al, 2009b):

- проценат возача који управља возилом под утицајем алкохола испод дозвољене границе,
- проценат возача који управљају возилом у складу са ограничењем брзине,
- проценат возача и сувозача на предњем седишту, који користе сигурносни појас,
- постојање/непостојање прописа у вези вожње дневним светлима,
- проценат возила млађих од 6 година,
- густина путне мреже,
- број болница на 1.000 становника.

Дефинисање индекса безбедности саобраћаја подразумева неколико корака: одабир показатеља, прикупљање података, нормализација података, додељивање тежинских коефицијената, агрегација и провера осетљивости излазних резултата (Hermans et al, 2009b).

### 3.2.11. COMPOSITE ROAD SAFETY INDICATOR (CRSI)

Composite Road Safety Indicator (CRSI) представља модел оцене нивоа безбедности саобраћаја који свеобухватно посматра различите показатеље безбедности саобраћаја, како директне, тако и индиректне. Код оцене безбедности саобраћаја у обзир узима показатеље из сваког од нивоа тзв. пирамиде безбедности саобраћаја (ETSC, 2001, Koonstra, 2002).

Основни индикатори који се користе за оцену нивоа безбедности саобраћаја, везани су за нивое опште познате пирамиде система управљања безбедношћу саобраћаја и у вези су са (Gitelman et al, 2010): политикама и програмима безбедности саобраћаја (постојање/непостојање програма безбедности саобраћаја), излазним показатељима (смртност, повређивање, ризици, ...), међуизлазним индикаторима (процент употребе сигурносних појасева, конфликти у саобраћају, проценат возача који управљају под утицајем алкохола, ...) и неким основним подацима о земљи (степен моторизације, густина насељености, ...).

Осим ризика, модел узима у обзир и тежину последица незгода, затим узима у обзир и остале учеснике у саобраћају, пешаке, бициклисте, мотоциклисте, тј. последице незгода са рањивим учесницима. Модел користи и резултате "креш" тестова, старост возног парка и структуру саобраћајног тока (процент комерцијалних возила) итд.

Доказујући стабилност и осетљивост примене различитих и великог броја показатеља препоручена је употреба следећих индикатора који треба да формирају CRSI (Gitelman et al, 2010): јавни ризик, саобраћајни ризик, динамички саобраћајни ризик, постојање циљева у систему управљања безбедношћу саобраћаја, економска ситуација, постојање мониторинга, односно праћење реализације задатака система управљања безбедношћу саобраћаја, заинтересованост и прихватање активности у систему управљања безбедношћу саобраћаја од стране управљача, проценат употребе сигурносних појасева на предњим седиштима, проценат употребе сигурносних појасева на задњим седиштима, просек старости возног парка.

### 3.2.12. ROAD SAFETY COMPOSITE INDEX (RSCI)

Road Safety Composite Index (RSCI), развијен првенствено за потребе SUNflowerNext пројекта (Wegman et al, 2008), има за циљ да оцени перформансе безбедности саобраћаја одређене земље. Међутим, модел је развијен тако да се помоћу њега може вршити оцена и поређење у оквиру мањих група земаља које су по својим перформансама у безбедности саобраћаја, социјалном, друштвеном и економском развоју, на врло сличном нивоу.

Wegman and Orre (2010) су у оквиру модела предложили три врсте индикатора, које треба узети у обзир код оцене безбедности саобраћаја:

- Прва врста индикатора обухвата индикаторе перформанси безбедности саобраћаја и узима у обзир излазне резултате (број погинулих, број повређених и сл.), међуизлазне индикаторе (процент употребе сигурносних појасева и сл.) и друштвене трошкове.
- Друга врста индикатора су индикатори који се односе на квалитет примене политика безбедности саобраћаја и називају се индикатори перформанси имплементације и у обзир узимају мере и програме безбедности саобраћаја, индикаторе безбедности саобраћаја и број смртно страдалих и повређених у саобраћајним незгодама.
- Трећа врста индикатора су тзв. индикатори перформанси политика безбедности саобраћаја, који разматрају, са једне стране, квалитет околности (постојање стратегија, програма, институционалних оквира и сл.), а са друге стране квалитет акционих планова и индивидуалних мера у складу са задатим циљевима безбедности саобраћаја.

Оцена нивоа безбедности саобраћаја се спроводи тако што се прво идентификују кључне компоненте перформанси безбедности саобраћаја, затим се изабере подручје са којим се врши поређење (друга земља, односно неко друго подручје) и на крају креирање индикатора за поређење, одређивање и тумачење вредности индикатора и дефинисање жељеног стања перформанси безбедности саобраћаја.

### 3.2.13. ПРЕГЛЕД ОСНОВНИХ КАРАКТЕРИСТИКА ОДАБРАНИХ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Очигледно је да се у последње време у науци безбедности саобраћаја много пажње посвећује управо оцени нивоа безбедности саобраћаја и изналажењу одговарајућег модела који би испунио одговарајуће захтеве. До сада развијени модели за оцену нивоа безбедности саобраћаја се разликују међу собом, а преглед основних карактеристика одабраних модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја дат је у Табели бр. 3.3. Анализом Табеле бр. 3.3 могуће је уочити сличности, разлике, начин формирања сваке од оцена нивоа безбедности саобраћаја, као и могућности примене и основне недостатке сваког од модела.

Табела бр. 3.3 – Основне карактеристике одабраних модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја

аутор(и)	назив модела	коришћени показатељи	поступак оцене нивоа безбедности саобраћаја	могућност примене	основни недостаци
Hermans et al. (2009)	Road safety index (RSI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- алкохол и дрога</li> <li>- брзина</li> <li>- заштитни систем</li> <li>- возило</li> <li>- инфраструктура</li> <li>- здравствена заштита</li> <li>- незгоде</li> <li>- последице</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- одабир индикатора</li> <li>- унос података који недостају</li> <li>- нормализација</li> <li>- додељивање тежинских коефицијената</li> <li>- агрегација</li> <li>- анализа осетљивости</li> <li>- DEA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- поређење између ентитета</li> <li>- изражава перформансе безбедности саобраћаја земље</li> <li>- помоћ у дефинисању приоритета</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DEA "мери" само релативну ефикасност</li> <li>- резултати су осетљиви на грешке у мерењу, улаз, излаз и величину узорка</li> </ul>
Gitelman et al. (2010)	Composite road safety indicator (CRSI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- индикатори из пирамиде безбедности саобраћаја:</li> <li>- перформансе политика безбедности саобраћаја – мере и програми безбедности саобраћаја</li> <li>- коначни резултати – последице</li> <li>- међуизлазни резултати – SPI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- стандардизација података</li> <li>- множење стандардизованих варијабли</li> <li>- додељивање тежинских коефицијената</li> <li>- сумирање</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- поређење ранга земаља</li> <li>- груписање земаља са сличним обједињеним индикатором</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- поређење земаља само са сличним нивоом перформанси безбедности саобраћаја</li> <li>- индикатори морају да буду конзистентни</li> </ul>



Табела бр. 3.3 – Основне карактеристике модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја (наставак)

аутор(и)	назив модела	коришћени показатељи	поступак оцене нивоа безбедности саобраћаја	могућност примене	основни недостаци
Wegman et al. (2010)	Road safety composite index (RSCI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– индикатори перформанси безбедности саобраћаја – SPI, последице, итд.</li> <li>– индикатор перформанси имплементације – SPI, последице, итд.</li> <li>– индикатор перформанси политика безбедности саобраћаја – мере и програми безбедности саобраћаја.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– идентификовање кључних компоненти перформанси безбедности саобраћаја дефинисање индикатора за поређење комбиновање индикатора у обједињени индекс</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– оцена ефеката програма безбедности саобраћаја поређење између земаља и региона</li> <li>– идентификовање компоненти које доприносе величини композитног индекса</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– одабир показатеља мора се спровести са повећаном пажњом</li> <li>– неки од индикатора су дескриптивни (нпр. перформансе политика безбедности саобраћаја)</li> </ul>
Al Haji (2007)	Road safety development index (RSDI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Производ – ризици и трендови</li> <li>– Човек – понашање</li> <li>– Систем – возила, путеви, принуда, итд.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– одабир кључних индикатора нормализација додељивање тежинских коефицијената комбиновање у један индекс</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– указује на значај ситуације у безбедности саобраћаја у одређеној земљи и/или у поређењу са осталим земљама током времена</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– број и врста показатеља зависи од доступности и квалитета података</li> </ul>
Вујанић и др. (1999)	Traffic safety level (TSL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– незгоде и последице – ризици, учесталост, итд.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– нормализација додељивање тежинских коефицијената агрегација</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– поређење између земаља, региона, градова и других подручја</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не може да оцени ниво безбедности саобраћаја за одређен један ентитет, већ само врши поређење ентитета</li> <li>– осетљив на промену улазних података</li> </ul>
Sutiwipakorn et al. (2002)	ROSA index	<ul style="list-style-type: none"> <li>– незгоде и последице – ризици</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– стандардизација података</li> <li>– додељивање тежинских коефицијената агрегација</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– поређење између земаља, региона, градова и других подручја</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не може да оцени ниво безбедности саобраћаја за одређен један ентитет, већ само врши поређење ентитета</li> <li>– осетљив на промену улазних података</li> </ul>

# 4.

## **АНАЛИЗА И ДИСКУСИЈА МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА**

Сумирајући значај и могућности мерења нивоа безбедности саобраћаја може се закључити да се познавањем нивоа безбедности саобраћаја може дефинисати скуп мера и акција за унапређење безбедности саобраћаја. Сама оцена нивоа безбедности саобраћаја се може вршити за одређено подручје, предузеће итд, али оцена нивоа безбедности саобраћаја може послужити и за оцену ефикасности заштитног система, односно праћење ефикасности примењених мера, итд.

Познавање нивоа безбедности саобраћаја подручја омогућава поређење безбедности саобраћаја тих подручја. Поређење између земаља често се спроводи према последицама саобраћајних незгода у односу на број становника (Hermans et al., 2009).

Hermans et al. (2009) су разматрали да би било интересно дефинисати један индекс безбедности саобраћаја (комбинација релевантних информација о безбедности саобраћаја), који би омогућио поређење ентитета и предложили да се процес агрегације параметара у један индекс састоји из две фазе, где је прва груписање индивидуалних индикатора, према одређеној области у један индикатор, а следећа груписање тако дефинисаних индикатора у један индекс. Један од најважнијих аспеката у груписању индикатора је додељивање одговарајућих тежинских фактора (Hermans et al., 2009), а већи тежински фактор одговарајућег индикатора значи његову већу релативну важност.

Gitelman et al. (2010) су закључили да је значајно дефинисати комбиновани индикатор безбедности саобраћаја, у коме су садржане релевантне информације у вези са безбедношћу саобраћаја, којима је такође додељен одговарајући тежински фактор. На тај начин би се добила јаснија и реалнија слика у поређењу са анализом безбедности саобраћаја нпр. само на основу смртности популације у саобраћају. Уз помоћ комбинованог индикатора безбедности саобраћаја могуће је једноставно поредити земље по стању у безбедности саобраћаја (Gitelman et al., 2010).

Wegman and Orpe (2010) су за све врсте поређења безбедности саобраћаја поставили питање: "*Са којом државом желимо да се поредимо?*". Како Wegman and Orpe (2010) наводе, адекватно је поредити државе са сличним саобраћајним системом или нивоом безбедности саобраћаја или са сличним окружењем. Реално је поредити државе са сличном социо-економском ситуацијом, сличном историјском и географском позадином, са сличним степеном моторизације и развојем у области безбедности саобраћаја, као у студији SUNflower+6 (Wegman and Orpe, 2010).

Из претходно наведеног може се уочити да се у последње време бројна истраживања баве дефинисањем одговарајућих модела прорачуна и оцене нивоа безбедности саобраћаја на неком подручју и да су основни проблеми код дефинисања модела, одабир релевантних показатеља, затим додељивање тежинских коефицијената тим показатељима и на крају одабир одговарајућег метода за повезивање показатеља у једну нумеричку вредност.

Ради уочавања предности и недостатака модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја на неком подручју, у наставку ће бити представљена упоредна анализа два модела прорачуна и рангирања нивоа безбедности саобраћаја подручја (TSL и ROSA), који су, до сада, у мањој или већој мери, коришћени у Србији. Такође, у наставку ће бити представљен и критички осврт на одабране моделе за оцену нивоа безбедности саобраћаја у свету.

#### 4.1. TSL И ROSA – НУМЕРИЧКИ ПРИМЕР

У студији случаја дат је нумерички приказ прорачуна и рангирања нивоа безбедности саобраћаја за одабране градове бивше Југославије. Приказ показатеља безбедности саобраћаја за градове бивше Југославије (Инић, 1995), заједно са припадајућим референтним вредностима, упоредо је дат у Табели бр. 4.1.

Табела бр. 4.1 – Преглед показатеља безбедности саобраћаја за одабране градове бивше Југославије са референтним вредностима (Инић, 1995)

показатељи	Београд	Љубљана	Сарајево	Скопље	Подгорица	Загреб	референтне вредности
број становника	1.700.000	341.458	460.000	550.000	145.280	930.000	-
број возила	393.768	124.864	81.997	112.773	22.205	223.946	-
број возача	467.054	133.203	89.378	117.810	39.676	386.508	-
број незгода	21.089	6.878	9.737	4.656	2.593	11.609	-
смртно страдалих становника	257	61	55	48	26	218	-
повређених становника	3.577	1.193	1.890	1.008	369	3.714	-
број возила на $10^5$ становника	21.027	36.568	17.825	20.513	15.284	24.082	0 - 73.136
број возача на $10^5$ становника	27.474	39.010	19.435	21.420	27.316	41.560	0 - 83.120
бр. незгода на $10^5$ становника	1.241	2.014	2.117	847	1.785	1.248	0 - 4.234
смртно страдалих на $10^5$ становника	15	18	12	9	18	23	0 - 46
повређених на $10^5$ становника	210	349	411	183	254	399	0 - 822
смртно страдалих на $10^8$ возилокилометара	5	3	12	10	8	4	0 - 24
повређених на $10^8$ возилокилометара	71	42	146	98	91	68	0 - 292
незгода на $10^8$ возилокилометара	358	316	395	440	360	412	0 - 880
смртно страдалих на 100 незгода	1,22	0,89	0,56	1,03	1,00	1,88	0 - 3,76
повређених на 100 незгода	16,96	17,34	19,41	21,65	14,23	31,99	0 - 63,98
број становника на 1.000 возила	4.756	2.734	5.609	4.877	6.542	4.152	0 - 13.084
број незгода на 1.000 возила	54	55	119	42	117	52	0 - 238
број возача на 1.000 возила	1.186	1.066	1.090	1.044	1.787	1.725	0 - 3.574
смртно страдалих на 1000 возила	0,65	0,49	0,67	0,43	1,17	0,97	0 - 2,34
повређених на 1.000 возила	9,08	9,55	23,01	8,94	16,62	16,58	0 - 46,02
дужина путне мреже у km	3.975	2.023	1.004	846	836	3.714	0 - 7.950
смртно страдалих по km путне мреже	0,06	0,03	0,05	0,06	0,03	0,06	0 - 0,12
повређених по km путне мреже	0,89	0,59	1,88	1,19	0,44	1,00	0 - 3,76
незгода по km путне мреже	5,31	3,4	9,7	5,5	3,1	3,13	0 - 19,4
степен моторизације (број возила на број становника)	1 : 4,8	1 : 2,7	1 : 5,6	1 : 4,9	1 : 6,5	1 : 4,1	-

За одабраних шест градова извршен је прорачун и рангирање нивоа безбедности саобраћаја, а онда је додавањем два града у скуп градова показана осетљивост оба модела, односно показана је промена излазних резултата у зависности од промена на улазу.

У Табели бр. 4.2 представљене су вредности показатеља безбедности саобраћаја који су одабрани за прорачун TSL, коефицијенти  $h$ , референтне вредности за показатеље и тежински коефицијенти  $k$ , при чему претпоследњи ред у табели представља израчунату вредност TSL за одабране градове.

Имајући у виду TSL модел за оцену и рангирање (поређење) одабраних градова и претпоследњи ред у Табели бр. 4.2, може се према вредности TSL утврдити ранг одабраних градова према безбедности саобраћаја (последњи ред у Табели бр. 4.2). Може се закључити да је применом TSL модела Љубљана град са високим нивоом безбедности саобраћаја, док је, на пример, Сарајево град са ниским нивоом безбедности саобраћаја.

Табела бр. 4.2 – Преглед одабраних показатеља безбедности саобраћаја, са коефицијентима  $h$  и  $k$ , референтним вредностима и вредностима TSL

показатељи	Београд вредност показат. /коэф. $h$	Љубљана вредност показат. /коэф. $h$	Сарајево вредност показат. /коэф. $h$	Скопље вредност показат. /коэф. $h$	Подгорица вредност показат. /коэф. $h$	Загреб вредност показат. /коэф. $h$	референт. вредност	коэф. $k$ (1-2)
смртно страдалих на 10 <sup>8</sup> возилокилометара	5 0,21	3 0,13	12 0,50	10 0,42	8 0,33	4 0,17	0 - 24	1,9
повређених на 10 <sup>8</sup> возилокилометара	71 0,24	42 0,14	146 0,50	98 0,34	91 0,31	68 0,23	0 - 292	1,9
број незгода на 10 <sup>8</sup> возилокилометара	358 0,41	316 0,36	395 0,45	440 0,50	360 0,41	412 0,47	0 - 880	1,8
смртно страдалих на 1 km путне мреже	0,06 0,50	0,03 0,25	0,05 0,42	0,06 0,50	0,03 0,25	0,06 0,50	0 - 0,12	1,5
повређених на 1 km путне мреже	0,89 0,24	0,59 0,16	1,88 0,50	1,19 0,32	0,44 0,12	1,00 0,27	0 - 3,76	1,5
број незгода на 1 km путне мреже	5,31 0,27	3,4 0,18	9,7 0,50	5,5 0,28	3,1 0,16	3,13 0,16	0 - 19,4	1,4
смртно страдалих на 100.000 становника	15 0,33	18 0,39	12 0,26	9 0,20	18 0,39	23 0,50	0 - 46	1,7
повређених на 100.000 становника	210 0,26	349 0,42	411 0,50	183 0,22	254 0,31	399 0,49	0 - 822	1,7
смртно страдалих на 100 незгода	1,22 0,32	0,89 0,24	0,56 0,15	1,03 0,27	1,00 0,27	1,88 0,50	0 - 3,76	1,6
повређених на 100 незгода	16,96 0,27	17,34 0,27	19,41 0,30	21,65 0,34	14,23 0,22	31,99 0,50	0 - 63,98	1,5
TSL вредност	5,00	4,19	6,77	5,62	4,69	6,22	-	-
ранг подручја	средњи ниво	висок ниво	низак ниво	средњи ниво	висок ниво	низак ниво	-	-

У Табели бр. 4.3 приказани су резултати прорачуна ROSA индекса за исте градове као и код прорачуна TSL модела.

Табела бр. 4.3 – Вредности показатеља безбедности саобраћаја, средње вредности, стандардног одступања, коефицијента  $f$  и  $W$  и ROSA индекса

показатељи	Београд вредност показат. /коэф. h	Љубљана вредност показат. /коэф. h	Сарајево вредност показат. /коэф. h	Скопље вредност показат. /коэф. h	Подгорица вредност показат. /коэф. h	Загреб вредност показат. /коэф. h	$\bar{x}$ $\sigma$	коэф. W
број становника	1.700.000 -	341.458 -	460.000 -	550.000 -	145.280 -	930.000 -	- -	-
број возила	393.768 -	124.864 -	81.997 -	112.773 -	22.205 -	223.946 -	- -	-
број смртно страдалих лица	257 -	61 -	55 -	48 -	26 -	218 -	- -	-
број хоспитализованих повређених лица	799 -	266 -	311 -	227 -	97 -	822 -	- -	-
број нехоспитализов. повређених лица	2.778 -	927 -	1.579 -	781 -	272 -	2.892 -	- -	-
смртно страдалих на 100.000 становника	15 0,5	18 0,5	12 0,3	9 0,1	18 0,5	23 0,9	15,83 4,52	3
смртно страдалих на 10.000 возила	6,53 0,5	4,89 0,3	6,71 0,5	4,26 0,1	11,71 0,9	9,73 0,7	7,31 2,62	4
хоспитализованих на 100.000 становника.	47 0,1	77,9 0,7	67,6 0,5	41,3 0,1	66,8 0,5	88,4 0,9	64,83 16,38	2
нехоспитализованих на 100.000 становника	163,4 0,3	271,5 0,5	343,3 0,9	142 0,1	187,2 0,3	311 0,7	236,4 76,3	1
ROSA индекс	4	4,6	4,8	1	6,4	8	-	-

Може се закључити да је применом ROSA индекса Скопље град који је најбезбеднији, док је Загреб најнебезбеднији град.

#### 4.1.1. ПРОВЕРА ОСЕТЉИВОСТИ ПРИМЕНЕ TSL И ROSA МОДЕЛА

За проверу осетљивости TSL и ROSA модела за прорачун нивоа безбедности саобраћаја у скуп одабраних шест градова додата су још два града, такође са подручја бивше Југославије и поновљен је поступак прорачуна нивоа безбедности саобраћаја на начин како је то дефинисано моделима.

Резултати нових прорачуна, за оба модела, за проширени скуп градова, су представљени у Табелама бр. 4.4, бр. 4.5 и бр. 4.6, а главни закључци спроведене упоредне анализе су:

- Поредећи новодобијени ранг одабраних градова према вредности TSL, као и поредећи новодобијену класификацију градова према нивоу TSL, може се закључити да је TSL модел за прорачун и оцену нивоа безбедности саобраћаја осетљив на промене на улазу.

- Поредећи Табеле бр. 4.2 и бр. 4.4, може се закључити да је додавањем два нова града у већ постојећи скуп градова, TSL вредност опала за све градове из првопосматраног скупа (нпр. нова TSL вредност за Љубљану је 3,78, а стара вредност 4,19).
- Сви првоанализирани градови су задржали свој редослед (ранг) према вредности TSL, али су зато, користећи предложену скалу за дефинисање нивоа безбедности саобраћаја, градови Љубљана, Београд и Загреб "прескочили" у вишу категорију нивоа безбедности саобраћаја.
- Практично, без икаквог конкретног побољшања безбедности саобраћаја, Љубљана је од града са високим нивоом безбедности саобраћаја постала град са врло високим нивоом безбедности саобраћаја и то само проширивањем првопосматраног скупа градова са два нова града и применом прорачуна према TSL моделу.
- Модел прорачуна ROSA индекса је, имајући у виду резултате представљене у Табелама бр. 4.3 и бр. 4.6, такође осетљив на промене на улазу.
- Као и код TSL модела, може се закључити да је, додавањем два нова града у већ постојећи скуп градова, ROSA индекс опао за све градове из првопосматраног скупа (нпр. нова вредност ROSA индекса за Београд је 1, а стара вредност 4).
- Код прорачуна ROSA индекса, додавањем два нова града у већ постојећи скуп градова, промењен је и ранг градова, односно промењен је редослед градова према безбедности (Скопље је у првом случају било безбедније од Београда, а у другом случају Скопље и Београд имају исти ROSA индекс, затим Љубљана је у првом случају била безбеднија од Сарајева, а у другом случају је обрнуто).
- Као и код TSL модела, без икаквог конкретног побољшања безбедности саобраћаја, већ само проширивањем скупа анализираних градова и применом идентичног модела прорачуна, дошло је до промене ранга градова према нивоу безбедности саобраћаја.

Табела бр. 4.4 – Показатељи безбедности саобраћаја за проширени скуп градова бивше Југославије са референтним вредностима

показатељи	Београд	Љубљана	Сарајево	Скопље	Подгорница	Загреб	Нови Сад	Приштина	референтне вредности
број становника	1.700.000	341.458	460.000	550.000	145.280	930.000	260.000	270.000	-
број возила	393.768	124.864	81.997	112.773	22.205	223.946	94.939	31.422	-
број возача	467.054	133.203	89.378	117.810	39.676	386.508	152.334	43.821	-
број незгода	21.089	6.878	9.737	4.656	2.593	11.609	5.813	2.158	-
смртно страдалих становника	257	61	55	48	26	218	69	38	-
повређених становника	3.577	1.193	1.890	1.008	369	3.714	1.270	693	-
број возила на 10 <sup>5</sup> становника	21.027	36.568	17.825	20.513	15.284	24.082	36.515	11.638	0 - 73.136
број возача на 10 <sup>5</sup> становника	27.474	39.010	19.435	21.420	27.316	41.560	58.590	16.237	0 - 117.180
број незгода на 10 <sup>5</sup> становника	1.241	2.014	2.117	847	1.785	1.248	2.236	799	0 - 4.472
смртно страдалих на 10 <sup>5</sup> становника	15	18	12	9	18	23	27	14	0 - 54
повређених на 10 <sup>5</sup> становника	210	349	411	183	254	399	488	257	0 - 976
смртно страдалих на 10 <sup>8</sup> возилокилометара	5	3	12	10	8	4	8	11	0 - 24
повређених на 10 <sup>8</sup> возилокилометара	71	42	146	98	91	68	96	130	0 - 292
незгода на 10 <sup>8</sup> возилокилометара	358	316	395	440	360	412	496	280	0 - 992
смртно страдалих на 100 незгода	1,22	0,89	0,56	1,03	1,00	1,88	1,19	1,76	0 - 3,76
повређених на 100 незгода	16,96	17,34	19,41	21,65	14,23	31,99	21,84	32,11	0 - 64,22
број становника на 1.000 возила	4.756	2.734	5.609	4.877	6.542	4.152	2.738	8.592	0 - 17.184
број незгода на 1.000 возила	54	55	119	42	117	52	62	69	0 - 238
број возача на 1.000 возила	1.186	1.066	1.090	1.044	1.787	1.725	1.604	1.394	0 - 3.574
смртно страдалих на 1000 возила	0,65	0,49	0,67	0,43	1,17	0,97	0,73	1,21	0 - 2,42
повређених на 1.000 возила	9,08	9,55	23,01	8,94	16,62	16,58	13,38	22,05	0 - 46,02
дужина путне мреже у km	3.975	2.023	1.004	846	836	3.714	755	863	0 - 7.950
смртно страдалих по km путне мреже	0,06	0,03	0,05	0,06	0,03	0,06	0,09	0,04	0 - 0,18
повређених по km путне мреже	0,89	0,59	1,88	1,19	0,44	1,00	1,68	0,80	0 - 3,76
незгода по km путне мреже	5,31	3,4	9,7	5,5	3,1	3,13	7,7	2,5	0 - 19,4
степен моторизације (број моторних возила на број становника)	1 : 4,8	1 : 2,7	1 : 5,6	1 : 4,9	1 : 6,5	1 : 4,1	1 : 2,7	1 : 8,6	-



Табела бр. 4.5. – Вредности показатеља безбедности саобраћаја, са коефицијентима  $h$  и  $k$ , референтним вредностима и вредностима  $TSL$  за проширени скуп градова бивше Југославије

показатељи	Београд вредност показатеља /коэф. $h$	Љубљана вредност показатеља /коэф. $h$	Сарајево вредност показатеља /коэф. $h$	Скопље вредност показатеља /коэф. $h$	Подгорица вредност показатеља /коэф. $h$	Загреб вредност показатеља /коэф. $h$	Нови Сад вредност показатеља /коэф. $h$	Приштина вредност показатеља /коэф. $h$	референтна вредност	коэф. $k$ (1-2)
смртно страдалих на $10^8$ возилокилометара	5 0,21	3 0,13	12 0,50	10 0,42	8 0,33	4 0,17	8 0,33	11 0,46	0 - 24	1,9
повређених на $10^8$ возилокилометара	71 0,24	42 0,14	146 0,50	98 0,34	91 0,31	68 0,23	96 0,33	130 0,45	0 - 292	1,9
број незгода на $10^8$ возилокилометара	358 0,36	316 0,32	395 0,40	440 0,44	360 0,36	412 0,42	496 0,50	280 0,28	0 - 992	1,8
смртно страдалих на 1 km путне мреже	0,06 0,33	0,03 0,17	0,05 0,28	0,06 0,33	0,03 0,17	0,06 0,33	0,09 0,50	0,04 0,22	0 - 0,18	1,5
повређених на 1 km путне мреже	0,89 0,24	0,59 0,16	1,88 0,50	1,19 0,32	0,44 0,12	1,00 0,27	1,68 0,45	0,80 0,21	0 - 3,76	1,5
број незгода на 1 km путне мреже	5,31 0,27	3,4 0,18	9,7 0,50	5,5 0,28	3,1 0,16	3,13 0,16	7,7 0,40	2,5 0,13	0 - 19,4	1,4
смртно страдалих на 100.000 становника	15 0,28	18 0,33	12 0,22	9 0,17	18 0,33	23 0,43	27 0,50	14 0,26	0 - 54	1,7
повређених на 100.000 становника	210 0,22	349 0,36	411 0,42	183 0,19	254 0,26	399 0,41	488 0,50	257 0,26	0 - 976	1,7
смртно страдалих на 100 незгода	1,22 0,32	0,89 0,24	0,56 0,15	1,03 0,27	1,00 0,27	1,88 0,50	1,19 0,32	1,76 0,47	0 - 3,76	1,6
повређених на 100 незгода	16,96 0,26	17,34 0,27	19,41 0,30	21,65 0,34	14,23 0,22	31,99 0,50	21,84 0,34	32,11 0,50	0 - 64,22	1,5
TSL вредност	4,49	3,78	6,27	5,15	4,30	5,60	6,87	5,45	-	-
ранг подручја	висок ниво	веома висок ниво	низак ниво	средњи ниво	висок ниво	средњи ниво	низак ниво	средњи ниво	-	-

Табела бр. 4.6 – Вредности показатеља безбедности саобраћаја, средње вредности, стандардног одступања, коефицијента  $f$  и  $W$  и ROSA индекса за проширени скуп градова Бише Југославије

показатељи	Београд вредност показатеља / коэф $f$	Љубљана вредност показатеља / коэф $f$	Сарајево вредност показатеља / коэф $f$	Скопље вредност показатеља / коэф $f$	Подгорица вредност показатеља / коэф $f$	Загреб вредност показатеља / коэф $f$	Нови Сад вредност показатеља / коэф $f$	Приштина вредност показатеља / коэф $f$	$\bar{x}$	коэф. $W$
број становника	1.700.000 -	341.458 -	460.000 -	550.000 -	145.280 -	930.000 -	260.000 -	270.000 -	-	-
број возила	393.768 -	124.864 -	81.997 -	112.773 -	22.205 -	223.946 -	94.939 -	31.422 -	-	-
број смртно страдалих лица	257 -	61 -	55 -	48 -	26 -	218 -	69 -	38 -	-	-
број хоспитализованих повређених лица	799 -	266 -	311 -	227 -	97 -	822 -	291 -	161 -	-	-
број нехоспитализованих повређених лица	2.778 -	927 -	1.579 -	781 -	272 -	2.892 -	979 -	532 -	-	-
смртно страдалих на 100.000 становника	15 0,1	18 0,3	12 0,1	9 0,1	18 0,3	23 0,5	27 0,7	14 0,1	22,67 5,48	3
смртно страдалих на 10.000 регистраваних возила	6,53 0,5	4,89 0,1	6,71 0,1	4,26 0,1	11,71 0,5	9,73 0,5	7,3 0,1	12,1 0,7	10,54 2,77	4
хоспитализованих повређених лица на 100.000 становника.	47 0,1	77,9 0,3	67,6 0,1	41,3 0,1	66,8 0,1	88,4 0,5	111,9 0,7	59,6 0,1	93,42 21,31	2
нехоспитализованих повређених лица на 100.000 становника	163,4 0,1	271,5 0,3	343,3 0,5	142 0,1	187,2 0,1	311 0,5	376,5 0,7	197,0 0,1	332,0 82,8	1
ROSA индекс	1	2,2	1,4	1	3,2	5	4,6	3,4	-	-

#### 4.1.2. ПОРЕЂЕЊЕ TSL И ROSA МОДЕЛА

У Табели бр. 4.7 дате су упоредне ранг листе одабраних шест градова добијене применом модела за прорачун нивоа безбедности саобраћаја на подручју (TSL и ROSA). Код оба модела мањи број (вредност, односно индекс) представља безбедније подручје.

Табела бр. 4.7 – Упоредни приказ рангова одабраних шест градова применом TSL и ROSA модела

град	ROSA индекс	град	TSL вредност
Скопље	1	Љубљана	4,19
Београд	4	Подгорица	4,69
Љубљана	4,6	Београд	5,00
Сарајево	4,8	Скопље	5,62
Подгорица	6,4	Загреб	6,22
Загреб	8	Сарајево	6,77

Упоредном анализом резултата примене модела за прорачун нивоа безбедности саобраћаја на подручју може се закључити да се градови Београд и Љубљана налазе у првој половини ранг листа, односно безбеднији су у односу на остале градове, док се Сарајево и Загреб налазе у другој половини ранг листа.

Скопље се применом TSL модела налази у групи небезбеднијих градова, док је применом ROSA индекса Скопље најбезбеднији град. Обрнут случај је за град Подгорицу, за који је применом TSL модела Подгорица један од безбеднијих градова, а применом ROSA индекса један од небезбеднијих градова. Евидентно је да примењени модели немају исти, већ само сличан излазни резултат.

Основна разлика у моделима за прорачун нивоа безбедности саобраћаја огледа се у броју показатеља који дефинишу ниво безбедности саобраћаја. TSL модел у прорачун узима 10, а ROSA индекс 4 показатеља безбедности саобраћаја. Осим тога, показатељи који учествују у дефинисању нивоа безбедности саобраћаја су различити. У TSL моделу, између осталих, фигуришу тзв. динамички показатељи безбедности саобраћаја, који узимају у обзир рад, односно пређени пут. Динамички показатељи су изузетно важни, јер описују мобилност, односно изложеност становника једног подручја. Врло често није познат податак о пређеној километражи возила, који су основа управо за динамичке показатеље.

Процена пређене километраже се најчешће врши на основу продаје погонских горива и просечне потрошње возила. Процена показатеља може у крајњем излазном резултату да да погрешан ("лажан") излаз. Ово је евентуално могуће превазићи додељивањем мањег тежинског фактора динамичким показатељима, а у будућности треба тежити адекватним и доступним базама података и одабрати показатеље за које се са сигурношћу може утврдити њихова вредност. Са друге стране, ROSA индекс не узима у обзир динамичке показатеље, већ узима у обзир само показатеље који разматрају вероватноћу да нека особа на неком подручју смртно страда или буде повређена у саобраћају (јавни и саобраћајни ризик).

Већи број показатеља у прорачуну нивоа безбедности саобраћаја може да опише већи број појава у безбедности саобраћаја и, по правилу, то би требало да значи и прецизније дефинисање нивоа безбедности саобраћаја. Проблем који се може јавити код примене прорачуна нивоа безбедности саобраћаја у пракси је доступност одређених показатеља. Због коришћења већег броја показатеља безбедности саобраћаја овај проблем је изразито већи код TSL модела у односу на ROSA индекс.

Са друге стране, мањи број показатеља до којих је углавном једноставно доћи у пракси, обезбеђује да ниво безбедности саобраћаја буде сигурније дефинисан. Тако дефинисан ниво безбедности саобраћаја израчунат је без процена и других значајнијих корективних акција, па се због тога ипак може сматрати довољно прецизним начином дефинисања нивоа безбедности саобраћаја на подручју.

Модел прорачуна ROSA индекса такође као и TSL модел повезује показатеље безбедности саобраћаја различитих подручја на одређени начин, па се оба могу користити само за поређење различитих подручја по нивоу безбедности саобраћаја, али не и за дефинисање нивоа безбедности саобраћаја тог подручја. Из претходно наведеног може се закључити да су оба модела погодна само за поређење и рангирање нивоа безбедности саобраћаја, односно утврђивање које од анализираних подручја је безбедније, а индекс (показатељ) који се добије применом оба модела не осликава реално слику безбедности саобраћаја тог подручја.

Још једна мана оба модела је да се прорачун не може спровести без података о најмање два подручја која се анализирају, а разлози су већ наведени начини повезивања показатеља безбедности саобраћаја више подручја.

Имајући у виду да TSL модела, према ауторима, има и могућност дефинисања нивоа безбедности саобраћаја на основу унапред дефинисане скале и да користи међусобно повезане показатеље различитих подручја, оправдано се поставља питање да ли дефинисање неког подручја, нпр. као подручја са врло високим нивоом безбедности саобраћаја, стварно одговара реалном стању у безбедности саобраћаја тог подручја. Промена излазног резултата у случају додавања, односно одузимања градова из истог региона показана је провером осетљивости оба модела, чиме је претходно наведено и доказано. Намеће се закључак да би ниво безбедности саобраћаја одређеног подручја требало дефинисати на основу показатеља, који се односе на конкретно подручје. Другим речима, потребно је дефинисати тзв. независни модел, који би без обзира на промене у смислу броја подручја које се анализирају, увек давао исти резултат, односно исту оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Имајући све претходно анализирано у виду може се закључити да ниједан од два представљена модела не разматра начин одабира показатеља за дефинисање нивоа безбедности саобраћаја, нити начин додељивања тежинских фактора показатељима и да се оба модела могу користити само за релативно поређење нивоа безбедности саобраћаја (мерење релативне ефикасности), односно да ли је неко подручје безбедније од другог подручја или не и то само ако постоје подаци о најмање два подручја, са немогућношћу указивања на могуће проблеме безбедности саобраћаја.

## 4.2. АНАЛИЗА ДРУГИХ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

До сада развијени модели за оцену нивоа безбедности саобраћаја су појединачни случајеви покушаја креирања одговарајућег модела, који мање или више још увек "болују" од тзв. "дечијих болести".

На глобалном нивоу још увек није јасно дефинисана нити усвојена јединствена терминологија чак ни основних појмова који су у вези са безбедношћу саобраћаја. Без обзира на ограничења, треба напоменути да сви представљени модели у научним и стручним круговима у последњих неколико година омогућавају да се ипак одређене оцене нивоа безбедности саобраћаја спроведу. Наиме, не треба заборавити чињеницу да је боље имати било какву оцену или мерење него немати. Управо због тога, неопходно је што пре доћи до јединствене методологије, уважавајући при томе постојеће, како би се задатак и циљ модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја на подручју испунио.

Модел за оцену нивоа безбедности саобраћаја су до сада највећим делом били конципирани на традиционалном начину оцењивања коришћењем података о броју саобраћајних незгода и последицама саобраћајних незгода. Међутим, у последње време, у свету, у развијеним земљама, пропагира се тзв. проактивни приступ управљања безбедношћу саобраћаја. Највећи број модела се ослања управо на показатеље који омогућавају оцену нивоа безбедности саобраћаја не чекајући да се догоде саобраћајне незгоде. У основи, овакав приступ је и хумани приступ управљања безбедношћу саобраћаја.

У основи свих модела оцене нивоа безбедности саобраћаја поступак је сличан и подразумева одабир релевантних показатеља, затим додељивање тежинских коефицијената и на крају спајање у једну нумеричку вредност која представља оцену нивоа безбедности саобраћаја. Сваки од наведених модела омогућава поређење перформанси безбедности саобраћаја између унапред дефинисаних ентитета, односно подручја (углавном земаља), затим омогућава дефинисање приоритета у управљању системом безбедности саобраћаја, оцену ефеката примењених мера и програма безбедности саобраћаја итд.

Поред предности који имају модели за оцену нивоа безбедности саобраћаја, сваки од наведених има и одређене недостатке, односно ограничења. На пример, модел назван Road safety index (Hermans et al., 2009) мери само релативну ефикасност у односу на друге ентитете односно подручја, али не и апсолутну.

Другим речима, "Road safety index" не омогућава оцену нивоа безбедности саобраћаја ако постоје подаци о једном подручју, већ је за оцену неопходно да постоје најмање два подручја која ће се међусобно поредити. Осим тога, велики недостатак овог модела је што је осетљив на величину узорка, који директно или индиректно утиче на оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Composite road safety indicator (Gitelman et al., 2010) модел такође омогућава само поређење између различитих ентитета и омогућава груписање земаља са сличном оценом нивоа безбедности саобраћаја. Са друге стране, овај модел има ограничење што се може применити само у оквиру групе земаља са сличним нивоом безбедности саобраћаја, односно са сличним социо-економским и другим карактеристикама земаља. Може се оправдано поставити питање *"Како би се онда земље у развоју или пак неразвијене земље могле поредити са развијеним?"*.

Road safety composite index (Wegman et al., 2010) је модел који може да оцени ефекте програма безбедности саобраћаја, да изврши поређење између различитих земаља, али и да идентификује компоненте које највише утичу на оцену нивоа безбедности саобраћаја. Међутим, индикатори који су предложени за коришћење су једним делом дескриптивни и то може у значајној мери утицати на крајњи резултат, јер се квалитативни показатељи могу на различите начине претворити, односно превести у квантитативне, па се у зависности од примењених техника могу добити различити крајњи резултати, па и оцене нивоа безбедности саобраћаја.

Road safety development index (Al Haji, 2007) омогућава да се, осим стања у безбедности саобраћаја, оцени и развој безбедности саобраћаја у одређеној земљи и да се изврши поређење са осталим земљама. Највећи недостатак у примени овог модела јесте ограничење у броју и врсти показатеља, који зависе од доступности и квалитета података. Al Haji (2007) дозвољава да се на различите начине изврши оцена нивоа безбедности саобраћаја, дакле коришћењем различитих показатеља, чиме се у крајњем случају значајно утиче на излазни резултат, па се може десити да се исто подручје оцени различитим оценама, а зависно од употребљених показатеља.

### 4.3. СИНТЕЗА РЕЗУЛТАТА АНАЛИЗА МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Уважавајући чињеницу да је боље имати било какво мерење, односно оцену нивоа безбедности саобраћаја него је немати, може се закључити да до сада представљени модели за оцену нивоа безбедности саобраћаја могу мање или више поуздано да оцене ниво безбедности саобраћаја. Међутим, у научним и стручним круговима, у последњих неколико година, развијају се велике дискусије о томе како доћи до јединствене методологије за мерење и оцену нивоа безбедности саобраћаја, имајући у виду управо значај ових оцена.

Сагледавајући досадашњи развој мерења и оцена стања безбедности саобраћаја Al-Наји (2007) је извршио систематизацију до сада развијених модела за оцену стања безбедности саобраћаја у тзв. четири генерације, почев од прве, где се оцена безбедности саобраћаја спроводила традиционално на основу тзв. излаза из система безбедности саобраћаја и то броја и последица саобраћајних незгода, узимајући у обзир и степен моторизације, број становника, али и друге параметре посматраног подручја, па све до четврте генерације, где се оцена спроводи узимајући у обзир нову технику тзв. бенчмаркинг (eng. benchmarking) и то повезујући производни, практични и стратешки бенчмаркинг, где је Al-Наји (2007) указао на значај и развој модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Сагледавајући моделе за оцену нивоа безбедности саобраћаја, које су данас у употреби, може се закључити да су присутни модели са традиционалним приступом, али и модели са савременим приступом. Код традиционалног приступа, у основи за оцену нивоа безбедности саобраћаја, узимају се у обзир тзв. директни показатељи и те врсте оцена су најчешће у употреби у данашње време. За поређења међу државама, градовима, регионима или другим подручјима углавном се користе тзв. ризици и то: јавни, саобраћајни и динамички саобраћајни, који приказују однос смртог страдања или повређивања становништва у односу на популацију, степен моторизације, број пређених километара. Ови показатељи се, за оцену нивоа безбедности саобраћаја, најчешће користе самостално или у међусобној комбинацији и то посматрајући тренутно стање и тренд тих показатеља.



Примери оцена нивоа безбедности саобраћаја применом ових директних показатеља могу се пронаћи у скоро свим међународним и националним базама података о саобраћајним незгодама (нпр. IRTAD међународна база података, CARE међународна база података итд.).

У последње време, проактивни приступ унапређењу безбедности саобраћаја полако надвладава тзв. реактивни управо из разлога што проактивни приступ има могућност уочавања проблема и пре догађања саобраћајних незгода и омогућава сагледавање стања чак и ако не постоје подаци о саобраћајним незгодама. Може се извести општи закључак да је проактивни приступ унапређења безбедности саобраћаја хумани приступ, јер се не чека "проливање крви по путевима" да би се реаговало. Због тога се највећи број модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја ослања на показатеље безбедности саобраћаја, који омогућавају оцену не чекајући да се догоде саобраћајне незгоде. Углавном се ради о моделима који користе тзв. индиректне показатеље безбедности саобраћаја, односно индикаторе безбедности саобраћаја. Већина тих модела не заборавља традиционални начин вредновања и оцењивања нивоа безбедности саобраћаја, па у обзир узима и незгоде и последице незгода, директно или индиректно.

У основи свих модела, и традиционалних и савремених, поступак оцене подразумева два корака:

- први – одабир релевантног(их) показатеља и
- други – оцена нивоа безбедности саобраћаја на основу тог(их) показатеља.

У зависности од броја показатеља и саме технике оцене, односно да ли се вредности тих показатеља спајају у један индекс или се сваки посматра појединачно, могући су различити кораци у моделима за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Како у највећем броју случајева различити показатељи не утичу на оцену нивоа безбедности саобраћаја на исти начин, то највећи број до сада развијених модела сваком од показатеља додељује и одређени тежински коефицијент. Овај тежински коефицијент указује на значајност тог показатеља у укупној оцени нивоа безбедности саобраћаја.

Очигледно је да модели за оцену нивоа безбедности саобраћаја на неком подручју имају низ предности, али и недостатака. Међу предностима највише се истичу следећи:

- оцена постојећег стања безбедности саобраћаја,
- оцена тренда стања у безбедности саобраћаја,
- поређење стања безбедности саобраћаја са другим подручјима,
- дефинисање жељеног стања у безбедности саобраћаја, односно постављање циљева,
- дефинисање управљачких мера уочавањем проблема и области у безбедности саобраћаја којима је неопходно посветити већу пажњу,
- помоћ управљачима и доносиоцима одлука у креирању стратегија, политика и програма безбедности саобраћаја,
- праћење и вредновање ефеката примене акција и мера у безбедности саобраћаја итд.

Најчешћи недостаци и ограничења модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја су:

- Неусаглашеност дефиниција основних појмова у вези безбедности саобраћаја.
- Релевантност техника за одабир показатеља, додељивање тежинских коефицијента сваком од показатеља и начин агрегације података у један индекс.
- Мерење само релативне ефикасности система, јер модели, по правилу, користе међусобну повезаност вредности показатеља између различитих подручја, па немају могућност апсолутног мерења и додавањем односно одузимањем подручја из скупа подручја, за које се врши оцена нивоа безбедности саобраћаја, долази до промена у оценама (нпр. модели Hermans et al., 2009; Vujanic and Jovanov, 1999; Sutiwipakorn and Prechaverakul, 2002 итд.).
- Могућност мерења само у оквиру групе ентитета (нпр. земаља) са сличним заштитним системом у безбедности саобраћаја, са сличном социо-економском ситуацијом итд, па се оправдано поставља питање поређења нпр. развијених и неразвијених земаља (нпр. Gitelman et al., 2010).

- Употреба дескриптивних показатеља који квалитативно описују стање, односно вредност неког показатеља безбедности саобраћаја, може, у зависности од начин трансформације у квантитативне показатеље, да утиче на крајњи излаз, односно оцену нивоа безбедности саобраћаја (нпр. Wegman et al., 2010).
- Промена у врсти и броју показатеља који се користе у оцени нивоа безбедности саобраћаја, као и квалитет и доступност података могу такође значајно утицати на крајњи излаз, односно оцену нивоа безбедности саобраћаја (нпр. RSDI – Al-Наји, 2007) итд.

Управо имајући у виду савремени проактивни тренд у управљању системом безбедности саобраћаја, све предности и недостатке до сада развијених модела и њихову сврху, јавила се потреба за развијањем новијег, савременијег модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја на подручју. Наиме, нови модел, осим дефинисања позиције подручја на "ранг листи", тј. мерења релативне ефикасности система безбедности саобраћаја у односу на друге системе, треба да да и реалну оцену стања у безбедности саобраћаја тог подручја. Другим речима, нови модел треба да омогући и апсолутно мерење ефикасности система, тј. да омогући тзв. "независно оцењивање" и уочавање области, којима мора бити посвећена пажња у циљу унапређења заштитног система безбедности саобраћаја.

#### 4.4. ПРЕДЛОГ НОВОГ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Оценити ниво безбедности саобраћаја значи измерити и познавати постојеће стање у безбедности саобраћаја. Познавање постојећег стања, са друге стране, омогућава планирање и достизање жељеног стања, а то се може постићи применом адекватних мера за унапређење безбедности саобраћаја. Може се закључити да је једно од централних питања у безбедности саобраћаја управо мерење и оцена нивоа безбедности саобраћаја.

Мерење и оцена нивоа безбедности саобраћаја треба да омогући, са једне стране, утврђивање где се систем безбедности саобраћаја тренутно налази, а са друге стране да утврди области, односно поља деловања у циљу унапређења постојећег стања. Ово није ни једноставан ни лако изводљив поступак. Мерења се сусрећу са низом проблема, почев од тога који метод мерења применити, до тога које показатеље за оцену нивоа безбедности саобраћаја изабрати. Како ни основни појмови у безбедности саобраћаја немају усаглашене дефиниције на глобалном нивоу, проблем мерења у безбедности саобраћаја се још више компликује, посебно уколико је један од циљева мерења поређење са осталим земљама.

Уколико би се за оцену нивоа безбедности саобраћаја користио један показатељ, поставља се питање оправданости овакве методе, с обзиром на ниво детаљности којим један показатељ може да оцени ниво безбедности саобраћаја. Осим оцене, показатељ треба да пружи и информације о томе где треба деловати како би се систем унапредио, па оцена коришћењем само једног показатеља није најбољи избор, али, у зависности од циља истраживања, овакав начин оцене би у појединим случајевима могао бити прихватљив.

Уколико би се за оцену нивоа безбедности саобраћаја користило више показатеља истовремено поставља се питање броја показатеља, тј. колико њих одабрати и да ли оцену нивоа безбедности саобраћаја посматрати за сваки од показатеља понаособ или треба те показатеље на неки начин "спојити" у један индекс, једну нумеричку вредност, која представља оцену нивоа безбедности саобраћаја. И у овом случају се јављају извесни проблеми. Наиме, иако би овај случај, са једне стране, представљао оцену нивоа безбедности саобраћаја као реалнију слику стања у безбедности саобраћаја, са друге стране би се могло поставити питање релевантности.

Модел оцене нивоа безбедности саобраћаја, који би користио више показатеља истовремено, мора да садржи извесне кораке у поступку, почев од одабира показатеља до крајњег излаза, а то је оцена нивоа безбедности саобраћаја. Ови кораци су мање или више оптерећени субјективним параметрима и субјективним оценама, па се управо због тога и поставља питање релевантности оцене.

Субјективни приступ оценама безбедности саобраћаја, са једне стране, прави проблем у објективизирању оцене, али у исто време, представља одговор на питање шта је доносиоцу одлука приоритет у безбедности саобраћаја и којој теми, односно области, се жели посветити већа или мања пажња.

У последње време, постоји низ покушаја дефинисања модела оцене нивоа безбедности саобраћаја који користе више показатеља истовремено (нпр. Vuĵanic and Jovanov, 1999; Sutiwipakorn and Prechaverakul, 2002; Al-Haji, 2007; Hermans et al, 2009; Gitelman et al, 2010; Wegman et al, 2010 итд.). Сви ти модели имају двојак циљ:

- први је да успешно оцене постојеће стање система безбедности саобраћаја, како би се знало где се систем налази и који је успостављени тренд, али и где се систем налази у односу на остале системе безбедности саобраћаја и
- други је да се кроз оцену нивоа безбедности саобраћаја омогући уочавање проблема, односно области где је неопходно деловати у циљу унапређења система.

Може се закључити да је модел оцене нивоа безбедности саобраћаја нека врста алата при креирању и спровођењу стратегија, програма и акција у безбедности саобраћаја. Са оценом нивоа безбедности саобраћаја могу се дефинисати циљеви стратегија, акција и мера у безбедности саобраћаја, дефинисати области деловања, предвидети ефекти тих акција, затим могуће је пратити реализацију и достизање цијева итд., па је дефинисање модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја приоритет, коме треба посветити пуну пажњу.

## 4.5. НОВИ МОДЕЛ ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА – ОНБС

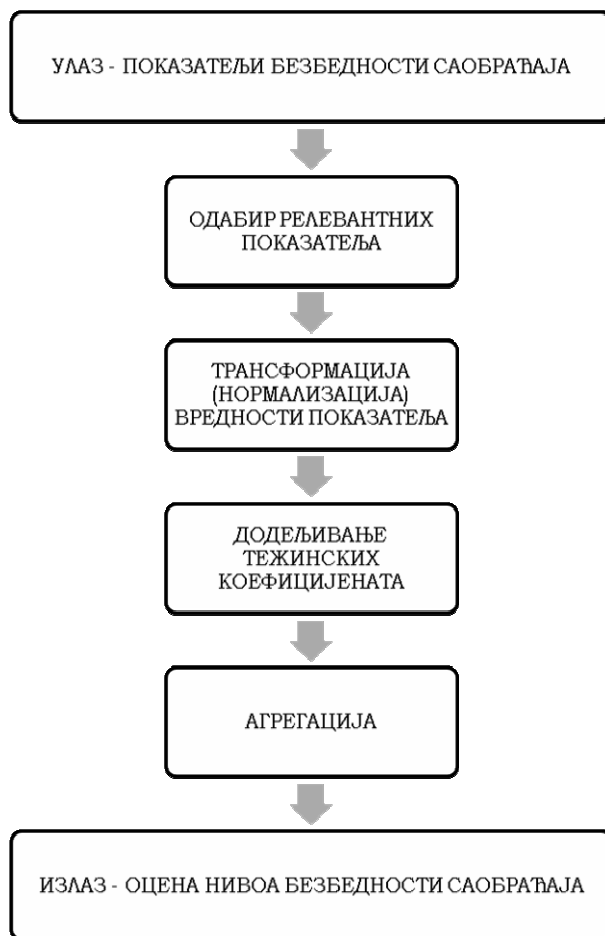
Имајући у виду најбољу праксу, односно досадашња истраживања, научне и стручне радове (Vuĵanic and Jovanov, 1999; Sutiwipakorn and Prechaverakul, 2002; Al-Haji, 2007; Hermans et al, 2008; Hermans et al, 2009; Traynor, 2009; Zhang et al, 2010; Wegman et al, 2010; Gitelman et al, 2010), неопходно је формирање новог, тзв. независног модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Нови модел би, осим ранга подручја, у посматраном скупу подручја, дефинисао и нумеричку вредност, која би реално описала стање у безбедности саобраћаја. Другим речима, модел треба да има могућност мерења и оцене релативне, али и апсолутне ефикасности система безбедности саобраћаја подручја (регион, земља, град, општина итд).

Анализирајући искуства у дефинисању и израчунавању нивоа безбедности саобраћаја на подручју, могу се уочити неколико кључних корака. На првом месту потребно је из великог броја могућих релевантних показатеља одабрати оне релевантне показатеље, који би, са једне стране, омогућили нумеричко дефинисање проблема, а са друге стране, реално описали стање у безбедности саобраћаја. Затим је, због разлика у јединицама, а ради касније агрегације у једну нумеричку вредност, тзв. индекс, показатеље потребно трансформисати и свести их на исти опсег. Осим тога, како су неки од показатеља значајнији у смислу дефинисања и оцене нивоа безбедности саобраћаја, потребно је доделити и одговарајуће тежинске факторе сваком од показатеља и на крају дефинисати начин агрегације тих података који би дао једну нумеричку вредност. Та нумеричка вредност би садржала информације о стању безбедности саобраћаја на једном подручју и практично би описивала ниво безбедности саобраћаја тог подручја. У оквиру модела неопходно је дефинисати и скалу која би, осим квантитативног, омогућила и квалитативно дефинисање подручја као безбедно или небезбедно.

Сваки од претходно наведених корака је изузетно сложен, јер се састоји од неколико поткорака, које је такође неопходно детаљно анализирати. Практично, неопходно је доћи до модела који тачно и прецизно узима у обзир релевантне показатеље, узима у обзир одговарајућу процедуру трансформације података, користи адекватан начин додељивања тежинских коефицијената и на крају дефинише ниво безбедности саобраћаја на основу индекса који се добија одговарајућим поступком агрегације показатеља.

Описани процес, односно предлог новог модела за оцену и мерење нивоа безбедности саобраћаја на подручју представљен је алгоритмом на Слици бр. 4.1.



Слика бр. 4.1 – Модел оцене нивоа безбедности саобраћаја (ОНБС) на подручју

# 5.

## ОДАБИР РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА

Први корак у новом, предложеном моделу ОНБС је одабир релевантних показатеља, који би, осим реалне оцене стања у безбедности саобраћаја, имали могућност уочавања проблема, тј. кључних области деловања у безбедности саобраћаја. У том смислу неопходно је дефинисати одговарајуће критеријуме и спровести адекватне технике да би одабрани показатељи имали могућност испуњавања својих основних циљева.

### 5.1. КВАНТИТАТИВНИ И КВАЛИТАТИВНИ ПОКАЗАТЕЉИ

Већ је поменуто да показатељи безбедности саобраћаја могу бити апсолутни и релативни, односно директни и индиректни. Међутим, у овом случају је важнија подела на квалитативне и квантитативне показатеље. Квалитативни показатељи дескриптивно описују стање неке појаве.



Иако ови показатељи могу у значајној мери да изврше оцену нивоа безбедности саобраћаја, због веома комплексних техника њиховог превођења у квантитативне вредности, највећи број истраживања их не узима у обзир код оцена нивоа безбедности саобраћаја. На пример, врло је тешко превести термин "спровођење прописа из безбедности саобраћаја" у квантитативан показатељ.

Спровођење прописа може у идеалним крајњим случајевима да се "спроводи у потпуности" или да се "у потпуности не спроводи" и то би било најлакше оценити. Међутим, ти случајеви у пракси не постоје. У зависности од стратегије и политике система безбедности саобраћаја једне земље могуће је да се неки од чланова прописа из безбедности саобраћаја редовно спроводе (нпр. контрола поштовања ограничења брзине), док се други врло ретко или уопште не спроводе (нпр. контрола поседовања светлоодбојног прслука у возилу).

Због комплексности и потребе спровођења додатних истраживања у вези квалитативних показатеља, у овом раду ће бити посвећена пажња само квантитативним показатељима.

Квантитативни показатељи, са друге стране, представљају показатеље који се могу исказати нумеричком вредношћу. Нумеричка вредност показатеља показује величину неке појаве. У безбедности саобраћаја квантитативни показатељи су сви директни и већина индиректних показатеља у безбедности саобраћаја.

## 5.2. КРИТЕРИЈУМИ ЗА ОДАБИР ПОКАЗАТЕЉА

Према Adriaanse (1993) показатељи могу да опишу неку појаву ако испуњавају три основна услова: једноставност, квантификовање и презентовање појаве.

У основи, показатељи треба да опишу неку комплексну појаву на једноставан начин, али се може јавити проблем у поједностављењу описивања појаве, јер се на тај начин могу изгубити остали релевантни подаци важни за опис те појаве.

Одабир показатеља који ће дефинисати оцену нивоа безбедности саобраћаја на неком подручју зависи од низа фактора. Показатељ који треба да учествује у оцени нивоа безбедности саобраћаја треба да је у вези са бројем и последицама саобраћајних незгода и, по могућству, да може да опише процесе који воде настајању саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода.

На првом месту одабир показатеља зависи од тога колико добро одабрани показатељ може да опише стање безбедности саобраћаја неког подручја. То значи да, ако се дешава одређена промена у вредности показатеља, онда се та промена такође преноси и на стање безбедности саобраћаја. Пример би могао бити већа нумеричка вредност јавног ризика, односно броја смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама на 100.000 становника, би означавала лошије стање у безбедности саобраћаја итд. Претходно наведено описује особину која се назива значај показатеља и, у зависности од тога колики значај има одређени показатељ на стање и оцену нивоа безбедности саобраћаја, исти може бити изабран као релевантан. Практично, треба успоставити везу између саобраћајних незгода и показатеља (ETSC, 2001). Јача веза кандидује показатељ као релевантан. Значај показатеља се огледа и у којој мери има могућност дефинисања односно указивања на потенцијалне проблеме у безбедности саобраћаја.

Одабир показатеља зависи и од величине подручја за које ће се вршити оцена нивоа безбедности саобраћаја. Тако се, на пример, може десити да су на неком подручју (на пример општина) саобраћајне незгоде и последице саобраћајних незгода изузетно мале, па се поједини показатељи не могу ни израчунати. На пример, ако у општини у једној години није било смртног страдања у саобраћајним незгодама, онда би величина ризика (јавног, саобраћајног и динамичког саобраћајног ризика) била једнака нули. У том смислу и Eksler (2010) је навео пример да ако на неком мањем подручју желимо да утврдимо да ли је смањење у броју смртно страдалих на годишњем нивоу статистички значајно, то би од малог узорка од нпр. 20 смртно страдалих, могли да кажемо да је статистички значајна зависност, ако би се догодило 12 смртних случајева.

Фактори који можда на првом месту и у значајној мери утичу на одабир показатеља су доступност и квалитет показатеља. Подаци одговарајућих показатеља могу бити доступни из различитих извора (базе података, резултати истраживања итд). Подаци о саобраћајним незгодама и последицама саобраћајних незгода су обично доступни у базама података, односно у званичним статистикама како националним, тако и међународним. Овде је неопходно посебно водити рачуна о дефиницијама основних појмова. Постоји могућност да се код вредновања користе подаци о наводно истом појму, а да тај појам (на пример смртно страдали у саобраћајним незгодама) не означава исто у различитим земљама, па може доћи до грешака.

У зависности од ажурности база података и структуре података у базама, могућ је различит квалитет података одабраног показатеља. Остале базе података, које могу бити коришћене, су базе података о демографским карактеристикама становништва, броју регистрованих моторних возила итд. У будућности треба тежити да се прво на међународном нивоу, а касније и на националном и локалном нивоу, воде ажурне и квалитетне базе података, које би биле основ за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Осим база података показатељи могу бити доступни и из резултата различитих истраживања (нпр. бројање употребе сигурносног појаса). Резултати мерења и бројања одређених показатеља зависе од начина мерења и наравно од узорка мерења који треба да представи посматрану популацију. Због тога је неопходно развити и адекватне методе мерења показатеља, које омогућавају да подаци прикупљени на овај начин буду релевантни за даљу употребу.

Анкете такође могу бити извори података одређених показатеља и овде се исто може поставити питање квалитета тих података. Наиме, у зависности од узорка анкете и поступка спровођења анкете, могуће је да подаци добијени овим путем буду мање или више релевантни за даљу употребу. Због претходно наведеног, анкете треба спроводити на одговарајућем узорку, уз примену одговарајућих техника, које осигуравају квалитет прикупљених података.

Вредности индикатора треба да буду такве да, без обзира који извор података се користи и која техника прикупљања података се спроводи, буду исти, односно релевантни без обзира на извор (на пример бројање и анкетирање у погледу употребе сигурносног појаса мора дати идентичне или макар врло сличне излазне резултате).

Показатељи морају бити тако одабрани да су једноставни за разумевање, чак и најширој јавности, односно да њихова нумеричка презентација представља потпун систем догађаја и да представља реалну слику стања у погледу тог показатеља.

Код одабира показатеља треба водити рачуна и о томе да број показатеља који фигурише у оцени нивоа безбедности саобраћаја буде одговарајући. Ово подразумева да тај број не буде ни сувише мали ни сувише велики. Малим бројем показатеља није могуће оценити ниво безбедности саобраћаја са реалног аспекта, односно није могуће стећи реалну слику о стању безбедности саобраћаја. Са друге стране, превелики број показатеља отежава и компликује анализе које треба спровести, јер је потребно више времена и средстава за спровођење одговарајућих истраживања и самим тим продужава се време које је потребно ради оцене нивоа безбедности саобраћаја. Због тога је неопходно дефинисати толики број показатеља, који би представљао неку врсту баланса између минималног и максималног броја потребних и довољних показатеља, који служе за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Одабрани показатељи морају испуњавати и услов да се исти могу мерити и током времена, а не само у току једне или сваке треће године на пример (А1-Наји, 2007).

Многа истраживања су се до сада бавила одабиром релевантних показатеља, али се највећи број тих истраживања позива на неке од основних карактеристика које релевантни показатељи треба да испуне да би били одабрани (Hermans et al., 2008): значај, мерљивост, разумљивост, специфичност, осетљивост, поузданост и компарабилност. Од низа показатеља, који могу бити кандидати за избор релевантних, треба направити компромис и одабрати између оних који су највише потребни и оних који су највише расположиви (Hermans et al., 2009a).

OECD (2005) је сумирао критеријуме, које релевантни показатељ треба да испуни:

- Да ли показатељ испуњава очекивања – да ли је његов значај такав да може да врши оцену нивоа безбедности саобраћаја?
- Да ли су вредности показатеља тачне – да ли је вредност показатеља таква да коректно оцењује или процењује квантитет појаве коју мери?
- Да ли су подаци компарабилни са осталим земљама – да ли подаци који се прикупљају постоје и у другим земљама и дефинисани су на исти начин?
- Да ли су подаци комплетни – да ли су подаци који су неопходни за квалитетну оцену нивоа безбедности саобраћаја расположиви и да ли се уопште прикупљају?
- Да ли су подаци кохерентни – да ли су подаци логично повезани и конзистентни, односно да на националном нивоу није дошло до неких значајнијих промена у начину прикупљања података, а на међународном, да се за исте појаве користе исте дефиниције?
- Да ли се подаци прикупљају периодично и да ли су зависни од времена – то подразумева да се минимизирају процене вредности показатеља у случају да се подаци не прикупљају периодично или да се мењају током времена?
- Да ли су подаци доступни и разумљиви – да ли су подаци у таквом облику да могу бити разумљиви и коришћени за анализе и оцене нивоа безбедности саобраћаја?

Укратко, може се закључити да на одабир показатеља за оцену нивоа безбедности саобраћаја утиче:

- значај показатеља,
- величина подручја за које се спроводи оцена,
- доступност и квалитет показатеља,
- међусобна повезаност показатеља и безбедности саобраћаја,
- конзистентност показатеља, без обзира на извор података,
- разумљивост показатеља,
- број показатеља које треба одабрати,
- мерљивост показатеља (и током времена) итд.

### 5.3. ПОСТУПАК ОДАБИРА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА

Код одабира релевантних показатеља првенствено треба водити рачуна о критеријумима које треба да испуни сваки од показатеља. Сам одабир показатеља може бити:

- објективан,
- субјективан или
- комбиновани.

Објективан начин одабира релевантног(их) показатеља подразумева примену адекватних техника, којима се утврђује зависност, односно јачина везе показатеља и броја и последица саобраћајних незгода. У ту сврху најчешће се користе статистичке технике испитивања међусобне повезаности нумеричких вредности показатеља и броја и последица саобраћајних незгода: хи-квадрат, z-тест, t-тест итд.

Субјективан начин одабира показатеља, са друге стране, подразумева такође примену адекватних техника, које имају за циљ дефинисање значаја показатеља на оцену нивоа безбедности саобраћаја. Ту се првенствено мисли на тзв. експертске оцене.

Користећи експертске оцене и примењујући најчешће неки од модела вишекритеријумског вредновања долази се до релевантних показатеља, који, практично, по мишљењу експерата, имају највећи утицај на стање и оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Одабир показатеља, у субјективном смислу, може подразумевати правац стратегије, односно политике безбедности саобраћаја управљача, односно доносиоца одлука. Наиме, ако управљач, односно доносилац одлука сматра да некој области безбедности саобраћаја треба посветити већу пажњу онда постоји могућност да показатељ који описује управо ту област буде кандидат за релевантни показатељ.

Комбиновани метод је метод који користи и објективан и субјективан приступ дефинисања релевантних показатеља. Обично се спроводи тако што се након примене објективног метода, односно статистичког доказивања везе између показатеља и броја и последица саобраћајних незгода спроведе и експертска оцена у циљу верификације резултата.

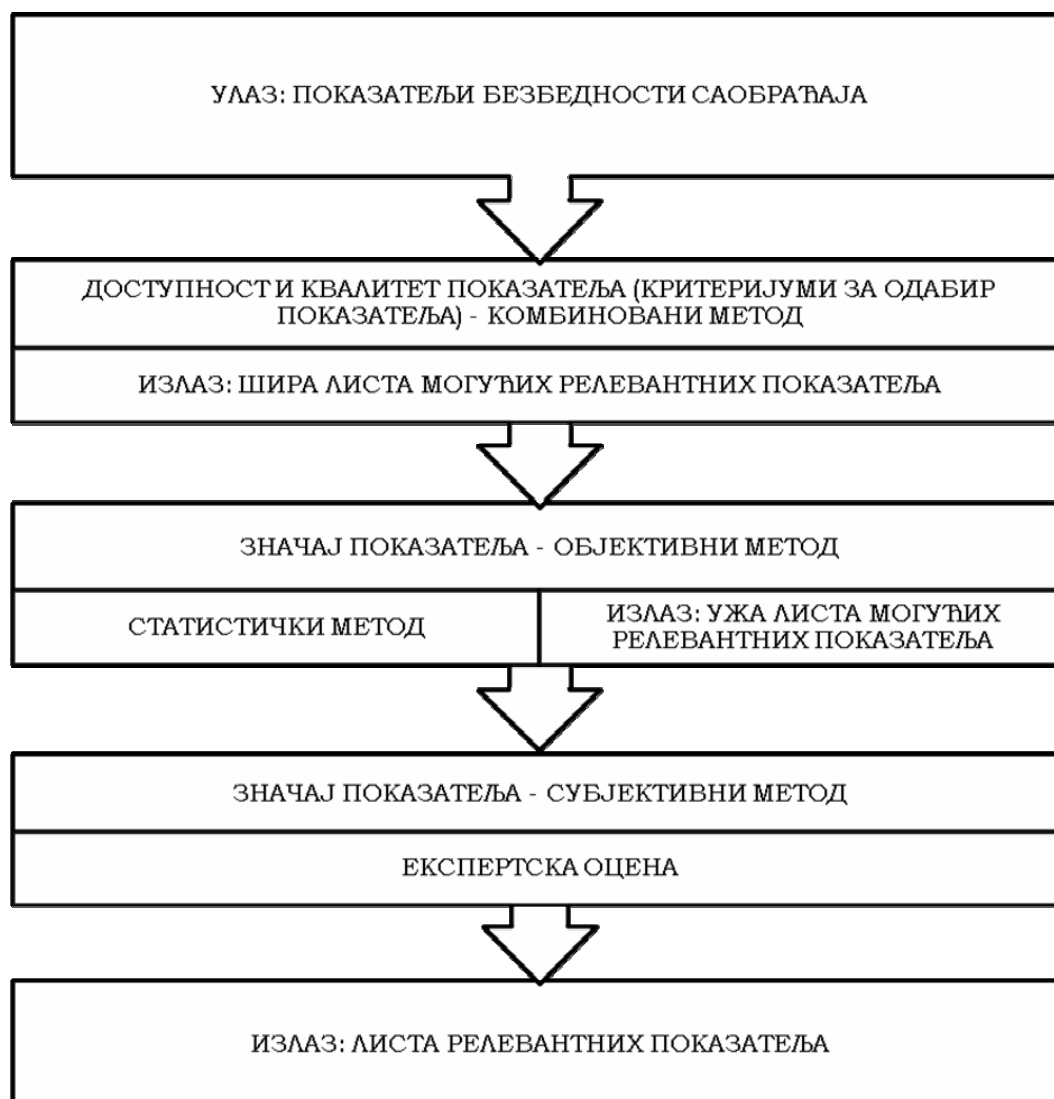
Комбиновани метод се користи и због тога да би се након примене објективног метода и одабира одређеног броја релевантних показатеља тај број свео на прихватљив број показатеља. Наиме, већ је раније напоменуто да је један од критеријума за одабир показатеља и број показатеља који ће дати најбољу оцену нивоа безбедности саобраћаја, па је неопходно дефинисати и прихватљив број показатеља безбедности саобраћаја.

У сваком случају, код одабира релевантних показатеља, треба поћи од критеријума које показатељи треба да испуне, а онда применом одговарајућих објективних и субјективних метода доћи до показатеља који могу на успешан начин да оцене ниво безбедности саобраћаја. Другим речима, постоји велики број показатеља безбедности саобраћаја и сваки од њих може са мање или више успешности да врши оцену нивоа безбедности саобраћаја. Од великог броја показатеља треба издвојити оне који су кандидати за релевантне, а након тога одговарајућим техникама доћи до коначних релевантних показатеља.

### 5.3.1. АЛГОРИТАМ ЗА ОДАБИР РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА

Имајући у виду претходну анализу сложености самог процеса одабира релевантних показатеља, поступак одабира релевантних показатеља, који подразумева комбиновање објективног и субјективног метода је најбоље представити одговарајућим алгоритмом (Слика бр. 5.1).

Анализом алгоритма може се закључити да је поступак одабира релевантних показатеља изузетно сложен и да подразумева неколико важних корака.



Слика бр. 5.1 – Алгоритам одабира релевантних показатеља

Поступак одабира релевантних показатеља подразумева да се од низа показатеља безбедности саобраћаја, применом комбинованог метода, практично испитујући испуњеност критеријума за одабир показатеља, бира тзв. шира листа могућих релевантних показатеља. Након тога објективним методом, на основу значаја утврђеног статистичким методом, дефинише се тзв. ужа листа могућих релевантних показатеља. Из уже листе могућих релевантних показатеља, применом експертске методе доноси се одлука о избору коначне листе релевантних показатеља.

У наставку је детаљно приказан цео поступак одабира релевантних показатеља.



### 5.3.2. ШИРА ЛИСТА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА

Уважавајући досадашња истраживања, научне и стручне радове из области показатеља безбедности саобраћаја и оцена нивоа безбедности саобраћаја (Vujanic and Jovanov, 1999; ETSC, 2001; Sutiwipakorn and Prechaverakul, 2002; Koornstra et al, 2002; OECD, 2005; Wegman et al, 2005; Hakkert et al, 2007; Al-Haji, 2007; Wegman et al, 2008; Hermans et al, 2008; Hermans et al, 2009a; Traynor, 2009; Zhang et al, 2010; Wegman et al, 2010; Gitelman et al, 2010) који релевантне показатеље у највећем броју случајева везују за кључне области деловања у безбедности саобраћаја, а узимајући у обзир и критеријуме за одабир релевантних показатеља, могуће је извршити систематизацију показатеља на оне који се односе на:

- ризике страдања у саобраћају,
- понашање учесника у саобраћају,
- возила,
- путну инфраструктуру,
- здравствено збрињавање и
- систем управљања безбедношћу саобраћаја.

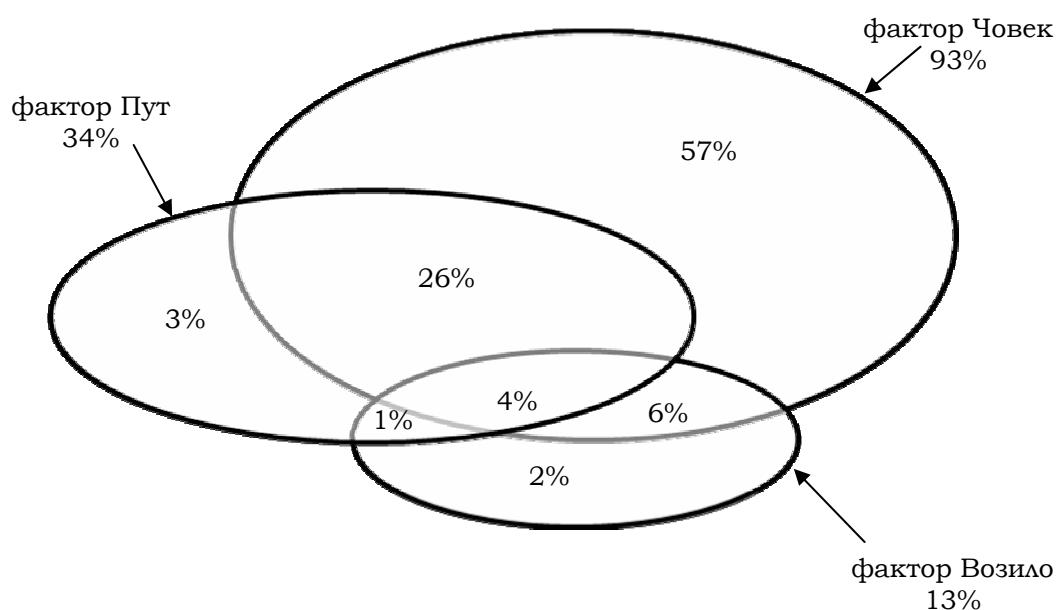
У оквиру сваке од претходно наведених група показатеља могуће је одабрати низ показатеља, који могу служити за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Ризик је дефинисан као вероватноћа догађања саобраћајне незгоде по јединици изложености у саобраћају, или као величина последица саобраћајних незгода (Rumar, 1999; Al-Haji, 2007). Изложеност у саобраћају се може дефинисати преко величине популације, броја возила, дужине путне мреже, пређених километара, броја возачких дозвола итд. Најбоља мера изложености је број пређених километара, али је тешко тачно утврдива. Проблеми код утврђивања ове мере изложености су: непознавање броја возила, непознавање пређеног броја километара сваког од возила понаособ, непознавање величине саобраћајног тока итд. У највећем броју случајева ова мера се процењује на основу потрошње, односно продаје погонског горива, или на основу просечно пређене километраже сваке од категорија возила понаособ.

Већи ризик означава већу вероватноћу настанка саобраћајних незгода. На микро нивоу ризик се може посматрати кроз податке о саобраћајним незгодама или кроз податке о конфликтима. Са друге стране, на макро нивоу ризик се може дефинисати као однос смртно страдалих у саобраћајним незгодама и величине популације, степена моторизације, броја пређених километара.

Величина последица показује ризик настанка повреда уколико се саобраћајна незгода догоди. У том смислу подаци о последицама саобраћајних незгода могу бити искоришћени као мера ризика настанка последица саобраћајних незгода. Најчешће коришћени ризици који могу описати стање безбедности саобраћаја су тзв. јавни, саобраћајни и динамички саобраћајни ризик. Наведени ризици су погодни за већа подручја на којима се догађа већи број незгода и настаје већи број последица. Код подручја са мањим бројем незгода и мањим бројем последица требало би размотрити могућност дефинисања наведених ризика и преко других врста последица (Kukić et al., 2013).

Понашање учесника у саобраћају у највећој мери утиче на безбедност саобраћаја. Човек као фактор безбедности саобраћаја је узрочник настанка саобраћајних незгода у преко 90% случајева (Слика бр. 5.2).



Слика бр. 5.2 – Фактори безбедности саобраћаја као узроци саобраћајних незгода (PIARC, 2003)

Најчешћа небезбедна понашања учесника у саобраћају, која доводе до стварања опасних ситуација и до настанка незгода и последица саобраћајних незгода, су: непоштовање ограничења брзине и неприлагођена брзина, вожња под утицајем алкохола и других опојних средстава, некоришћење заштитне опреме (појасеви, кациге и сл.), непоштовање других прописа у вези безбедности саобраћаја итд. Многа истраживања су указала на проблем небезбедног понашања учесника у саобраћају и повећани ризик страдања услед таквог понашања (WHO, 2004; WHO, 2006; WHO, 2007; WHO, 2008; WHO, 2009a; Elvik and Vaa, 2004). Због тога је неопходно дефинисати оне показатеље безбедности саобраћаја, у вези понашања учесника у саобраћају, који, са једне стране, могу са високом поузданошћу да дефинишу оцену нивоа безбедности саобраћаја, а са друге стране, да имају могућност дефинисања проблема којима треба посветити пажњу.

Фактори, односно показатељи из групе показатеља возила, који описују ризик настанка незгоде и последица незгода су углавном показатељи који описују стање возног парка. Стање возног парка може бити дефинисано старошћу и квалитетом возног парка. Осим тога, стање возног парка подразумева и проценат комерцијалних возила и проценат мотоцикала и других двоточкаша у возном парку.

Новија истраживања (Elvik and Vaa, 2004; WHO, 2004; WHO, 2009) указују на значај конструктивних карактеристика возила. У свету су управо због тога и уведене процедуре за испитивање безбедносних карактеристика возила у виду тзв. "креш" тестова (NCAP – New Car Assessment Program). Такође, још један од важнијих показатеља стања возног парка је техничка исправност возила. У оквиру наведених фактора треба тражити показатеље који могу са високом поузданошћу да оцене ниво безбедности саобраћаја.

Путна инфраструктура и показатељи који описују стање путне инфраструктуре такође имају велики значај на оцену нивоа безбедности саобраћаја. На безбедност саобраћаја утичу развијеност, односно изграђеност путне мреже, квалитет и врста коловозног застора, елементи пасивне безбедности пута итд.

Elvik and Vaa (2004) су показали да је број саобраћајних незгода, који се догађа на саобраћајницама са физички раздвојеним коловозним тракама, за око 75% мањи у односу на све остале саобраћајнице. Такође, ако се посматра коловозни застор, на безбедност саобраћаја утичу и тзв. неочекиване грешке пута (одрони, ударне рупе, девијације коловоза итд). Усклађеност пројектованог начина вожње са изведеном саобраћајницом може значајно допринети небезбедности и настајању нежељених последица, па је неопходно за саобраћајницу прилагодити начин регулисања саобраћаја, ограничења брзине итд.

У свету је у последњој деценији развијено неколико начина за оцењивање безбедности путева. Међу њима се посебно истиче RAP (Road Assessment Program) и то EuroRAP, USRAP, iRAP итд (EuroRAP, 2006). Осим ових, познато је и тзв. мапирање ризика како на подручјима тако и на деоницама путева (Kukić et al, 2013). О значају безбедности пута говори и то да је 2008. године на нивоу Европске уније донета директива о обавезној употреби савремених процедура унапређења безбедности путева (EP Council, 2008). Ове процедуре су имплементирание и у нашем законодавству у члану 156 Закона о безбедности саобраћаја на путевима.

Према извештају Светске здравствене организације (WHO, 2004) око половина смртно страдалих у саобраћајним незгодама страда или на лицу места саобраћајне незгоде или на путу до здравствене установе. Здравствено збрињавање због тога представља важан фактор у смањењу последица саобраћајних незгода, а на то највише утичу: хитност интервенција, затим спремност државе и надлежних да улажу у здравство, покривеност подручја одговарајућим бројем адекватних здравствених установа, капацитет здравствених установа (број болничких кревета по становнику и сл.), адекватан третман збрињавања итд.

Показатељи система управљања безбедношћу саобраћаја су они показатељи који описују развијеност и квалитет успостављеног заштитног система. Ту се првенствено мисли на постојање и примену одговарајућих докумената, прописа, стратегија, политика безбедности саобраћаја, али се мисли и на евалуацију и праћење спровођења одређених акција.

Показатељи који описују стање система безбедности саобраћаја су најчешће квалитативни и врло тешко их је превести у одговарајуће квантитативне. Као што је раније напоменуто, квалитативни показатељи неће бити предмет овог рада и потребно им је посветити посебну пажњу у даљим истраживањима, посебно имајући у виду значај ових показатеља.

#### 5.3.2.1. *Одабир релевантних показатеља у ширу листу – пример показатељ "саобраћајни прекршаји"*

Имајући у виду резултате досадашњих истраживања у овој области, лако се може уочити да већа принуда, тј. већи број евидентираних саобраћајних прекршаја, позитивно утиче на безбедност саобраћаја, па су из тог разлога анализирани подаци из базе података о саобраћајним прекршајима Министарства унутрашњих послова Републике Србије и дошло се до закључка да се подаци из базе могу користити као релевантни.

Спроведена је анализа саобраћајних прекршаја у Србији за петогодишњи период (1. јануар 2003. до 31. децембар 2007. године), а анализа је обухватила скоро 3.000.000 прекршаја. За сваки евидентирани саобраћајни прекршај у званичној бази података о саобраћајним прекршајима у Србији, налази се одговарајући скуп података. Ти подаци се односе на прекршиоца, место учињеног прекршаја, време чињења прекршаја, врсту прекршаја, санкције итд. Због тога је, ради лакшег посматрања и касније анализе, податке који се односе на саобраћајне прекршаје могуће груписати (Слика бр. 5.3) на следећи начин:

- Подаци који се односе на прекршиоца – име и презиме, пол, датум и место рођења, адреса становања, јединствени матични број грађана и остали идентификациони подаци који дефинишу и прецизније одређују прекршиоца.
- Подаци који се односе на место чињења прекршаја: место, пут, деоница пута, раскрсница, стационажа, адреса са кућним бројем, GPS координате итд.
- Подаци који се односе на време чињења прекршаја: година, месец, дан у недељи и сат чињења прекршаја итд.

- Подаци који се односе на учињени прекршај – врста прекршаја, односно правна квалификација прекршаја и казна за учињени прекршај итд.
- Остали подаци – ID ознака прекршаја, односно број прекршаја у деловоднику, подаци о саобраћајном полицајцу који је регистровао прекршај, полицијска станица итд.



Слика бр. 5.3 – Структура података у бази саобраћајних прекршаја

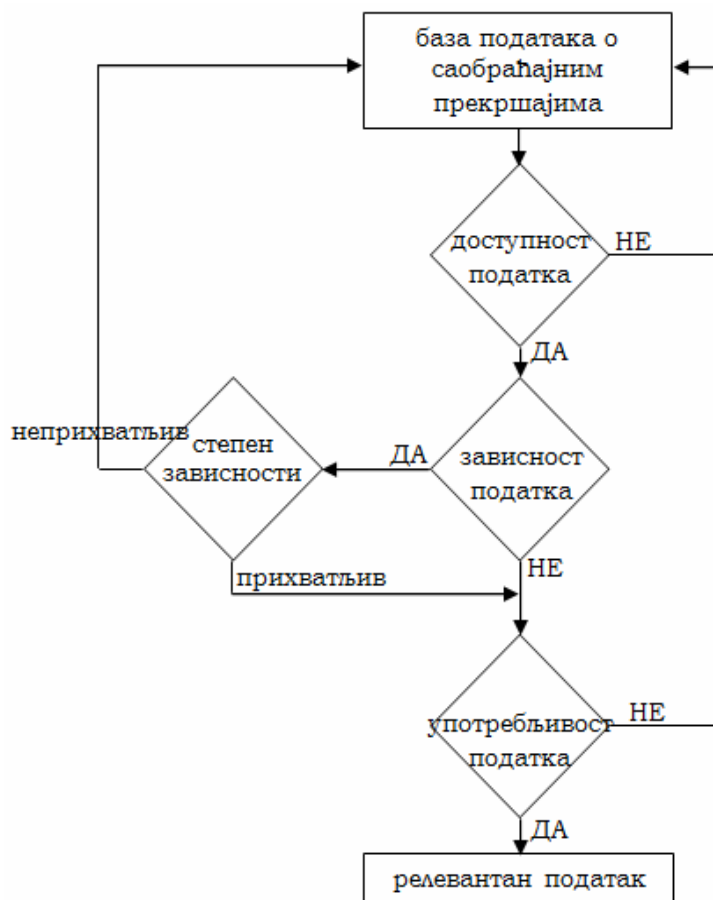
База података о саобраћајним прекршајима, за сваки од прекршаја, садржи одређени скуп података, при чему је уочено да се не могу сви подаци из базе користити за даље анализе.

Неки од података су зависни од тзв. "спољних утицаја". Као пример, може се навести податак о месту чињења прекршаја који, у највећој мери, зависи од планирања принуде.

Просторна расподела саобраћајних прекршаја не указује на прецизне локације где учесници у саобраћају чине прекршаје, већ је условљена локацијом где је саобраћајна полиција вршила контролу прекршаја, односно локацијама где се налазе уређаји за детекцију прекршаја. Потребно је, из тих разлога, спровести анализу и утврдити који подаци о прекршајима су релевантни за даље анализе и оцене нивоа безбедности саобраћаја.

За одабир релевантних података може се користити Алгоритам процеса одабира релевантних података из базе саобраћајних прекршаја (Слика бр. 5.4).

Алгоритам процеса одабира релевантних података подразумева следећа три корака:



Слика бр. 5.4 – Алгоритам процеса одабира релевантних података из базе саобраћајних прекршаја

- први, проверава се испуњеност услова "доступност" (нпр. да ли податак подлеже заштити података према Закону и прописима),
- други, проверава се испуњеност услова "зависност" (нпр. да ли податак и у којој мери зависи од планирања принуде) и
- трећи, проверава се испуњеност услова "употребљивост" (нпр. може ли тај податак служити за оцену нивоа безбедности саобраћаја и дефинисање проблема у безбедности саобраћаја).

Примери резултата спроведених анализа у циљу одабира релевантних података из званичне базе података саобраћајних прекршаја у Србији дати су у Табели бр. 5.1.

Табела бр. 5.1 – Приказ анализе одабира релевантних података  
из базе саобраћајних прекршаја

група података	податак	доступност	зависност	употребљивост	релевантност
подаци о прекршиоцу	име и презиме	не	-	-	НЕ
	ЈМБГ	не	-	-	НЕ
	датум рођења	да	не	да	ДА
	пол	да	не	да	ДА
	место рођења	не	-	-	НЕ
	адреса становања	не	-	-	-
	...	-	-	-	-
подаци о локацији чињења прекршаја	адреса чињења прекршаја	да	да, неприхватљива	-	НЕ
	...	-	-	-	-
подаци о времену чињења прекршаја	датум чињења прекршаја	да	да, прихватљива	да	ДА
	време чињења прекршаја	да	да, неприхватљива	-	НЕ
	...	-	-	-	-
подаци о прекршају	врста прекршаја	да	да, прихватљива	да	ДА
	казна	да	не	да	ДА
	...	-	-	-	-
остали подаци	ID прекршаја	не	-	-	НЕ
	ID полицијске станице	не	-	-	НЕ
	...	-	-	-	-

Утврђивање релевантности одређеног податка из базе може се појаснити на примеру податка "датум чињења прекршаја". На основу овог податка могуће је утврдити временску расподелу чињења прекршаја, односно утврдити периоде у току недеље, месеца, године и слично када су прекршаји бројнији.

Податак: "датум чињења прекршаја" би спадао у групу доступних података, с обзиром да испуњава први услов ("доступност"). Кроз даљу анализу тог податка, показало се да постоји одређена зависност таквог податка од планирања и усмеравања принуде. Планирање принуде може бити тако да је принуда присутнија у току одређеног периода дана, дана у недељи, сезонска и слично.



Са продужавањем периода за који се посматра међусобна зависност податка и планиране принуде, уочено је да та зависност опада, односно бива прихватљива, па би, нпр. годишњи број саобраћајних прекршаја, добијен на основу податка "датум чињења прекршаја", био прихватљив са аспекта услова "зависности". Годишњи број прекршаја би се могао искористити за утврђивање одређених зависности, које би имале могућност уочавања проблема и могућност унапређења безбедности саобраћаја. Следи да би се податак "датум чињења прекршаја" могао сматрати употребљивим (испуњен услов "употребљивост"), па се, са испуњавањем сва три неопходна услова, податак "датум чињења прекршаја" може сматрати релевантним.

На сличан начин, као што је то представљено за податак "датум чињења прекршаја", могу се анализирати и сви остали подаци из базе података о саобраћајним прекршајима. Тумачењем наведених примера анализе података из Табеле бр. 5.1 може се закључити да, осим податка "датум чињења прекршаја" постоје и други релевантни подаци, као што су на пример "датум рођења прекршиоца", "врста прекршаја" итд.

За разлику од претходно наведених, у бази се налазе и подаци који нису релевантни, нпр. име и презиме прекршиоца, место рођења прекршиоца, ID полицијске станице итд, јер не испуњавају један, два или сва три услова дефинисаних алгоритмом за одабир релевантних података из базе података о саобраћајним прекршајима.

#### 5.3.2.2. *Систематизација могућих релевантних показатеља у ширу листу*

Имајући у виду претходно спроведене анализе, као и светска искуства у одабиру релевантних показатеља формирана је шира листа могућих релевантних показатеља (Табела бр. 5.2), која наравно није коначна и зависи од испуњености критеријума (доступност, зависност, квалитет, употребљивост итд) за одабир релевантних показатеља.

Табела бр. 5.2 – Широ листа могућих релевантних показатеља

група показатеља	показатељи
ризици страдања у саобраћају	<ul style="list-style-type: none"> <li>- јавни ризик (годишњи број смртно страдалих лица на 100.000 становника)</li> <li>- саобраћајни ризик (годишњи број смртно страдалих лица на 10.000 возила)</li> <li>- динамички саобраћајни ризик (годишњи број смртно страдалих лица на 100.000.000 возилокилометара)</li> <li>- број повређених лица на 100.000 становника</li> <li>- број саобраћајних незгода на 100.000 становника</li> <li>- број повређених лица на 100.000.000 возилокилометара</li> <li>- број саобраћајних незгода на 100.000.000 возилокилометара</li> <li>- број погинулих лица на 100 саобраћајних незгода</li> <li>- број повређених лица на 100 саобраћајних незгода</li> <li>- број погинулих лица у односу на број незгода са погинулим лицима</li> </ul>
понашање учесника у саобраћају	<ul style="list-style-type: none"> <li>- % употребе сигурносних појасева</li> <li>- % употребе сигурносних појасева на предњим седиштима</li> <li>- % употребе сигурносних појасева на задњим седиштима</li> <li>- % употребе дечијих седишта</li> <li>- % употребе заштитних кацага</li> <li>- % возача који су под утицајем алкохола</li> <li>- % возача који су под утицајем других опојних средстава</li> <li>- % возача који не поштују ограничење брзине</li> <li>- % возача који не поштују ограничење брзине у насељу</li> <li>- % возача који не поштују ограничење брзине ван насеља</li> <li>- % возача који користе мобилни телефон у вожњи</li> <li>- % возача који не поштују црвено светло семафора</li> <li>- % пешака који прелазе коловоз ван пешачког прелаза</li> <li>- % пешака који прелазе на црвено светло семафора</li> <li>- % возача који користе дневна светла у вожњи</li> </ul>
возила	<ul style="list-style-type: none"> <li>- просечна старост возног парка</li> <li>- % путничких аутомобила у саобраћајном току</li> <li>- % комерцијалних возила у саобраћајном току</li> <li>- % двоточкаша у саобраћајном току</li> <li>- % аутобуса и такси возила у саобраћајном току</li> <li>- просечна NSAP оцена возног парка</li> <li>- % технички исправних возила у саобраћајном току</li> </ul>
путна инфраструктура	<ul style="list-style-type: none"> <li>- % путева са савременим коловозним застором</li> <li>- % аутопутева у путној мрежи</li> <li>- % путева и саобраћајница са физички раздвојеним коловозним тракама</li> <li>- % изграђености тротоара у насељима</li> <li>- густина путне мреже (укупна дужина путне мреже у односу на површину подручја)</li> <li>- % бруто националног дохотка који се издваја за одржавање постојећих путева</li> </ul>
здравствено збрињавање	<ul style="list-style-type: none"> <li>- број здравствених установа на 1.000 становника</li> <li>- % болничких кревета заузетих услед збрињавања због последица саобраћајних незгода</li> <li>- време одзива хитне помоћи</li> <li>- % бруто националног дохотка који се издваја за здравствено збрињавање</li> </ul>

### 5.3.3. УЖА ЛИСТА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА

У наредном кораку, код одабира релевантних показатеља, треба применити тзв. објективни метод који има задатак да из шире листе изабере показатеље у тзв. ужу листу могућих релевантних показатеља. У ту сврху користе се опште познате статистичке технике у смислу утврђивања корелативних веза између релевантних показатеља и броја и последица саобраћајних незгода.

Имајући у виду да су вредности показатеља и вредности броја саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода тзв. интервалне оцене то се према Сузићу (2007) за испитивање значајности међу показатељима (варијаблама) може користити тзв. "Пирсонов  $r$ " коефицијент (eng. Pearson's  $r$  coefficient) и регресиона анализа процене јачине и карактера односа (Табела бр. 5.3).

Табела бр. 5.3 – Типови варијабли и методи за статистичко испитивање њихових односа (Сузић, 2007)

тип варијабли	статистички поступак
номинална – номинална	Анализа контингенције везане за хи квадрат. Препоручује се Крамеров $V$ тест.
ординална – ординална	Спирманов $\rho$ и Кендалов $\tau$ коефицијенти и њихови тестови значајности.
интервална – интервална	Пирсонов $r$ коефицијент и регресија за процену јачине и карактера односа.
дихотомна – дихотомна	Анализа контингенције везане за хи квадрат. Препоручује се фи коефицијент корелације.
интервална – ординална	Ако ординална варијабла има већи број категорија најбоље је променити Спирманов $\rho$ или Кендалов $\tau$ . Ако има мањи број категорија може се користити тест контингенције, $F$ -тест као и тест разлике аритметичких средина за подгрупе података.
интервална – номинална	Тест контингенције и хи квадрат, разлика аритметичких средина, $t$ -тест. ANOVA и MANOVA.
номинална – ординална	Анализа контингенције везане за хи квадрат. Препоручује се Крамеров $V$ тест.

Корелација показује снагу повезаности између варијабли које се анализирају, односно показује колико се подаци једне варијабле подударају са подацима друге или других варијабли. Са друге стране, регресија показује понашање једне варијабле након промене друге. Регресија такође омогућава да се врши предвиђање, а коефицијент корелације ( $r$ ), односно Пирсонов коефицијент и коефицијент детерминације ( $r^2$ ) показују повезаност, односно слагање вредности варијабли са линеарном регресијом.

Практично, коефицијент корелације даје информацију о повезаности (слаба, умерена, јака и сл.), али не и о узрочно-последичној вези те повезаности. Са друге стране, коефицијент детерминације даје информацију о томе колико је зависна променљива условљена вредностима независне променљиве.

За дефинисање јачине везе могу се применити правила приказана у Табели бр. 5.4 (Николић, 2008).

Табела бр. 5.4 – Тумачење вредности коефицијента корелације (Николић, 2008)

вредност коефицијента корелације "r"	тумачење
1,00	функционална позитивна веза
0,95 – 0,99	врло јака позитивна веза
0,75 – 0,94	јака позитивна веза
0,50 – 0,74	средње јака позитивна веза
0,25 – 0,49	слаба позитивна веза
0,01 – 0,24	незнатна позитивна веза
0,00	не постоји веза
-0,01 – -0,24	негативна незнатна веза
-0,25 – -0,49	негативна слаба веза
-0,50 – -0,74	негативна средње јака веза
-0,75 – -0,94	негативна јака веза
-0,95 – -0,99	негативна врло јака веза
-1,00	негативна функционална веза

Може се закључити да је за дефинисање значајности неког од показатеља безбедности саобраћаја најбоље извршити анализу и утврдити коефицијенте корелације, односно детерминације и успоставити међусобну зависност вредности показатеља и броја незгода и/или последица незгода, односно спровести регресиону анализу.

У наставку рада ће бити приказани примери спроведених одговарајућих, неопходних анализа над одабраним показатељима који се налазе у широј листи могућих релевантних показатеља у циљу дефинисања уже листе. Анализе су спроведене у програмским пакетима MS Excel и SPSS.

### 5.3.3.1. Показатељ "саобраћајни прекршаји"

Већ је раније спроведена анализа да се показатељ "саобраћајни прекршаји", који се односи на понашање учесника у саобраћају, може под извесним околностима користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Подаци о саобраћајним прекршајима који се налазе у бази података Министарства унутрашњих послова Републике Србије (у даљем тексту МУП РСрбије) су подаци који, у највећој мери, зависе од полицијске принуде. Наиме, како је планирање принуде један од основних узрочника када, где и која врста прекршаја ће бити евидентирана, то је неопходно спровести одговарајуће анализе у циљу утврђивања да ли ти евидентирани прекршаји имају утицај на стање безбедности саобраћаја и да ли постоји могућност оцене нивоа безбедности саобраћаја на основу података из базе података о саобраћајним прекршајима.

Како је велики број истраживања (Reason et al, 1991; De Waard et al, 1994; Rajalin, 1994; Parker et al, 1995; Vaa, 1997; Elvik, 1997; Redelmeier et al, 1998; Aberg, 1998; Mäkinen and Wuolijoki, 1999; Hakkert et al, 2001; Newstead et al, 2001; Papaioannou et al, 2002; Lobman, 2002; Redelmeier et al, 2003; Elvik and Christensen, 2007; ETSC, 2007; Пешић, 2009; Nishida, 2009; Tillyer et al, 2010; Mehmood, 2010; Elvik, 2011) показао значајан утицај принуде и броја евидентираних саобраћајних прекршаја на стање у безбедности саобраћаја, оправдано се може размишљати о овом показатељу као могућем релевантном показатељу, који може послужити за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

За анализу су коришћени подаци из база података о саобраћајним прекршајима и саобраћајним незгодама МУП-а РСрбије (Табела бр. 5.5) и то за период од 2003. до 2007. године. За утврђивање да ли постоји и у којој јачини међусобна веза између броја саобраћајних прекршаја и броја и последица саобраћајних незгода коришћена је регресиона анализа и израчунат је коефицијент детерминације ( $r^2$ ), а за утврђивање да ли је корелација позитивна или негативна коришћен је коефицијент корелације ( $r$ ) и резултати анализа дати су у Табели бр. 5.6 и приказани на Графицима бр. 5.1, бр. 5.2, бр. 5.3 и бр. 5.4.

Табела бр. 5.5 – Број саобраћајних прекршаја, саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода (извор: МУП РСрбије)

година	укупно саобраћајних прекршаја	укупно саобраћајних незгода	саобраћајне незгоде са настрадалим лицима	саобраћајне незгоде само са материјалном штетом	укупно настрадало лица	смртно настрадало лица	повређено лица
2003	1.024.570	55.660	12.415	43.245	16.821	868	15.953
2004	513.932	62.434	13.397	49.037	18.510	953	17.557
2005	501.312	62.036	12.769	49.267	17.713	841	16.872
2006	435.572	63.913	13.912	50.001	19.305	900	18.405
2007	476.931	70.735	16.585	54.150	23.163	962	22.201
SUM	2.952.317	314.778	69.078	245.700	95.512	4.524	90.988

Табела бр. 5.6 – Корелација између саобраћајних прекршаја, саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода

променљива 1	променљива 2	функција линеарне зависности између променљива 1 и 2	коэффициент детерминације ( $r^2$ )	коэффициент корелације ( $r$ )
број саобраћајних прекршаја	број саобраћајних незгода	$y = -0,017x + 73.022$	0,600	-0,775
	број саобраћајних незгода са настрадалим лицима	$y = -0,003x + 15.821$	0,252	-0,503
	број саобраћајних незгода само са материјалном штетом	$y = -0,013x + 57.201$	0,735	-0,857
	број смртно страдалих у саобраћајним незгодама	$y = -0,00008x + 953,5$	0,147	-0,384

Имајући у виду резултате анализа може се закључити следеће:

- број саобраћајних прекршаја и број и последице саобраћајних незгода су у негативној корелацији,
- постоји негативна јака веза броја саобраћајних прекршаја и броја саобраћајних незгода, али и броја саобраћајних незгода само са материјалном штетом,
- постоји негативна средње јака веза броја саобраћајних прекршаја и броја саобраћајних незгода са настрадалим лицима,
- постоји негативна слаба веза броја саобраћајних прекршаја и броја смртно настрадалих у саобраћајним незгодама,
- ниједна од посматраних зависности не показује тзв. "искључиви фактор".

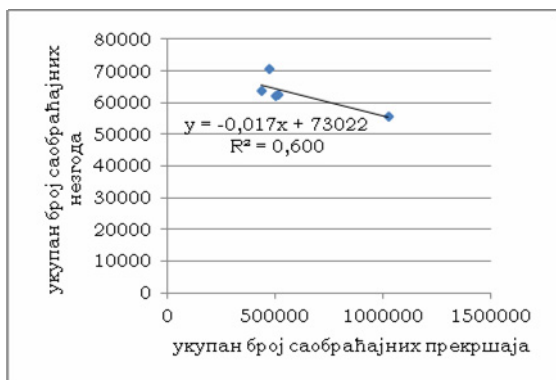


График бр. 5.1 – Зависност укупног броја саобраћајних прекршаја и укупног броја саобраћајних незгода

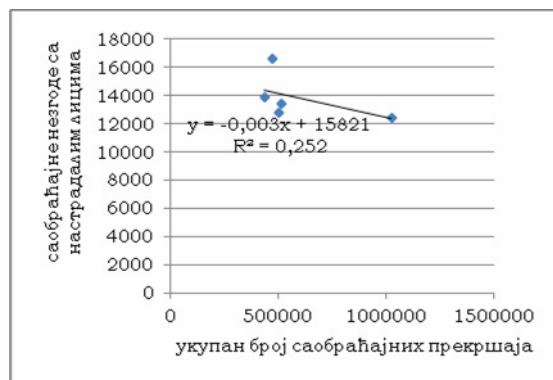


График бр. 5.2 – Зависност укупног броја саобраћајних прекршаја и саобраћајних незгода са настрадалим лицима

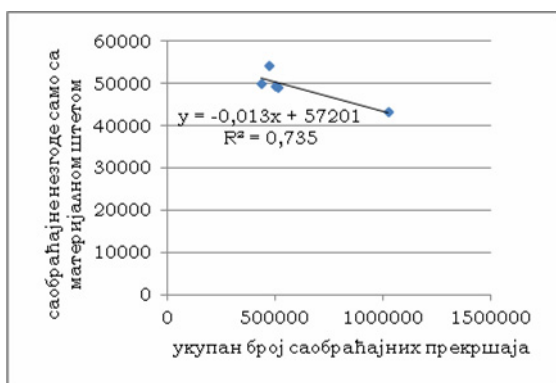


График бр. 5.3 – Зависност укупног броја саобраћајних прекршаја и саобраћајних незгода само са материјалном штетом

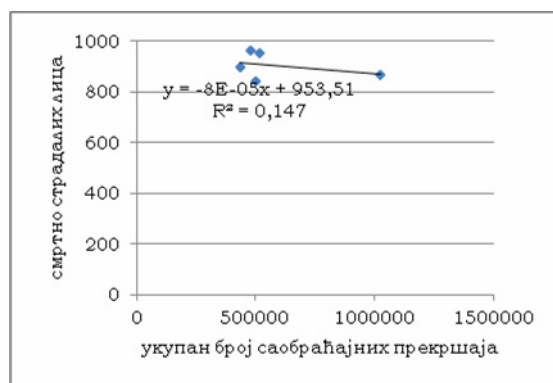


График бр. 5.4 – Зависност укупног броја саобраћајних прекршаја и броја смртно настрадалих лица

Како коефицијент детерминације ни у једном од случајева није већи од 0,9 то значи да не постоји тзв. "искључиви фактор", па се може закључити да број саобраћајних прекршаја није једини утицајни фактор на број и последице саобраћајних незгода.

Кроз резултате упоредне анализе броја саобраћајних прекршаја и броја саобраћајних незгода и њихових последица показано је да постоји међусобна негативна зависност, па се може закључити да се са повећањем броја евидентираних саобраћајних прекршаја смањује број незгода и последица тих незгода и обрнуто.

Већи број евидентираних прекршаја подразумева и повећање ризика од кажњавања, па возачи возе пажљивије и безбедније и догађа се мањи број саобраћајних незгода и постиже побољшање безбедности саобраћаја. Степен међусобне зависности прекршаја, незгода и последица, ипак, није толико јак да би се могло закључити да се само управљањем и контролом броја саобраћајних прекршаја може утицати на страдања у саобраћају и саобраћајним незгодама, јер се коефицијент корелације креће од  $r=-0,384$ , за зависност прекршаја и смртно страдалих у незгодама, до  $r=-0,857$ , за зависност прекршаја и незгода само са материјалном штетом. Посебно, ако се имају у виду ранији закључци да је број тзв. непријављених саобраћајних незгода, односно "незгода у сенци" већи, ако су последице незгода мање, то се може закључити да се ни зависност између незгода са материјалном штетом и саобраћајних прекршаја, без обзира на значајно већу корелацију у односу на остале зависности, не може квалитетно употребити за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Имајући у виду спроведену анализу може се закључити да се успостављене зависности могу искористити као део управљања у систему управљања безбедношћу саобраћаја (планирање одређених мера, као што су принуда, едукација, кампање итд), али да се подаци о саобраћајним прекршајима из базе података о саобраћајним прекршајима не могу употребити за квалитетну оцену нивоа безбедности саобраћаја.

#### 5.3.3.2. Показатељ "% употребе сигурносних појасева"

Сигурносни појас још увек представља најзначајнији и најефикаснији систем пасивне заштите возача и путника (Драгач и Вујанић, 2002; Липовац, 2008). Са употребом сигурносног појаса вероватноћа смртног страдања на предњим седиштима смањује се за око 50%, а на задњим за око 25% (Elvik and Vaa, 2004). Извештај Светске здравствене организације (WHO, 2009c) такође је потврдио да је ефикасност сигурносног појаса значајна и да су ефекти већи код већих последица, па тако 50% возача може избећи смртно страдање употребом сигурносног појаса, око 45% сувозача и око 25% путника на задњим седиштима.



Према Nakkert et al. (2007) индекс ефикасности сигурносног појаса износи 0,52. И остала истраживања (ETSC, 2001; ETSC, 2011 итд) указују на ефикасност, значај проблема, али и значај праћења употребе сигурносних појасева, као и развијање мера за повећање употребе. Развијене земље света су увелико схватиле значај употребе сигурносног појаса, па се из IRTAD-овог извештаја (OECD/ITF, 2012) могу уочити проценти употребе сигурносних појасева за 2010. и 2011. годину (Табела бр. 5.7).

Табела бр. 5.7 – Процент коришћења сигурносних појасева у појединим земљама чланицама IRTAD-а (OECD/ITF, 2012)

земља	% употребе на предњим седиштима	% употребе на задњим седиштима
Аргентина	33	-
Аустралија	95	90
Аустрија	84 (возачи) 81 (сувозачи)	66
Белгија	86	-
Камбоџа	48 (возачи) 25 (сувозачи)	-
Канада	96	89
Данска	92 (возачи)	76
Француска	98	85
Немачка	98 (возачи)	97
Ирска	94	90
Исланд	96 (возачи) 91 (сувозачи)	68
Италија	64	10
Јапан	97 (возачи) 92 (сувозачи)	33
Малезија	80 (возачи) 70 (сувозачи)	10
Холандија	97	82
Нови Зеланд	95	87
Норвешка	91	-
Пољска	86	65
Словенија	92	76
Шведска	96,5 (возачи) 95,7 (сувозачи)	81
Швајцарска	88 (возачи) 89 (сувозачи)	79
Велика Британија	96	90
Сједињене Америчке Државе	84	74

Посебно детаљни подаци о употреби сигурносних појасева широм света представљени су у документима ETSC у PIN извештајима (ETSC, 2008; ETSC, 2011) и ти подаци ће бити искоришћени за тестирање значаја показатеља "% употребе сигурносних појасева" на оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Са друге стране, у Србији се не спроводе активности у смислу утврђивања података о употреби сигурносних појасева, осим у оквиру научних институција, па ће ти подаци, добијени у оквиру научних истраживања, такође бити искоришћени у циљу тестирања значаја овог показатеља.

Анализа зависности показатеља "% употребе сигурносних појасева" и "броја погинулих" у саобраћајним незгодама за одабране земље (Табела бр. 5.8) спроведена је програмом SPSS, тако што је прво тражено најбоље слагање са различитим расподелама (Табела бр. 5.9), а након тога спроведена и корелациона, односно регресиона анализа.

Табела бр. 5.8 – Процент употребе сигурносних појасева на предњим седиштима и број погинулих за период 2001-2009 (извор: ETSC, 2011 и OECD/ITF, 2012)

земља	показатељ	година								
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Аустрија	појасеви (%)	72	75	77	77	83	89	89	87	89
	погинули	958	956	931	878	768	730	691	679	633
Чешка	појасеви (%)	59	59	63	66	71	90	88	88	89
	погинули	1334	1431	1447	1382	1286	1063	1222	1076	901
Естонија	појасеви (%)	63	64	72	70	74	72	90	96	87
	погинули	199	223	164	170	169	204	196	132	100
Финска	појасеви (%)	85	86	86	88	88	90	89	88	92
	погинули	433	415	379	375	379	336	380	343	279
Француска	појасеви (%)	93	92	95	97	97	97	98	98	98
	погинули	8162	7655	6058	5530	5318	4703	4620	4275	4273
Немачка	појасеви (%)	95	93	94	94	96	97	95	97	97
	погинули	6977	6842	6613	5842	5361	5091	4949	4477	4152
Холандија	појасеви (%)	-	89	87	91	92	94	92	95	95
	погинули	1083	1069	1088	881	817	811	791	750	720
Пољска	појасеви (%)	-	71	72	69	76	77	77	80	78
	погинули	5534	5827	5640	5720	5444	5243	5583	5437	4572
Шведска	појасеви (%)	90	91	92	92	92	94	96	95	96
	погинули	551	532	529	480	440	445	471	397	358
Велика Британија	појасеви (%)	88	88	88	90	90	90	91	95	95
	погинули	3598	3581	3658	3368	3337	3300	3056	2718	2337

Провера слагања података о броју погинулих и проценту употребе сигурносних појасева, на пример за Аустрију, је показала да најбоље слагање остварују линеарна, квадратна и кубна расподела (за све три коефицијент детерминације је  $r^2=0,929$ ). Имајући у виду овако велико слагање са линеарном расподелом (График бр. 5.5) израчунат је Пирсонов коефицијент корелације, који износи  $r=-0,964$ , са значајношћу на нивоу  $p=0,01$ .

Примењујући правило дато у Табели бр. 5.4, може се закључити да за Аустрију показатељ "% употребе сигурносних појасева" на предњим седиштима има "негативну врло јаку везу" са бројем погинулих у саобраћајним незгодама.

Табела бр. 5.9 – Слагање расподела показатеља "% употребе сигурносних појасева" и "броја погинулих" за Аустрију

Equation	Model Summary					Parameter Estimates			
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Linear	0,929	92,002	1	7	0,000	2296,301	-18,215		
Logarithmic	0,928	90,112	1	7	0,000	7307,202	-1477,094		
Inverse	0,925	86,423	1	7	0,000	-660,879	119260,472		
Quadratic	0,929	39,509	2	6	0,000	1928,363	-9,119	-0,056	
Cubic	0,929	39,509	2	6	0,000	1928,363	-9,119	-0,056	0,000
Compound	0,918	78,590	1	7	0,000	5097,831	0,978		
Power	0,916	75,972	1	7	0,000	2601905,133	-1,838		
S	0,912	72,177	1	7	0,000	4,856	148,328		
Growth	0,918	78,590	1	7	0,000	8,537	-0,023		
Exponential	0,918	78,590	1	7	0,000	5097,831	-0,023		
Logistic	0,918	78,590	1	7	0,000	0,000	1,023		

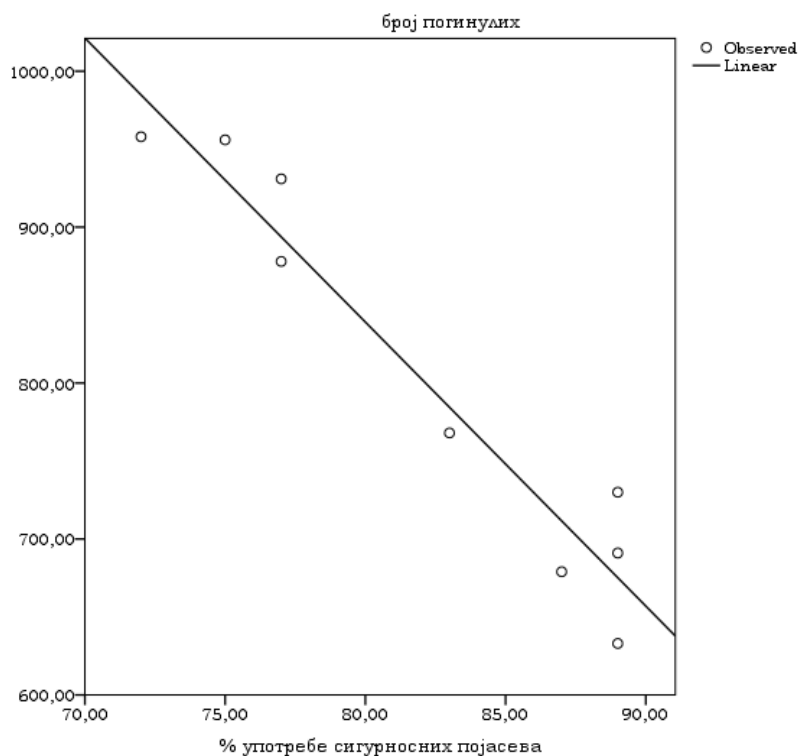


График бр. 5.5 – Линеарна зависност "броја погинулих" и "% употребе сигурносних појасева" за Аустрију

Анализа слагања са статистичким расподелама спроведена је и за остале земље из Табеле бр. 5.8 и показано је такође да показатељ "број погинулих лица" има најбоље слагање са показатељом "% употребе сигурносних појасева" у случајевима линеарне, квадратне и кубне расподеле.

Имајући у виду једноставност линеарне расподеле, као и могућност израчунавања коефицијента корелације, у Табели бр. 5.10 дати су коефицијенти детерминације и корелације показатеља "број погинулих лица" и "% употребе сигурносних појасева" за линеарне расподеле и то за све земље приказане у Табели бр. 5.8.

Табела бр. 5.10 – Корелација показатеља "број погинулих лица" и "% употребе сигурносних појасева"

земља	коефицијент детерминације ( $r^2$ )	ниво значајности (p)	коефицијент корелације (r)	ниво значајности (p)
Аустрија	0,929	0,01	-0,964	0,01
Чешка	0,778	0,01	-0,882	0,01
Естонија	0,408	0,06	-0,639	0,05
Финска	0,828	0,01	-0,910	0,01
Француска	0,927	0,01	-0,963	0,01
Немачка	0,658	0,01	-0,811	0,01
Холандија	0,891	0,01	-0,944	0,01
Пољска	0,382	0,10	-0,618	0,05
Шведска	0,635	0,01	-0,797	0,01
Велика Британија	0,943	0,01	-0,971	0,01

Спроведене анализе показују да показатељи "број погинулих" у саобраћајним незгодама и "% употребе сигурносних појасева" имају негативну корелацију, што значи да се са повећањем процента употребе сигурносних појасева смањује број погинулих у саобраћајним незгодама.

Коефицијенти корелације се крећу у границама од  $r=-0,618$  за Пољску до  $r=-0,971$  за Велику Британију, и сви коефицијенти корелације су прихватљиви са нивоом значајности од  $p=0,05$  или  $p=0,01$ , што показује да се јачине везе крећу од "негативно средње јаке везе" до "негативно врло јаке везе", па се може закључити да се показатељ "% употребе сигурносних појасева" на предњим седиштима може успешно користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

У Србији, без обзира на постојање законских одредби о обавези употребе сигурносних појасева, проценат употребе сигурносних појасева је, у односу на развијене земље света, прилично мали и данас се креће око 60% и то у већим градовима, Београд, Нови Сад и сл., док је у мањим срединама тај проценат и испод 50%. У Србији нису рађена детаљнија истраживања у погледу употребе сигурносних појасева, али је Саобраћајни факултет у Београду последњих десетак година вршио тзв. пилот истраживања, па ће резултати тих истраживања бити искоришћени за тестирање зависности употребе сигурносног појаса и броја погинулих лица.

Претходно је неопходно напоменути да је у Србији 2001. године проценат употребе сигурносних појасева износио свега 3% и да је након опсежне акције саобраћајне полиције, која је уследила након повећања казних одреди за некоришћење сигурносних појасева, током 2002. године, тај проценат скочио на преко 90%. Након тога, репресија везана за сигурносне појасеве је ослабила, па је тај проценат опадао све до испод 50%, током 2009. године. Након усвајања новог Закона о безбедности саобраћаја, % употребе сигурносних појасева је опет порастао на преко 75%, да би данас, у 2012. години, износио нешто изнад 50% на нивоу Србије. Поредети ове резултате са бројем смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама у посматраном периоду, може се уочити да је 2001. године у саобраћајним незгодама у Србији смртно страдало 1275 лица (3% употребе појасева), да је 2002. за 428 лица мање смртно страдало, дакле 847 (преко 90% употребе појасева), да је након тога смртност порасла на око 900 лица годишње, у просеку, до 2009. године (око 50% употребе појасева) и да је 2010. године, у првој години примене новог Закона о безбедности саобраћаја било 660 смртно страдалих лица у саобраћају (преко 75% употребе појасева). Имајући претходно наведено у виду може се уочити да и за Србију важи законитост изузетно велике повезаности употребе сигурносних појасева и страдања у саобраћајним незгодама.

Резултати пилот истраживања спроведених од стране Саобраћајног факултета у Београду о проценту употребе сигурносних појасева за Србију за период од 2001. до 2011. године, као и број погинулих лица за исти период, дати су у Табели бр. 5.11.

Табела бр. 5.11 – Процент употребе сигурносних појасева и број погинулих за Србију у периоду од 2001. до 2011. године

показатељ	година										
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
појасеви (%)	3	90	75	50	60	55	50	55	70	75	70
погинули	1275	847	868	954	841	900	968	897	808	660	728

Коефицијент детерминације ( $r^2$ ) за показатеље "% употребе сигурносних појасева" и "број погинулих" за Србију израчунат на основу резултата пилот истраживања и званичне статистике саобраћајних незгода Министарства унутрашњих послова износи 0,765, са нивоом значајности  $p=0,01$ , док је коефицијент корелације  $r=-0,874$ , такође са нивоом значајности  $p=0,01$ . Регресиона анализа је показала да крива којом се може прогнозирати број погинулих лица у зависности од употребе сигурносних појасева гласи:

$$y = -6,143 \cdot x + 1250,663 \quad [5.1]$$

а линеарна повезаност је представљена и Графиком бр. 5.6.

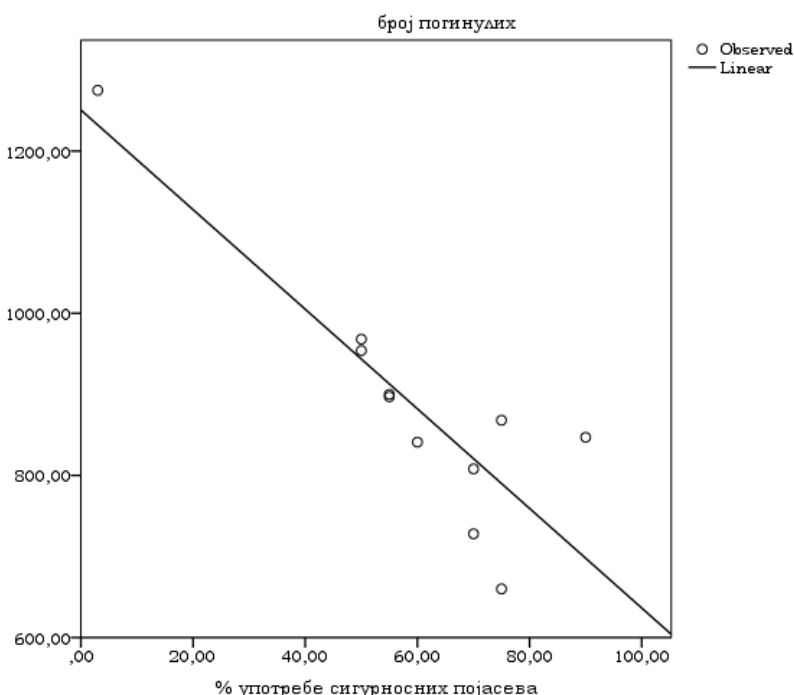


График бр. 5.6 – Линеарна зависност "броја погинулих" и "% употребе сигурносних појасева" за Србију

Може се закључити да и за Србију важи законитост да су употреба појасева и број погинулих лица у "негативној јакој вези", односно да се показатељ "% употребе сигурносних појасева" може користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

### 5.3.3.3. Показатељи "јавни ризик", "саобраћајни ризик" и "динамички саобраћајни ризик"

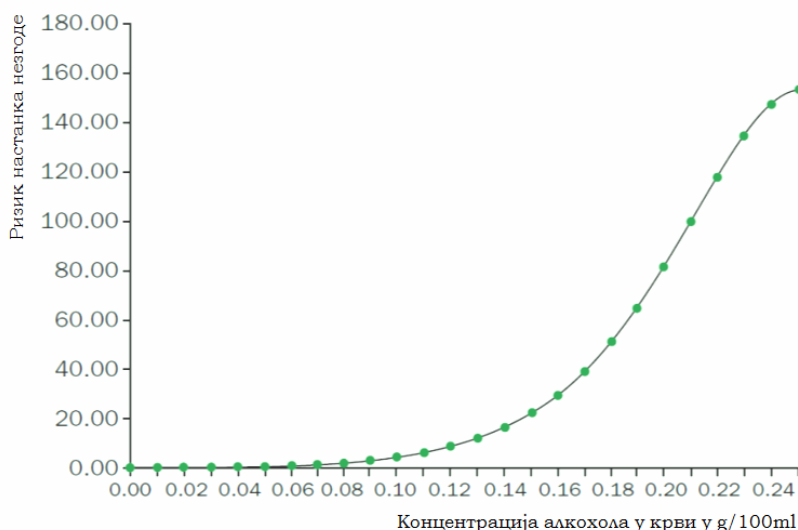
Већ је раније напоменуто да ризик у саобраћају представља вероватноћу страдања у саобраћајним незгодама у односу на изложеност. Ако се посматра јавни ризик, онда се може закључити да јавни ризик представља вероватноћу страдања сваког становника неког подручја у саобраћајној незгоди, имајући у виду да се изражава преко броја смртно страдалих лица у односу на величину популације становништва. Овај показатељ представља врло квалитетну меру оцене нивоа безбедности саобраћаја, јер у његовом креирању учествује број смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама и број становника, који су у највећој мери због ажурности вођења статистика ових показатеља прилично поуздани показатељи за свако подручје (земљу, град и сл.). Саобраћајни ризик такође представља меру која са високом поузданошћу може да оцени стање безбедности саобраћаја неког подручја, јер у обзир такође, као и јавни ризик, узима смртно страдала лица у саобраћајним незгодама, али у односу на број моторних возила. Динамички саобраћајни ризик је најприхватљивији од поменута три ризика, јер, у правом смислу речи, узима у обзир изложеност у саобраћају. Наиме, динамички саобраћајни ризик узима у обзир број пређених километара, а то је један од опште прихваћених најбољих мера изложености у саобраћају.

Без обзира што, посматрано по годинама, број смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама, број становника једне земље, број моторних возила и број пређених километара може варирати из године у годину, ризици страдања су у међусобној вези са бројем погинулих лица. Ово је очигледно јер се сви ризици израчунавају на основу броја погинулих лица. Другим речима, ризици су директно пропорционални броју погинулих лица, па је статистичка значајност, односно повезаност ризика са бројем погинулих лица једнака 1, односно и коефицијенти корелације и детерминације су једнаки 1, са нивоом значајности  $p=0,01$ .

Очигледно је да ризици (јавни, саобраћајни и динамички саобраћајни ризик), као директни релативни показатељи, могу успешно да врше оцену нивоа безбедности саобраћаја.

#### 5.3.3.4. Показатељ "% возача под утицајем алкохола"

Вожња под утицајем алкохола утиче и на настанак саобраћајних незгода и на последице саобраћајних незгода (WHO, 2007). Ризик од настанка незгоде се са повећањем алкохола у крви повећава експоненцијално (Слика бр. 5.5, извор: WHO, 2007). Практично, са 1‰ алкохола у крви око 5 пута је већи ризик настанка незгоде него без присуства алкохола у крви, а чак 140 пута је већи при 2,4‰ алкохола у крви.



Слика бр. 5.5 – Ризик настанка саобраћајне незгоде у односу на концентрацију алкохола у крви (WHO, 2007)

Различита истраживања (Haworth et al, 2002; Fontaine and Gourlet, 2001; Elvik and Vaa, 2004) су показала изражен утицај алкохола на настанак саобраћајних незгода. Гледано у апсолутним бројевима, највећи број возача који су под утицајем алкохола начинили незгоду имали су до 1,5‰ алкохола у крви и то скоро 50% од укупног броја (Пандуровић, 1983). Према WHO (2004) од 1% до 5% возача вози под утицајем алкохола, док је око 20% смртних и тешких повреда у саобраћајним незгодама последица вожње под утицајем алкохола. У појединим земљама (Канада, Словенија, Сједињене Америчке Државе, Француска, Ирска, Нови Зеланд) проценат саобраћајних незгода услед вожње под утицајем алкохола прелази 30% (WHO, 2007). IRTAD-ов извештај (OECD/ITF, 2012) такође потврђује ове чињенице и наводи да је већи ризик у ноћним у односу на дневне услове. У Србији од укупног броја евидентираних прекршаја око 11% су у вези са алкохолом (Пешић, 2009).



Ако се посматрају последице саобраћајних незгода онда алкохол утиче на повећање последица на најмање два начина. Први је повећавање времена реаговања возача, што индукује веће сударне брзине и самим тим и веће последице саобраћајних незгода. Други начин су могуће компликације код збрињавања повређених.

Утицај алкохола на безбедност саобраћаја је очигледан, па је неопходно проверити, односно тестирати статистичку повезаност показатеља који се тичу вожње под утицајем алкохола и броја смртно страдалих лица. У ту сврху, можда најбољи показатељ би био број незгода или број смртно настрадалих лица у незгодама у којима је узрочник незгоде био алкохол. Међутим, како су наведени показатељи тешко доказиви и на Суду (Вујанић, 1996; Вујанић, 2000), односно тешко је доказати искључиву узрочност алкохола на настанак незгода, то ће се тестирати статистичка значајност показатеља "% возача који су под утицајем алкохола" у саобраћајном току и броја погинулих лица. Овај податак би требало да буде лако доступан када би полиција евидентирала колико је алкотестирања спровела и колико је алкотестова било позитивно на присуство алкохола. Подаци који ће бити коришћени за тестирање, односно статистичку анализу повезаности показатеља у вези алкохола и броја погинулих лица су преузети из PIN пројекта (ETSC, 2011) и приказани су у Табели бр. 5.12.

Табела бр. 5.12 – Показатељи "% возача под утицајем алкохола" и "број погинулих" за период 2001-2009 (ETSC, 2011 и OECD/ITF, 2012)

земља	показатељ	2006	2007	2008
Аустрија	алкохолисани возачи (%)	9,4	7,0	5,8
	погинули	730	691	679
Кипар	алкохолисани возачи (%)	6,2	6,8	5,9
	погинули	86	89	82
Словенија	алкохолисани возачи (%)	8,0	7,3	5,8
	погинули	262	293	214
Шпанија	алкохолисани возачи (%)	2,5	2,2	1,8
	погинули	4104	3823	3100
Шведска	алкохолисани возачи (%)	0,9	0,8	0,8
	погинули	445	471	397

Имајући у виду да су на располагању били подаци само за три године (2006., 2007. и 2008.) анализа зависности показатеља "% возача под утицајем алкохола" и "броја погинулих" спроведена је корелационом, односно регресионом анализом за одабране земље програмом SPSS, а резултати су представљени у Табели бр. 5.13.

Табела бр. 5.13 – Корелација показатеља "број погинулих лица"  
и "% возача под утицајем алкохола"

земља	коэффициент детерминације ( $r^2$ )	ниво значајности ( $p$ )	коэффициент корелације ( $r$ )	ниво значајности ( $p$ )
Аустрија	0,989	0,07	0,994	0,05
Кипар	0,928	0,17	0,963	0,09
Словенија	0,569	0,46	0,754	0,23
Шпанија	0,972	0,11	0,986	0,05
Шведска	0,029	0,89	0,169	0,45

Спроведена корелациона анализа је показала да се за две од пет земаља показатељ "% возача под утицајем алкохола" може користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја, јер су високи кофицијенти корелације (преко 0,98) са нивоом значајности од 0,05. Резултат, са овако лошим кофицијентима детерминације и корелације и са великим, неприхватљивим нивоима значајности (за Шведску, ниво значајности износи чак 0,89) је био и очекиван због малог узорка (анализиране су само три године). Поставља се питање шта онда радити и да ли овај показатељ, који према свим истраживањима у вези алкохола значајно утиче на безбедност саобраћаја, ипак може да се користи за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Додатно тестирање могућности коришћења показатеља "% возача под утицајем алкохола" подразумева повећање узорка. Међутим, како су подаци недоступни за више од три године, у овом случају, онда је неопходно све податке за анализиране земље ставити у два одвојена скупа (уместо у десет). Први скуп би наравно чинили подаци о проценту возача који су под утицајем алкохола за сваку земљу и за сваку годину, дакле пет земаља по три године подразумева 15 података у вези показатеља "процент возача под утицајем алкохола". Други скуп би, уместо директног апсолутног показатеља, број погинулих лица, представљао неки од директних релативних показатеља. Због потребе међусобног поређења више земаља неопходно је показатеље који се пореде свести на исту меру. Како је већ раније показано да су сви ризици (јавни, саобраћајни и динамички саобраћајни) директно пропорционални са бројем погинулих (имају кофицијент корелације  $r=1$ ), то ће други скуп података чинити неки од ризика. Одабрано је да то буде јавни ризик, јер је од сва три поменута ризика најприхватљивији због поузданости и расположивости. Практично, други скуп ће чинити 15 података о јавним ризицима (пет земаља по три податка о јавном ризику за сваку годину).

Наведени начин превазилажења проблема недостатка података се може применити у свим случајевима када подаци из било ког разлога недостају, па је због недостатка података тест узорак недовољан. Ово је оправдано користити када прво тестирање (Табела бр. 5.13) покаже да ипак постоји извесна, мања или већа, зависност.

Након трансформације података из Табеле бр. 5.12 у прихватљиви облик и након додавања јавног ризика уместо броја погинулих (Табела бр. 5.14), даља тестирања су поново спроведена корелационом, односно регресионом анализом коришћењем програма SPSS.

Табела бр. 5.14 – Показатељи "јавни ризик" и "% возача под утицајем алкохола"  
(извор: ETSC, 2011 и OECD/ITF, 2012)

Земља, година	Јавни ризик (погинули/100.000 становника)	% возача под утицајем алкохола
Аустрија, 2006	8,80	9,40
Аустрија, 2007	8,30	7,00
Аустрија, 2008	8,20	5,80
Кипар, 2006	11,20	6,20
Кипар, 2007	11,40	6,80
Кипар, 2008	10,30	5,90
Словенија, 2006	13,10	8,00
Словенија, 2007	14,60	7,30
Словенија, 2008	10,60	5,80
Шпанија, 2006	9,40	2,50
Шпанија, 2007	8,60	2,20
Шпанија, 2008	6,80	1,80
Шведска, 2006	4,90	0,90
Шведска, 2007	5,20	0,90
Шведска, 2008	4,30	0,80

Тестирање програмом SPSS је показало да је коефицијент детерминације  $r^2=0,569$ , са нивоом значајности  $p=0,01$ , док је коефицијент корелације  $r=0,754$ , такође са нивоом значајности  $p=0,01$ , а линеарна зависност је представљена на Графику бр. 5.7.

Примењујући правило из Табеле бр. 5.4 може се закључити да показатељи "% возач под утицајем алкохола" и "јавни ризик" имају "јаку позитивну везу". Јака позитивна веза подразумева да су подаци веома зависни један од другог и да ће се са повећањем вредности једног показатеља, у овом случају "% возача под утицајем алкохол", повећати и вредност другог показатеља, у овом случају "јавног ризика".

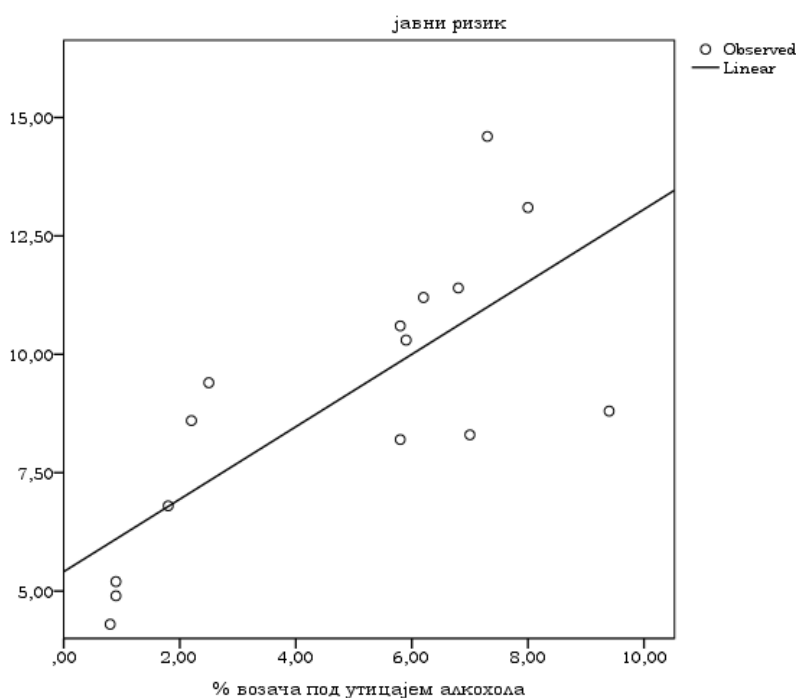


График бр. 5.7 – Линеарна зависност "јавног ризика"  
и "% возача под утицајем алкохола"

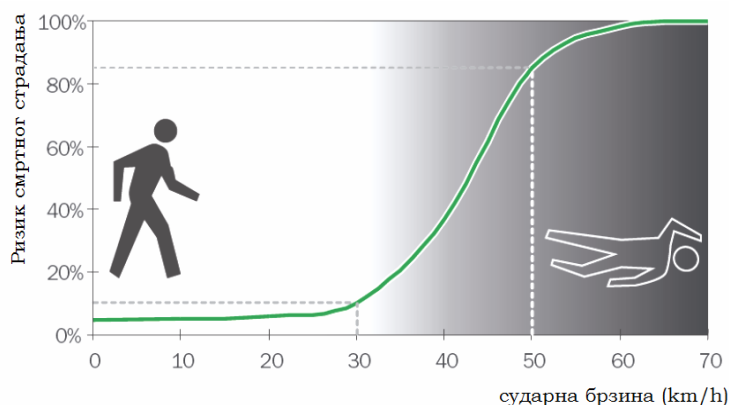
Уважавају у исто време и зависност између јавног ризика и броја погинулих лица, може се закључити да ће се са повећањем броја возача који возе под утицајем алкохола повећати и број погинулих лица у саобраћајним незгодама, па се показатељ "% возача под утицајем алкохола", ипак, са високом поузданошћу може користити за оцењивање нивоа безбедности саобраћаја.

#### 5.3.3.5. Показатељ "% возача који не поштују ограничење брзине"

Већа брзина кретања возила повећава ризик настанка саобраћајних незгода јер се са већим брзинама повећава пут који возило пређе у процесу реаговања система возач-возило, али је и пут кочења већи (WHO, 2008). Имајући у виду већу енергију, која се ствара са већим брзинама, последице саобраћајних незгода, при већим сударним брзинама, су такође веће (WHO, 2008). Истраживања као што су Taylor et al (2000), Elvik and Vaa (2004) и Aarts (2006) су такође показала међусобну повезаност брзине и ризика и значај и утицај веће брзина на ризик настанка незгоде, повређивање у сударима, као и смртност страдања.

Hakkert et al. (2007) наводи да је брзина узрок у преко 30% смртног страдања у саобраћајним незгодама и у преко 12% свих саобраћајних незгода, док Elvik and Vaa (2004) потврђују експоненцијалан пораст ризика са порастом брзине. Осим, апсолутне и средње вредности брзине, на ризик настанка незгода утиче и дисперзија брзина, па ако се у саобраћајном току налазе возила која проузрокују велику дисперзију брзина (екстремно брза возила и спора возила), тада ће се повећати број претицања и опасних ситуација, а самим тим и ризик настанка незгоде (Elvik and Vaa, 2004).

Посебно угрожена категорија учесника у саобраћају су тзв. рањиви учесници у саобраћају (пешаци, бициклисти, мотоциклисти), који су физички незаштићени. При сударној брзини од 30 km/h, највећи број пешака ће преживети судар, док при сударној брзини од 50 km/h, највећи број пешака неће преживати судар (Слика бр. 5.6, OECD/ECMT, 2006).



Слика бр. 5.6 – Вероватноћа смртног страдања пешака од сударне брзине  
(извор: OECD/ECMT, 2006)

Управо имајући у виду ризике и могуће последице настанка саобраћајних незгода, код управљања брзинама, у први план се истичу критеријуми ограничења брзине: критеријум повређивања, критеријум смртног страдања и критеријум настанка незгоде (WHO, 2008). Резултати истраживања су искоришћени тако да се данас у развијеним земљама (па и у Србији) брзина у насељима ограничи на 50 km/h или мање, у зависности од присуства рањивих учесника у саобраћају.

Иако је досадашњим истраживањима (нпр. Elvik and Vaa, 2004) доказана међусобна зависност прекорачења ограничења брзине, и уопште велике брзине на ризик настанка незгода и последице незгода, овде је на основу података о прекорачењима брзине и броја погинулих лица у саобраћајним незгодама неопходно потврдити те зависности.

За тестирање зависности програмом SPSS коришћени су подаци о прекорачењима брзине преузети из PIN извештаја (ETSC, 2011). Тестирање је обављено за прекорачење брзине на путевима у насељима, на путевима ван насеља и на аутопутевима.

Подаци о прекорачењима брзине за различите категорије путева и подаци о броју погинулих лица за одабране земље, за које су постојали комплетнији подаци о прекорачењима брзине (Француска и Велика Британија) дати су у Табели бр. 5.15 (ETSC, 2011).

Табела бр. 5.15 – Показатељи "% прекорачења ограничења брзине" и "број погинулих лица" (извор: ETSC, 2011)

земља	показатељ	година								
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Француска	насеље (%)	54	54	48	45	43	35	49	45	46
	ван насеља (%)	53	47	38	37	27	27	24	31	20
	аутопут (%)	47	47	42	31	33	34	31	32	26
	погинули	8162	7655	6058	5530	5318	4703	4620	4275	4273
Велика Британија	насеље (%)	65	59	58	53	50	50	49	49	-
	ван насеља (%)	51	46	50	48	48	45	45	41	-
	аутопут (%)	54	54	57	56	56	53	53	49	-
	погинули	3598	3581	3658	3368	3337	3300	3056	2718	2337

Неопходно је нагласити да се ограничења брзине у насељу, ван насеља и на аутопуту разликују између држава, па је анализа спроведена у односу на категорију саобраћајнице, а не на основу вредности ограничења брзине. Ограничење брзине у насељу за Француску је 50 km/h, а за Велику Британију је 48 km/h. На путевима ван насеља ограничење брзине у Француској је 90 km/h, а у Великој Британији 113 km/h. На аутопутевима ограничење брзине у Француској је 130 km/h, а у Великој Британији је 113 km/h.

Спроведена корелациона анализа (Табела бр. 5.16) показала је да је зависност показатеља "% прекорачења ограничења брзине" и "број погинулих лица" за све категорије саобраћајница са високим коефицијентом детерминације.

Табела бр. 5.16 – Корелација показатеља "% прекорачења ограничења брзине" за различите категорије путева и "броја погинулих лица"

земља	показатељ 1	показатељ 2	коэффицијент детерминације ( $r^2$ )	ниво значајности (p)	коэффицијент корелације (r)	ниво значајности (p)
Француска	број погинулих	насеље (%)	0,498	0,05	0,706	0,05
		ван насеља (%)	0,884	0,01	0,940	0,01
		аутопут (%)	0,857	0,01	0,926	0,01
Велика Британија	број погинулих	насеље (%)	0,588	0,05	0,767	0,05
		ван насеља (%)	0,755	0,01	0,869	0,01
		аутопут (%)	0,645	0,05	0,803	0,01

Коефицијенти детерминације се крећу од  $r^2=0,498$ , са нивоом значајности  $p=0,05$  (зависност прекорачења ограничења брзине у насељу и броја погинулих за Француску), до  $r^2=0,884$ , са нивоом значајности  $p=0,01$  (зависност прекорачења ограничења брзине ван насеља и броја погинулих, такође за Француску). Коефицијенти корелације су такође високи, од  $r=0,706$ , са нивоом значајности  $p=0,05$  (зависност прекорачења ограничења брзине у насељу и броја погинулих за Француску) до  $r=0,940$ , са нивоом значајности  $p=0,01$  (зависност прекорачења ограничења брзине ван насеља и броја погинулих, такође за Француску). На Графику бр. 5.8 приказана је, као пример, линеарна зависност најбољег слагања показатеља "% прекорачења брзине" (подаци за Француску, ван насеља) и показатеља "број погинулих лица".

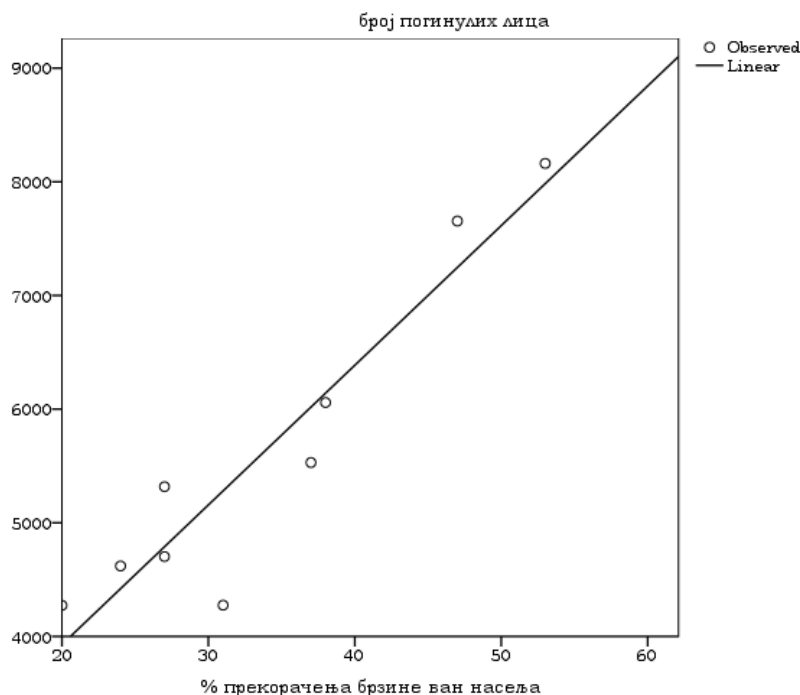


График бр. 5.8 – Линеарна зависност показатеља "процент прекорачења брзине" ван насеља и "броја погинулих лица" за Француску

Може се закључити да је анализа зависности показатеља "% прекорачења ограничења брзине" за све категорије саобраћајница и показатеља "број погинулих лица" дала задовољавајуће резултате и да се било који од показатеља, без обзира на категорију саобраћајнице, може успешно користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Преостаје да се на основу расположивости података о броју смртног страдања на различитим категоријама саобраћајница и нивоа оцене безбедности саобраћаја (земља, град, општина и сл.) дефинише који би ипак од ова три показатеља био прихватљивији. На пример, за оцењивање нивоа безбедности саобраћаја на подручју неког града сигурно би било прихватљивије усвојити показатељ који се односи на прекорачење брзине у насељима.

#### 5.3.3.6. Показатељ "% употребе дневних светала"

Употреба тзв. дневних светала (eng. Daytime Running Lights – DRL) омогућава да возило буде уочљивије, да се боље процени удаљеност возила и да се побољша процењивање опасних ситуација (Koonstra et al, 1997). Elvik and Vaa (2004) су анализирајући двадесетак студија о ефектима употребе дневних светала дошли до закључка да се са повећањем употребе дневних светала са 35-40% на 85-90% може смањити број саобраћајних незгода са пешацима за око 15%, број саобраћајних незгода са бициклистима за око 10%, број чеоних и бочних судара за око 10%, док ће се број незгода у сустизању повећати за око 9%. Осим позитивних, употреба дневних светала има и негативне стране, као што је повећање потрошње горива, чешћа замена сијалица итд.

Сагледавајући предности и недостатке већина развијених земаља (Данска, Финска, Италија, Канада, Чешка, Мађарска итд.) је прихватила дневна светла као неопходну меру унапређења безбедности саобраћаја (Commandeur, 2004). Иако већина развијених земаља има дневна светла као обавезу, истраживања о проценту употребе су оскудна. У Србији је са увођењем новог Закона о безбедности саобраћаја на путевима уведена обавеза употребе дневних светала, и како је то нова мера, до сада у Србији нису рађена детаљнија истраживања у вези употребе дневних светала.



За потребе тестирања статистичке зависности употребе дневних светала на стање безбедности саобраћаја програмом SPSS је извршено тестирање корелационом анализом података о употреби дневних светала и података о броју погинулих лица. У ту сврху коришћени су подаци за Финску (Табела бр. 5.17) и Аустрију (Табела бр. 5.18) о употреби дневних светала из истраживања које су спровели Hakkert et al. (2007), Viss and Van Gent (2007) и Vis and Eksler (2008) и подаци о погинулим лицима из PIN извештаја (ETSC, 2011) и из базе података Eurostat ([http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search\\_database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database), посећено 25.07.2012.).

Табела бр. 5.17 – Показатељи "% употребе дневних светала" и "број погинулих лица" за Финску (Hakkert et al., 2007 и Eurostat)

показатељ	година									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
број погинулих	484	480	441	404	438	400	431	396	433	415
% дневних светала у насељу	85	83	81	80	85	90	92	94	95	95
% дневних светала ван насеља	97	95	97	95	96	96	96	97	96	97

Табела бр. 5.18 – Показатељи "% употребе дневних светала" и "број погинулих лица" за Аустрију (Viss and Van Gent, 2007; Vis and Eksler, 2008 и ETSC, 2011)

показатељ	година				
	2002	2003	2004	2005	2006
број погинулих	956	931	878	768	730
% дневних светала	25,8	37	52	91	95

Анализа је показала да је за Финску повезаност употребе дневних светала са бројем погинулих лица прилично слаба, односно има тзв. "слабу негативну везу" (Табела бр. 5.19), док је за Аустрију коефицијент детерминације  $r^2=0,991$ , са нивоом значајности  $p=0,01$ , а коефицијент корелације  $r=-0,995$ , са нивоом значајности  $p=0,01$ .

Табела бр. 5.19 – Корелација показатеља "% употребе дневних светала" и "броја погинулих лица" за Финску

показатељ 1	показатељ 2	коефицијент детерминације ( $r^2$ )	ниво значајности ( $p$ )	коефицијент корелације ( $r$ )	ниво значајности ( $p$ )
број погинулих	% дневних светала у насељу	0,159	0,25	-0,399	0,13
	% дневних светала ван насеља	0,003	0,876	-0,057	0,44

Може се закључити да се овај показатељ не може успешно користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја у свим земљама.

Анализе зависности употребе дневних светала и броја погинулих лица показују тотално дијаметралне закључке, па је због тога неопходно, пре доношења одлуке о коришћењу овог показатеља за оцену нивоа безбедности саобраћаја, претходно проверити зависност овог показатеља за свако подручје за које се врши оцена.

#### 5.3.3.7. Показатељ "% употребе мобилног телефона у вожњи"

Употреба мобилног телефона у вожњи представља вид дистракције, односно ометања возача, које може да резултира настанком опасне ситуације и саобраћајне незгоде. У данашње време када електронска технологија преузима примат свуда у свету, све је већи број корисника мобилних телефона и самим тим све је већа вероватноћа да мобилни телефон буде коришћен у вожњи од стране возача. Бројне студије (Thulin and Gustafsson, 2004; Pickrel and Ye, 2010; Redelmeier and Tibshirani, 1997; Laberge-Nadau et al, 2003; McEvoy et al, 2007; Klauer et al, 2006; Strayer et al, 2003; Kirher et al, 2004; Hosking et al, 2006; Horrey et al, 2008; Drews et al, 2009; Strayer et al, 2011; White et al, 2004; Iqbal et al, 2011; Cosgrove et al, 2010; Vermette, 2010) су истраживале факторе који утичу на употребу мобилних телефона у вожњи, утицај мобилног телефона на ризик настанка незгода, утицај мобилног телефона на ометање пажње возача итд, и све су показале да употреба мобилног телефона у вожњи негативно утиче на безбедност саобраћаја. Наведена истраживања су показала да је број саобраћајних незгода насталих као последица ометања пажње возача у порасту и да се, услед употребе мобилног телефона у вожњи, ризик настанка незгоде у односу на неупотребу повећава чак до 4,9 пута.

На нивоу 2009. године у Сједињеним Америчким Државама око 11% незгода је било повезано са неким видом ометања пажње возача. Од тог броја за око 20% је полиција доказала коришћење мобилног телефона у току вожње, па се може закључити да је свака 45-та саобраћајна незгода била проузрокована ометањем пажње услед коришћења мобилног телефона у вожњи. Gordon (2005) је у истраживању на Новом Зеланду показао да је око 10% саобраћајних незгода настало као последица ометања пажње, а од тог броја око 12% ометање пажње је наступило због употребе мобилног телефона.

Резултати наведених истраживања у свету указују на велики негативан утицај употребе мобилних телефона у току вожње, па је неопходно тестирати колика је повезаност употребе мобилног телефона у вожњи са последицама саобраћајних незгода, конкретно са погинулим лицима. У ту сврху програмом SPSS ће бити тестирана корелација података о употреби мобилног телефона у вожњи са бројем погинулих лица за Сједињене Америчке Државе, јер су ти подаци били доступни. Подаци (Табела бр. 5.20) о употреби мобилних телефона у вожњи су преузети из истраживања Pickrel and Ye (2010) и односе се на период од 2004. до 2009. године, док су подаци о броју погинулих лица преузети из извештаја NHTSA (2011b).

Табела бр. 5.20 – Показатељи "% употребе мобилних телефона" и "број погинулих лица" за Сједињене Америчке Државе (Pickrel and Ye, 2010 и NHTSA, 2011b)

показатељ	година							
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009
број погинулих лица	41945	43005	42836	43510	42708	41259	37423	33808
% употребе мобилних телефона	3	4	5	6	5	6	6	5

Анализа је показала "негативну слабу везу" показатеља "% употребе мобилног телефона" и "броја погинулих лица", јер је коефицијент корелације  $r=-0,330$ , са нивоом значајности  $p=0,212$ , а коефицијент детерминације је такође показао врло слабу везу  $r^2=0,109$ , са нивоом значајности  $p=0,424$ . Утврђена зависност, сасвим супротно од очекиваног, показује да ће се са повећањем употребе мобилног телефона у вожњи смањити број погинулих лица у саобраћајним незгодама. Ово се може тумачити повећањем броја мобилних телефона уопште у употреби, па је за утицај на безбедност саобраћаја неопходно спровести додатне анализе овог показатеља.

Додатне анализе подразумевају анализу након кориговања вредности показатеља "% употребе мобилних телефона" са односом броја мобилних телефона и броја становника. Кориговање је неопходно због експанзије употребе мобилних телефона уопште, па ако се узме у обзир да тај број у Сједињеним Америчким Државама из године у годину расте у просеку за око 10%, оправдано је кориговати показатељ "% употребе мобилних телефона", који у периоду од 2000. до 2009. године има средњу вредност 5,00 и стандардно одступање 1,06.

Вредности коригованог показатеља "% употребе мобилних телефона" представљају производ показатеља "% употребе мобилних телефона" и броја становника по једном мобилном телефону и дати су у Табели бр. 5.21.

Табела бр. 5.21 – Показатељи "% употребе мобилних телефона"-коригован и "број погинулих лица" за САД (Pickrel and Ye, 2010 и NHTSA, 2011b)

показатељ	година							
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009
број погинулих лица	41945	43005	42836	43510	42708	41259	37423	33808
% употребе мобилних телефона	3	4	5	6	5	6	6	5
број мобилних телефона (у 1000)	109478	140767	182140	207896	233041	255396	270334	285646
број становника (у 1000)	282172	287804	293046	295753	298593	301580	304375	307007
кориговани показатељ "% употребе мобилних телефона"	7,7	8,2	8,0	8,5	6,4	7,1	6,8	5,4

Сада спроведена корелациона анализа показује да употреба мобилног телефона у возњи ипак утиче на број погинулих лица у саобраћајним незгода (График бр. 5.9).

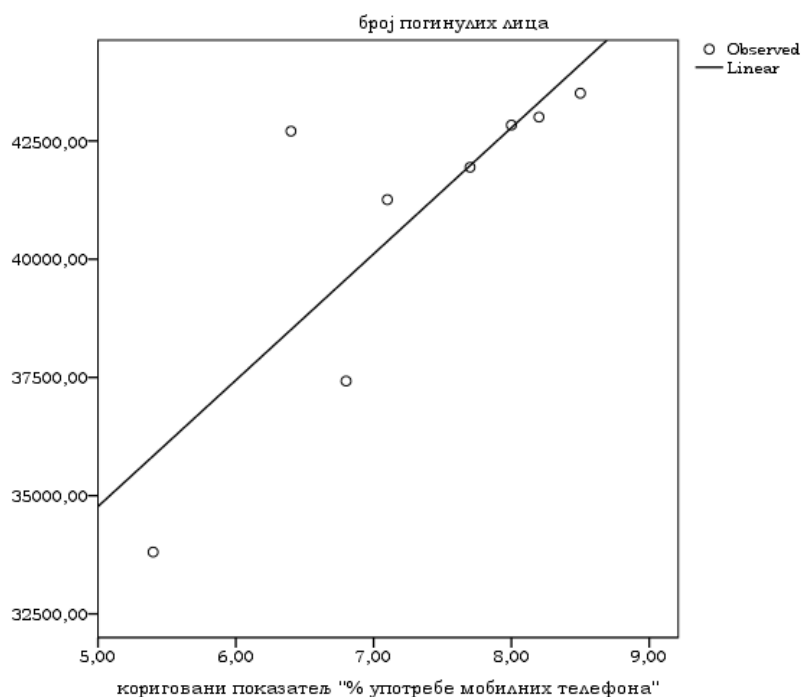


График бр. 5.9 – Линеарна регресија коригованог показатеља "% употребе мобилних телефона" и показатеља "број погинулих лица"

Коефицијент детерминације за релацију коригованог показатеља "% употребе мобилних телефона" и "броја погинулих лица" сада износи  $r^2=0,662$ , са нивоом значајности  $p=0,01$ , док је коефицијент корелације  $r=0,814$ , са нивоом значајности  $p=0,01$ . Регресиона анализа (График бр. 5.9) је показала да постоји тзв. "јака позитивна веза", па се може закључити да са повећањем употребе мобилних телефона у возњи расте и број погинулих лица и обрнуто.

Имајући у виду утврђену зависност употребе мобилног телефона и броја погинулих лица у саобраћајним незгодама може се закључити да показатељ "% употребе мобилних телефона" у свом коригованом облику може бити успешно коришћен за оцењивање нивоа безбедности саобраћаја.

#### 5.3.3.8. Показатељ "% употребе заштитних кацига"

Основна намена заштитних кацига за двочкаше је да спречи повређивање главе у саобраћајним незгодама. Око 75% смртног страдања мотоциклиста у Европи је везано управо за повреде главе, док је у неразвијеним земљама тај проценат још већи и износи око 88% (WHO, 2006). Истраживања показују да употреба кацига код мотоциклиста може смањити ризик настанка последица и величину последица за око 72%, док се смртност страдања може смањити за око 39%. Такође, са смањењем броја и тежине последица саобраћајних незгода смањују се и трошкови који настају након тога (трошкови лечења, опоравка и сл). Истраживање Ulmer and Northrup (2005) је показало да је укидање законске обавезе о коришћењу заштитних кацига у Кентакију и Луизијани проузроковало опадање коришћења кацига са 96%, односно 100%, респективно, на 56%, односно 52%, респективно, што је резултирало повећањем броја смртног страдања за 17,2% до 20,5%, укупно, а код мотоциклиста у повећању од 38% до 75%.

Из наведених истраживања може се закључити да је очигледан позитиван утицај употребе заштитних кацига на безбедност саобраћаја, међутим у циљу потврде статистичке значајности односа употребе заштитних кацига на смртност страдања неопходно је спровести одговарајуће анализе.

Подаци о употреби заштитних кацага су такође подаци, који су релативно тешко доступни, па ће се у сврху тестирања користити подаци о показатељу "% употребе заштитних кацага" за мотоциклисте у Сједињеним Америчким Државама (САД), који су били доступни у извештајима NHTSA (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011a, 2012). У Табели бр. 5.22 дати су подаци о употреби кацага и броју погинулих лица у САД у периоду 2002-2011.

Табела бр. 5.22 – Показатељи "% употребе заштитних кацага" и "број погинулих лица" за САД (NHTSA, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011a, 2012)

показатељ	година								
	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
број погинулих лица	43005	42836	43510	42708	41259	37423	33808	32885	32310
% употребе заштитних кацага	58	58	48	51	58	63	67	54	66

Регресиона анализа је показала да "% употребе заштитних кацага" и "број погинулих" имају тзв. "негативну средње јаку везу" ( $r=-0,627$ ,  $p=0,05$ ), где је коефицијент детерминације  $r^2=0,393$ , са нивоом значајности  $p=0,07$ . То подразумева да се са повећањем употребе заштитних кацага смањује број погинулих лица. Међутим, како је коефицијент детерминације неке средње вредности, може се закључити да се овај показатељ ("% употребе заштитних кацага") може користити за оцењивање нивоа безбедности саобраћаја за различита подручја, уз претходну спроведену регресиону анализу и дефинисање зависности. У принципу, добијени резултат је прихватљив, јер је анализа спроведена на укупан број смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама, док би анализа у поређењу са смртно страдалим мотоциклистима вероватно дала још бољи резултат, али то није тема овог рада, већ се посматра утицај коришћења кацага на свеукупну безбедност саобраћаја, а не само на безбедност мотоциклиста. Генерално посматрано, може се закључити да се показатељ "% употребе заштитних кацага" може користити за оцењивање нивоа безбедности саобраћаја.

#### 5.3.3.9. Показатељ "старост возног парка"

Старост возног парка осликава економску ситуацију једне земље, али и прихватање нових технологија пасивне безбедности од стране становништва. Новија возила данас и у стандардној опреми имају велики број система активне и пасивне заштите.

Системи активне и пасивне заштите имају за циљ да смање број саобраћајних незгода и последице саобраћајних незгода (Драгач и Вујанић, 2002; Липовац, 2008).

Истраживања (Nakkert et al, 2007) показују да је ризик смртог страдања у возилима старијим од 30 година преко десет пута већи у односу на нова возила. Разлози оваквих резултата управо леже у опремљености возила системима заштите.

Код одабира овог показатеља за оцену нивоа безбедности саобраћаја треба бити обазрив, јер новија возила, са једне стране, опремљена системима заштите пружају већу безбедност, а са друге стране, не треба заборавити тзв. "компензацију ризика", где долази до изражаја и понашање возача. Возачи могу, имајући у виду да њихово ново возило има системе активне и пасивне заштите, управо због тога прихватити већи ризик и упустити се чешће у опасне ситуације, са убеђењем да њихово возило може да избегне незгоду или да их заштити од већег повређивања.

Када се разматра показатељ "старост возног парка" онда се он може посматрати најмање двојако. Са једне стране овај показатељ се може посматрати кроз просечну старост возног парка, а са друге стране кроз проценат возила која су млађа од неке дефинисане границе. За тестирање показатеља "старост возног парка" у смислу његове статистичке повезаности са бројем погинулих лица, биће тестиране обе врсте података.

Прва врста података, просечна старост возног парка, ће бити анализирана за Сједињене Америчке Државе (Табела бр. 5.23) за коју постоје доступни подаци за период од 1995. до 2011. године (преузето са: [https://www.polk.com/company/news/average\\_age\\_of\\_vehicles\\_reaches\\_record\\_high\\_according\\_to\\_polk](https://www.polk.com/company/news/average_age_of_vehicles_reaches_record_high_according_to_polk), посећено дана 25.07.2012.).

Друга врста података, која представља проценат возила која су млађа од неке унапред дефинисане вредности, биће анализирана за одабране европске земље за период од 2001. до 2009. године (преузето из UNECE базе података, <http://w3.unecese.org/prxweb/dialog>, посећено дана 25.07.2012., Табела бр. 5.24).

Табела бр. 5.23 – Показатељи "просечна старост возила" и "број погинулих лица" за САД у периоду од 1995. до 2011. године (<https://www.polk.com>)

показатељ	година																
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Број погинулих лица	41817	42065	42013	41501	41717	41945	42196	43005	42643	42836	43510	42708	41259	37423	33808	32885	32310
Просечна старост возног парка	8,4	8,5	8,6	8,8	8,8	8,9	8,9	9,0	9,1	9,4	9,5	9,7	9,8	10,0	10,3	10,6	10,8

Регресиона анализа је показала да су показатељи "просечна старост возног парка" и "број погинулих лица" у тзв. "негативној јакој вези" ( $r=-0,811$ ,  $p=0,01$ ), са коефицијентом детерминације  $r^2=0,657$  и нивоом значајности  $p=0,01$ . Оваква зависност показује мало неочекивано да се са порастом просечне старости возног парка смањује број саобраћајних незгода (График бр. 5.10), али ако се узме у обзир већ прокоментарисана "компензација ризика", онда су резултати, са друге стране, реални.

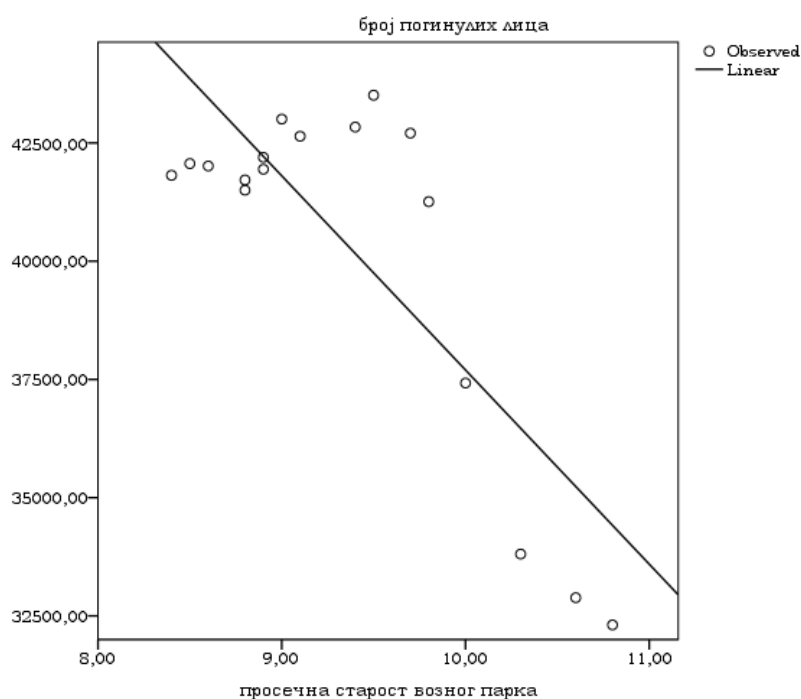


График бр. 5.10 – Линеарна регресија показатеља "просечна старост возног парка" и "број погинулих лица"



Табела бр. 5.24 – Показатељи "% возила старих до 5 година", "% возила старих до 10 година" и "број погинулих лица" (<http://w3.unecse.org/prxweb/dialog>)

земља	показатељ	година								
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Аустрија	старост до 5 год	33,31	35,14	34,66	34,12	33,68	40,22	39,71	39,49	39,63
	старост до 10 год	65,35	67,64	66,77	66,49	66,13	71,34	70,23	69,87	69,93
	погинули	958	956	931	878	768	730	691	679	633
Шведска	старост до 5 год	37,97	39,55	39,49	38,56	36,54	36,00	37,06	34,84	33,69
	старост до 10 год	57,97	59,96	60,81	63,09	65,05	66,61	68,08	67,12	64,96
	погинули	551	532	529	480	440	445	471	397	358

Корелациона анализа показатеља који описују структуру возног парка према старости ("% возила старих до 5 година" и "% возила старих до 10 година") је показала да су коефицијенти корелације прилично високи и спадају у групу зависности тзв. "јаких веза" (Табела бр. 5.25).

Табела бр. 5.25 – Корелација показатеља "% возила старих до 5 година", "% возила старих до 10 година" и "број погинулих лица"

земља	показатељ 1	показатељ 2	коефицијент детерминације ( $r^2$ )	ниво значајности (p)	коефицијент корелације (r)	ниво значајности (p)
Аустрија	број погинулих	старост до 5 год	0,684	0,01	-0,827	0,01
		старост до 10 год	0,598	0,05	-0,773	0,01
Шведска	број погинулих	старост до 5 год	0,857	0,01	0,926	0,01
		старост до 10 год	0,574	0,05	-0,758	0,01

Интересантно је да је за Шведску показатељ "% возила старих до 5 година" показао позитивну јаку везу, што подразумева да ће са порастом броја возила у возном парку, која су млађа од 5 година број погинулих лица такође порасти. Слично је показано на примеру Сједињених Америчких Држава за показатељ "просечна старост возног парка".

Спроведене анализе зависности показатеља који се тичу старости возног парка и броја погинулих лица указују да треба бити опрезан код одабира овог показатеља и да за конкретну земљу или подручје треба претходно испитати зависност и то јачину везе и тзв. "смер" везе, па онда одлучити о одабиру овог показатеља. У сваком случају, може се закључити да се показатељ "старост возног парка" може користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

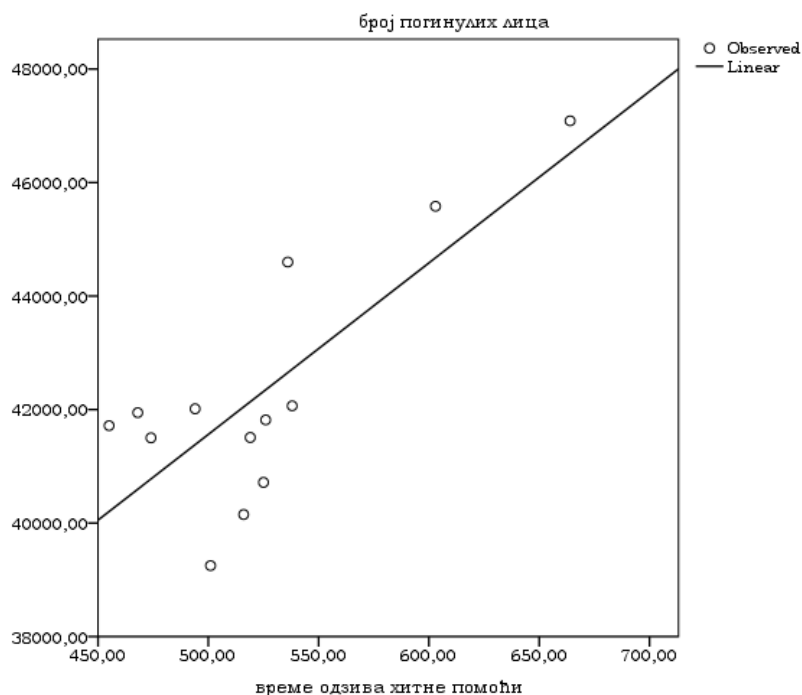
#### 5.3.3.10. Показатељ "време одзива хитне помоћи"

Здравствено збрињавање повређених након саобраћајне незгоде доприноси тежини последица саобраћајних незгода. Након настанка незгоде ланац догађаја који следе мора трајати изузетно кратко и бити спроведен квалитетно како би се обезбедило да повређена лица буду на време и адекватно збринута. Због тога је неопходно да прва помоћ пружена на лицу места, непосредно након незгоде, позив хитној помоћи и време одзива хитне помоћи траје најкраће могуће време (Nakkert et al, 2007). Након одзива хитне помоћи, важан је и брз транспорт до установе која може пружити адекватан здравствени третман, као и брзо и ефикасно преузимање повређених у самим здравственим установама. Nakkert et al (2007) су сумирали неколико истраживања у вези значаја збрињавања након саобраћајне незгоде. Резултати истраживања показују да се смртност страдања у саобраћајним незгодама може смањити за око 13% ако би здравствено збрињавање било ефикасније, 12% до 32% повређених би преживело ако би брже били транспортовани до одговарајућих здравствених центара, свако кашњење при почетку збрињавања повређених у трајању од око 30 минута увећава ризик смртог страдања три пута, сваки минут бржег транспорта смањује смртност за 1%. Наравно да није само брзина одзива пружања прве помоћи и транспорта до здравствене установе главни фактор у ефикасном збрињавању после саобраћајне незгоде. Ту се препознају још и: одговарајуће лекарско особље, број особља, близина здравствене установе, постојање ваздушних линија збрињавања, број здравствених установа, капацитет здравствених установа, адекватан здравствени третман и можда најважније успостављање националног система здравственог збрињавања у хитним случајевима (Nakkert, et al, 2007). Међутим, од свих наведених, најважнију улогу ипак има време збрињавања након незгоде и у том смислу могу се препознати неколико показатеља који би ефикасно описали квалитет збрињавања повређених. Један од опште прихваћених широм света је показатељ "време одзива хитне помоћи", па ће он бити детаљније анализиран. Тестирање статистичке значајности повезаности показатеља "време одзива хитне помоћи" и броја погинулих лица биће спроведено за Сједињене Америчке Државе (Табела бр. 5.26).

Табела бр. 5.26 – Показатељи "време одзива хитне помоћи"  
и "број погинулих лица" за Сједињене Америчке Државе

показатељ	година												
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
број погинулих лица	47087	45582	44599	41508	39250	40150	40716	41817	42065	42013	41501	41717	41945
време одзива хитне помоћи (s)	664	603	536	519	501	516	525	526	538	494	474	455	468

Регресиона анализа, применом програма SPSS, показала је да је коефицијент корелације између показатеља "време одзива хитне помоћи" и "број погинулих лица"  $r=0,778$ , са нивоом значајности  $p=0,01$ , док је коефицијент детерминације  $r^2=0,605$ , са нивоом значајности  $p=0,01$ . То значи да су анализирани показатељи у јакој позитивној вези, па ће се са смањењем времена одзива хитне помоћи смањити и број погинулих лица (График бр. 5.11).

График бр. 5.11 – Линеарна регресија показатеља  
"време одзива хитне помоћи" и "број погинулих лица"

Имајући у виду утврђену зависност са бројем погинулих лица у саобраћајним незгодама, може се закључити да се показатељ "време одзива хитне помоћи" може успешно користити за оцењивање нивоа безбедности саобраћаја.

### 5.3.3.11. Систематизација могућих релевантних показатеља у ужу листу

Статистичка анализа међузависности одабраних показатеља из шире листе могућих релевантних показатеља и броја и последица саобраћајних незгода је показала да се сви они могу мање или више успешно користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Корелационе анализе су за већину анализираних показатеља показале најмање средњу јачину зависности, са прихватљивим нивоом значајности. Међутим, ради једноставнијег даљег коришћења показатеља потребно је формирати тзв. ужу листу могућих релевантних показатеља, а за шта се поново, веома поуздано могу искористити резултати спроведених анализа. У Табели бр. 5.27 систематизована је ужа листа од једанаест могућих релевантних показатеља, заједно са коефицијентима детерминације и корелације и нивоима значајности. Неопходно је напоменути да закључке статистичких анализа, представљених у тачкама 5.3.3.1. до 5.3.3.10., треба обавезно узети у обзир код коначне листе показатеља који ће учествовати у оцени нивоа безбедности саобраћаја.

Табела бр. 5.27 – Ужа листа могућих релевантних показатеља

показатељ	коефицијент детерминације ( $r^2$ )	ниво значајности ( $p$ )	коефицијент корелације ( $r$ )	ниво значајности ( $p$ )
јавни ризик	1	0,01	1	0,01
саобраћајни ризик	1	0,01	1	0,01
динамички саобраћајни ризик	1	0,01	1	0,01
% употребе сигурносних појасева на предњим седиштима	0,382 - 0,942	0,01	-0,618 - -0,971	0,01 - 0,05
% возача под утицајем алкохола	0,569	0,01	0,754	0,01
% возача који поштују ограничење брзине (насеља, ван насеља, аутопут)	0,498 - 0,884	0,01 - 0,05	0,706 - 0,940	0,01 - 0,05
% употребе дневних светала	0,159 - 0,991	0,01 - 0,25	-0,399 - -0,995	0,01 - 0,13
% употребе мобилних телефона	0,662	0,01	0,814	0,01
% употребе заштитних кацага	0,393	0,07	-0,627	0,05
старост возног парка	0,574 - 0,857	0,01 - 0,05	-0,758 - -0,926	0,01
време одзива хитне помоћи	0,605	0,01	0,774	0,01

#### 5.3.4. КОНАЧНА ЛИСТА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА

За дефинисање коначне листе релевантних показатеља, који ће ући у прорачун оцене нивоа безбедности саобраћаја, неопходно је у следећем кораку спровести тзв. експертску оцену. Експертска оцена би подразумевала вредновање показатеља који се налазе у ужој листи могућих релевантних показатеља. Неопходно је на основу мишљења експерата утврдити показатеље који имају највећи утицај на стање и оцену нивоа безбедности саобраћаја на посматраном подручју. Једна од основних идеја у анализи експертском оценом јесте да се дефинише мањи, прихватљив број показатеља који ће успешно вршити оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Методе вредновања, у зависности од броја критеријума код избора, могу бити вишекритеријумске методе (нпр. PROMETHEE, ELECTRE, TOPSIS, АНР, DEA итд) или класичне оптимизационе методе које користе један критеријум код одлучивања (нпр. "sum-of-the-ranks", "composite rank" итд). Имајући у виду расположиве податке о показатељима (њихову статистичку значајност, доступност, квалитет итд) одлучено је да се на основу једног критеријума, а то је ранг показатеља који додељује експерт, примени тзв. метод суме рангова (eng. sum-of-the-ranks method). Овај метод је у области безбедности саобраћаја већ неколико пута успешно примењиван (нпр. Решић et al, 2012). Овај метод подразумева комбиновање рангова показатеља додељених од стране експерата. Практично, сваки од експерата  $j$  може дефинисати показатељ  $i$  по неком рангу ( $R_{ij}$ ). Применом метода "обједињени ранг" (eng. Composite rank method) као резултат добија се ранг сваког од показатеља ( $CR_i$ ), који комбинује и обједињује рангове добијене оценом сваког од експерта, а на основу израза:

$$CR_i = \frac{\sum_{j=1}^n R_{ij}}{n}, \quad i = \overline{1, m} \quad [5.2]$$

где је:

- $CR_i$  – обједињени ранг показатеља  $i$
- $R_{ij}$  – ранг показатеља  $i$  додељен од стране експерта  $j$
- $m$  – број показатеља
- $n$  – број експерата

Матрица за израчунавање обједињеног ранга може се представити Табелом бр. 5.28.

Табела бр. 5.28 – Матрица за израчунавање обједињеног ранга (CR)

	експерт 1	...	експерт $j$	...	експерт $n$	обједињени ранг (CR)
показатељ 1	$R_{11}$	...	$R_{1j}$	...	$R_{1n}$	$CR_1$
...	...	...	...	...		...
показатељ $i$	$R_{i1}$	...	$R_{ij}$	...	$R_{in}$	$CR_i$
...	...	...	...	...		...
показатељ $m$	$R_{m1}$	...	$R_{mj}$	...	$R_{mn}$	$CR_m$

Код израчунавања обједињеног ранга експертима може бити додељен одређени тежински коефицијент. Најлогичније би било да тај тежински коефицијент буде у вези са искуством сваког од експерта у области безбедности саобраћаја. Најбоља мера за искуство експерата би представљала број година радног искуства у области безбедности саобраћаја. Управо на основу година радног искуства у области безбедности саобраћаја сваком од експерата је додељен тежински коефицијент, који износи 2 за експерте са радним искуством од најмање 30 година, 1,5 за експерте са радним искуством од 10 до 30 година и 1 за експерте са радним искуством до 10 година.

Узимајући у обзир и тежинске коефицијенте ( $w_j$ ) израз за израчунавање обједињеног ранга би сада гласио:

$$CR_i = \frac{\sum_{j=1}^n R_{ij} \cdot w_j}{\sum_{j=1}^n w_j}, \quad i = \overline{1, m} \quad [5.3]$$

где је:

- $CR_i$  – обједињени ранг показатеља  $i$
- $R_{ij}$  – ранг показатеља  $i$  додељен од стране експерта  $j$
- $w_j$  – тежински коефицијент експерта  $j$
- $m$  – број показатеља
- $n$  – број експерата

Матрица за израчунавање обједињеног ранга, који узима у обзир и тежинске коефицијенте експерата је представљена Табелом бр. 5.29.

Табела бр. 5.29 – Матрица за израчунавање обједињеног ранга ( $CR$ ), који узима у обзир и тежинске коефицијенте експерата

	експерт $1$	тежински коефицијент експерта $1$	...	експерт $j$	тежински коефицијент експерта $j$	...	експерт $n$	тежински коефицијент експерта $n$	обједињени ранг ( $CR$ )
показатељ $1$	$R_{11}$	$w_1$	...	$R_{1j}$	$w_j$	...	$R_{1n}$	$w_n$	$CR_1$
...	...		...	...		...	...		...
показатељ $i$	$R_{i1}$		...	$R_{ij}$		...	$R_{in}$		$CR_j$
...	...		...	...		...	...		...
показатељ $m$	$R_{m1}$		...	$R_{mj}$		...	$R_{mn}$		$CR_m$

На основу нумеричке вредности обједињеног ранга може се направити ранг листа показатеља, који се налазе у ужој листи могућих релевантних показатеља. За дефинисање коначне листе релевантних показатеља неопходно је применити још један корак. То подразумева да се сада добијена ранг листа показатеља додатно анализира, тако што ће се сваки следећи показатељ на листи упоредити са претходним по нумеричкој вредности добијеног обједињеног ранга. Уколико је нумеричка вредност разлике обједињених рангова између два узастопна показатеља на листи значајно већа од разлике претходна два на ранг листи, тада се тај показатељ који се значајно разликује од претходног и сви наредни одбацују и они не улазе у коначну листу.

#### 5.3.4.1. Одабир релевантних показатеља – нумерички пример

Поступак добијања коначне листе релевантних показатеља у првом кораку подразумева да експерти рангирају показатеље по важности за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Из тог разлога спроведена је анкета пет експерата из области безбедности саобраћаја у Србији. Експерти су уједно анкетирани и у погледу радног искуства у области безбедности саобраћаја.

Ранг показатеља добијен на основу експертске оцене показатеља безбедности саобраћаја дат је у Табели бр. 5.30.

Табела бр. 5.30 – Експертска оцена ранга показатеља безбедности саобраћаја

показатељ	експерт 1	експерт 2	експерт 3	експерт 4	експерт 5
јавни ризик	6	2	3	6	3
саобраћајни ризик	7	3	6	5	4
динамички саобраћајни ризик	5	1	1	1	2
% употребе сигурносних појасева	1	6	2	4	5
% возача који су под утицајем алкохола	10	4	4	3	1
% возача који прекорачују ограничење брзине	2	5	7	2	6
% возила која имају укључена дневна светла	8	9	9	10	9
% возача који користе мобилни телефон у вожњи	9	8	8	7	8
% мотоциклиста који користе заштитне кациге	3	7	5	8	11
старост возног парка	11	11	11	11	7
време одзива прве помоћи	4	10	10	9	9

Подаци о оцењеним ранговима показатеља наизглед су слични. За проверу међусобног слагања оцена ранга између експерата спроведена је корелација између вредности рангова одређивањем Кендалов тау (eng. Kendall's tau-b) и Спирмановог коефицијента ро (eng. Spearman's rho). Претходно је сваки од рангова помножен са тежинским коефицијентом сваког од експерата (2; 2; 1,5; 1,5; 1,5, респективно) и добијена је Табела бр. 5.31.

Табела бр. 5.31 – Ранг показатеља укључујући и тежинске коефицијенте експерата

показатељ	експерт 1	експерт 2	експерт 3	експерт 4	експерт 5
јавни ризик	16	4	4,5	9	6
саобраћајни ризик	18	6	9	7,5	4,5
динамички саобраћајни ризик	10	2	1,5	1,5	3
% употребе сигурносних појасева	2	12	3	6	7,5
% возача који су под утицајем алкохола	20	8	6	4,5	1,5
% возача који прекорачују ограничење брзине	4	10	10,5	3	9
% возила која имају укључена дневна светла	12	18	13,5	15	13,5
% возача који користе мобилни телефон у вожњи	14	16	12	10,5	12
% мотоциклиста који користе заштитне кациге	6	14	7,5	12	16,5
старост возног парка	22	22	16,5	16,5	10,5
време одзива прве помоћи	8	20	15	13,5	13,5



Кендалов тау и Спирманов ро (Табела бр. 5.32) су потврдили да не постоје битне разлике између експерата по питању оцењивања ранга показатеља, осим експерта 1, где постоји значајна разлика у рангирању показатеља у односу на остале експерте.

Табела бр. 5.32 – Тестирање разлика у експертима при оцењивању ранга

корелациони тест		експерт1	експерт2	експерт3	експерт4	експерт5	
Kendall's tau_b	експерт1	коэф. корелације	-	0,055	0,164	0,127	-0,294
		ниво значајности	-	0,408	0,242	0,293	0,106
	експерт2	коэф. корелације	0,055	-	0,745**	0,636**	0,550**
		ниво значајности	0,408	-	0,001	0,003	0,010
	експерт3	коэф. корелације	0,164	0,745**	-	0,600**	0,440*
		ниво значајности	0,242	0,001	-	0,005	0,030
	експерт4	коэф. корелације	0,127	0,636**	0,600**	-	0,514*
		ниво значајности	0,293	0,003	0,005	-	0,014
	експерт5	коэф. корелације	-0,294	0,550**	0,440*	0,514*	-
		ниво значајности	0,106	0,010	0,030	0,014	-
Spearman's rho	експерт1	коэф. корелације	-	0,000	0,264	0,273	-0,355
		ниво значајности	-	0,500	0,217	0,209	0,142
	експерт2	коэф. корелације	0,000	-	0,845**	0,827**	0,779**
		ниво значајности	0,500	-	0,001	0,001	0,002
	експерт3	коэф. корелације	0,264	0,845**	-	0,764**	0,624*
		ниво значајности	0,217	0,001	-	0,003	0,020
	експерт4	коэф. корелације	0,273	0,827**	0,764**	-	0,743**
		ниво значајности	0,209	0,001	0,003	-	0,004
	експерт5	коэф. корелације	-0,355	0,779**	0,624*	0,743**	-
		ниво значајности	0,142	0,002	0,020	0,004	-

\*\* - корелација је значајна на нивоу 0,01

\* - корелација је значајна на нивоу 0,05

Иако су тестови показали да, осим експерта 1, нема битних разлику у погледу рангирања показатеља од стране различитих експерата, неопходно је спровести детаљну анализу рангова применом метода обједињеног ранга (Табела бр. 5.33).

Табела бр. 5.33 – Обједињени ранг показатеља

показатељ	експерт 1	w1	експерт 2	w2	експерт 3	w3	експерт 4	w4	експерт 5	w5	CR
јавни ризик	6	2	2	2	3	1,5	6	1,5	3	1,5	4,96
саобраћајни ризик	7	2	3	2	6	1,5	5	1,5	4	1,5	5,79
динамички саобраћајни ризик	5	2	1	2	1	1,5	1	1,5	2	1,5	2,52
% употребе сигурносних појасева	1	2	6	2	2	1,5	4	1,5	5	1,5	3,34
% возача који су под утицајем алкохола	10	2	4	2	4	1,5	3	1,5	1	1,5	5,72
% возача који прекорачују ограничење брзине	2	2	5	2	7	1,5	2	1,5	6	1,5	3,92
% возила која имају укључена дневна светла	8	2	9	2	9	1,5	10	1,5	9	1,5	8,06
% возача који користе мобилни телефон у вожњи	9	2	8	2	8	1,5	7	1,5	8	1,5	7,52
% мотоциклиста који користе заштитне кациге	3	2	7	2	5	1,5	8	1,5	11	1,5	5,82
старост возног парка	11	2	11	2	11	1,5	11	1,5	7	1,5	10,62
време одзива прве помоћи	4	2	10	2	10	1,5	9	1,5	9	1,5	7,64

На основу добијених вредности обједињених рангова могуће је направити ранг листу показатеља и спровести прорачун разлика два узастопна показатеља (Табела бр. 5.34 и График бр. 5.12).

Табела бр. 5.34 – Ранг листа и одступање два узастопна показатеља

показатељ	ранг листа	CR	ΔCR
динамички саобраћајни ризик	1	2,12	-
% употребе сигурносних појасева	2	3,59	1,47
јавни ризик	3	4,00	0,41
% возача који прекорачују ограничење брзине	4	4,29	0,29
% возача који су под утицајем алкохола	5	4,71	0,41
саобраћајни ризик	6	5,00	0,29
% мотоциклиста који користе заштитне кациге	7	6,59	1,59
% возача који користе мобилни телефон у вожњи	8	8,06	1,47
време одзива прве помоћи	9	8,24	0,18
% возила која имају укључена дневна светла	10	8,94	0,71
старост возног парка	11	10,29	1,35

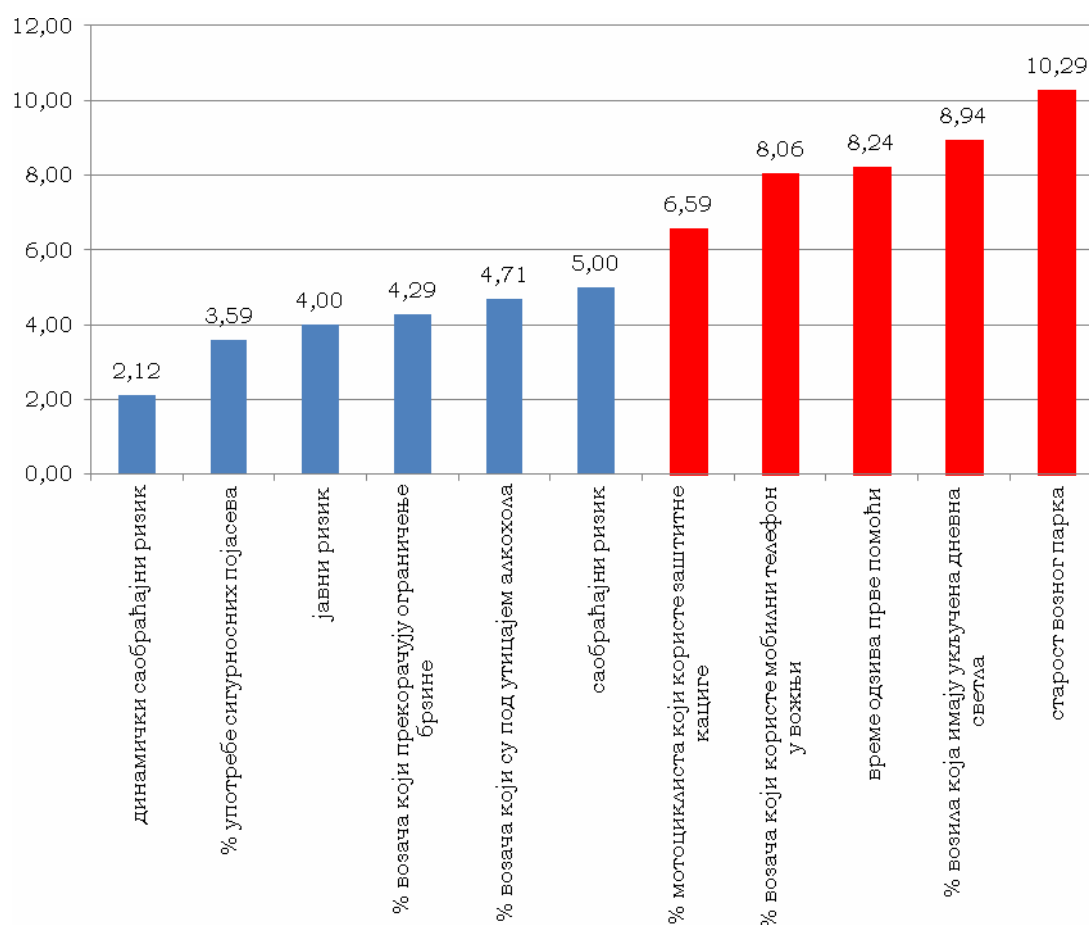


График бр. 5.12 – Вредности обједињеног ранга показатеља

Анализирајући ранг листу показатеља безбедности саобраћаја и поредећи обједињени ранг за свака два показатеља узастопно може се уочити да је разлика у броју рангова између показатеља са редним бројем 6 ("саобраћајни ризик") и показатеља са редним бројем 7 ("% мотоциклиста који користе заштитне кациге") једнака 1,59 рангова, док су претходне разлике узастопних показатеља мање од 0,5 ранга. Практично, може се закључити да се експертском оценом издвојила група од шест показатеља, који се могу слободно назвати релевантни показатељи и који ће моћи успешно служити за оцену нивоа безбедности саобраћаја (Табела бр. 5.34, првих шест показатеља на ранг листи).

#### 5.3.4.2. Систематизација могућих релевантних показатеља у коначну листу

Експертска оцена показатеља безбедности саобраћаја је из уже листе могућих релевантних показатеља направила ранг листу показатеља по значају и издвојила показатеље који се могу сврстати у тзв. коначну листу релевантних показатеља (Табела бр. 5.35). Овако дефинисани релевантни показатељи су задовољили како објективне услове (статистички су јако повезани са последицама саобраћајних незгода, види Табелу бр. 5.27), тако и субјективне услове (уважено је мишљење експерата из области безбедности саобраћаја), па се може сматрати да би оцена нивоа безбедности саобраћаја, добијена на основу ових показатеља, била задовољавајућа и прихватљива као оцена реалне слике стања нивоа безбедности саобраћаја.

Табела бр. 5.35 – Коначна листа релевантних показатеља

редни број показатеља	показатељ
1.	динамички саобраћајни ризик
2.	% употребе сигурносних појасева
3.	јавни ризик
4.	% возача који прекорачују ограничење брзине
5.	% возача који су под утицајем алкохола
6.	саобраћајни ризик

## 5.4. НАЧИНИ МЕРЕЊА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА

За прикупљање података о показатељима, па и о одабраним релевантним показатељима најчешће се користе: подаци о броју саобраћајних незгода, подаци о последицама саобраћајних незгода, теренска истраживања, анкете, полицијски извештаји и други извори података. Подаци могу бити доступни у већ постојећим базама података (полиција, здравствене установе, статистички заводи и сл.) или је до њих неопходно доћи другим одговарајућим начинима (бројање, анкетирање и сл). Важно је напоменути да се вредност једног показатеља може утврдити коришћењем више извора података (на пример бројањем, али и анкетирањем), а одабир одговарајућег извора, односно технике прикупљања и мерења показатеља зависи првенствено од квалитета и доступности података, односно од квалитета података добијених истраживањима.

### 5.4.1. МЕРЕЊЕ ЈАВНОГ, САОБРАЋАЈНОГ И ДИНАМИЧКОГ САОБРАЋАЈНОГ РИЗИКА

Одабрани начин мерења, односно утврђивања вредности одређеног показатеља треба да задовољи одговарајуће критеријуме. Како су показатељи који описују податке о броју саобраћајних незгода и броју и врсти последица саобраћајних незгода, по правилу, доступни у базама података, онда ти подаци, који се преузимају из база података морају да испуне следеће услове:

- да су свеобухватни,
- да су усаглашени са другим базама података,
- да су доступни,
- да су ажурни,
- да су квалитетни.

За утврђивање јавног, саобраћајног и динамичког саобраћајног ризик неопходни су подаци о погинулим лицима на годишњем нивоу, затим подаци о броју становника, броју моторних возила и броју пређених километара.

Сви наведени подаци се у развијеним земљама света ажурно и квалитетно воде у одговарајућим базама података. У Србији је од наведених података најтеже доћи до податка о броју пређених километара, док су остали подаци прилично прецизни и ажурни.

#### 5.4.1.1. Подаци о броју погинулих лица

За утврђивање броја погинулих лица најбоље је користити званичне статистике о саобраћајним незгода. Са најбољом евиденцијом по питању саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода у Србији располаже саобраћајна полиција, односно Министарство унутрашњих послова. Могуће је податке о незгодама и последицама незгода користити и из база података којима располажу Заводи за статистику, али имајући у виду да су њихове базе података "напуњене" подацима Министарства унутрашњих послова, онда би било прикладније користити тзв. "изворне податке". Имајући претходно наведено у виду податке о погинулим лицима на годишњем нивоу за Србију би најбоље било преузети из базе података о саобраћајним незгодама Министарства унутрашњих послова. Број саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода за Србију за период 2001-2011. дат је у Табели бр. 5.36 (извор: Министарство унутрашњих послова).

Табела бр. 5.36 – Број и последице саобраћајних незгода у Србији за период 2001-2011. године (Министарство унутрашњих послова)

година	укупно саобраћајних незгода	саобраћајне незгоде са материјалном штетом	саобраћајне незгоде са настрадалим лицима	укупно настрадао лица	погинуло лица	повређено лица
2001.	61.711	46.612	15.099	21.181	1.275	19.906
2002.	52.177	40.591	11.586	15.614	854	14.760
2003.	55.660	43.245	12.415	16.787	868	15.953
2004.	62.356	48.982	13.374	18.511	954	17.557
2005.	61.958	49.206	12.752	17.713	841	16.872
2006.	63.913	50.001	13.912	19.305	905	18.405
2007.	70.789	54.195	16.594	23.177	968	22.209
2008.	67.708	51.057	16.651	23.172	897	22.275
2009.	64.877	49.070	15.807	22.320	808	21.512
2010.	47.757	33.578	14.179	19.982	660	19.326

За поређења са другим земљама неопходни су подаци о саобраћајним незгодама и последицама саобраћајних незгода тих земаља, па се у ту сврху могу користити подаци из званичних међународних база података (IRTAD, CARE, EuroSTAT, UNECE итд.) или из свеобухватних међународних пројеката (нпр. PIN пројекат).

#### 5.4.1.2. Подаци о броју становника

Број становника једног подручја (регион, земља, град, општина и сл.) се обично налази у званичним статистикама и пописима становништва. Међутим, проблем који се јавља овом приликом је што се пописи становништва не спроводе сваке године, већ у унапред дефинисаним периодима, по правилу најчешће на 10 година. Због тога је број становника у години у којој није спроведен попис неопходно проценити. Технике процене могу бити високо прецизне, јер би требало да се спроводе тако што се узме у обзир број становника из претходног пописа и број рођених и умрлих лица, као и подаци о миграцији становништва. Подаци о броју рођених и умрлих лица, као и подаци о миграцији становника такође се могу пронаћи у званичним документима и статистикама (Заводи за статистику, здравствене установе, Министарство унутрашњих послова итд). За Србију на званичном сајту Републичког завода за статистику (<http://webzrs.stat.gov.rs>) могуће је пронаћи процене броја становника (Табела бр. 5.37), управо имајући у виду очекивани животни век становника, стопу морталитета, стопу морталитета новорођенчади, унутрашњих и спољашњих миграција становништва итд.

Табела бр. 5.37 – Процена броја становника у Србији до 2032. године  
(Републички завод за статистику, <http://webzrs.stat.gov.rs>)

број становника	ниска варијанта	средња варијанта	висока варијанта
	Укупно	Укупно	Укупно
2012	7301149	7352081	7380979
2017	7087082	7192783	7253289
2022	6889449	7065765	7166771
2027	6685512	6950106	7102617
2032	6474690	6851099	7070707

За друге земље, подаци о броју становника, који се могу користити за потребе анализа безбедности саобраћаја, могу се наћи у међународним базама података (IRTAD, CARE, EuroSTAT, UNECE итд.) или у националним базама података, по правилу доступним чак и на интернету. Ови подаци су довољне тачности да се могу користити за даље прорачуне. Могући проблем може настати код неразвијених земаља, које, по правилу, имају знатно већи проценат тзв. "непријављених" становника, па податке о броју становника за неразвијене земље треба узети са резервом или детаљно истражити квалитет тих података пре њихове употребе.

#### 5.4.1.3. Подаци о броју моторних возила

Број моторних возила, слично као и број становника, би требало да буде доступан у званичним статистикама. Међутим, у званичним статистикама се воде само моторна возила која су регистрована, па се може јавити мањи или већи проблем због нерегистрованих моторних возила. Како је број нерегистрованих возила у Србији прилично мали, онда се званична статистика Министарства унутрашњих послова или Завода за статистику може користити за довољно прецизно утврђивање броја моторних возила. У Табели бр. 5.38 дат је број регистрованих моторних возила у Србији за период 2001-2009. године (Републички завод за статистику, <http://webrzs.stat.gov.rs>).

Табела бр. 5.38 – Број регистрованих моторних возила у Србији за период 2001-2009. године (Републички завод за статистику, <http://webrzs.stat.gov.rs>).

год.	категорија возила									
	мотоцикли	путнички аутомобили	специјална путничка возила	аутобуси	теретна возила	специј. теретна возила	радна возила	трактори	прикљ. возила	укупно
2001	13097	1382396	16723	9287	99019	22143	1705	117687	93300	1755357
2002	12339	1343658	15548	8911	96890	22554	1352	119031	94249	1714532
2003	13287	1388109	16107	9144	101433	24713	1483	121377	96509	1772162
2004	14771	1449843	16462	9125	109292	27633	1620	132711	91546	1853003
2005	16042	1481498	15920	9696	116440	28222	1819	126816	101465	1897918
2006	20380	1511837	15109	9312	126045	27498	1864	128017	103859	1943921
2007	24897	1476642	14574	8887	129877	25802	1582	7263	103859	1793383
2008	31803	1486608	13574	8557	139331	24169	1590	7387	27686	1740705
2009	34500	1637002	13475	8853	148255	23552	1434	7356	28596	1903023

За друге земље, број моторних возила је доступан у међународним и националним базама података, али и на интернету. Слично као и за број становника, ови подаци су довољне тачности тако да се могу користити за даље прорачуне. Код неразвијених земаља већи је проценат нерегистрованих моторних возила, па су из тог разлога неопходне додатне анализе квалитета тих података.

#### 5.4.1.4. Подаци о броју пређених километара

Најбољи индикатор изложености становништва у саобраћају је пређена километража, јер са већом пређеном километражом расте ризик настанка саобраћајне незгоде (Al Наји, 2007). Број пређених километара представља суму километара свих путовања и може се израчунати као број пређених километара по возилу помножено са бројем возила.

У највећем броју земаља ови подаци су недоступни, јер се евиденције о пређеној километражи возила не воде ажурно. Због тога се број пређених километара обично процењује на основу саобраћајног протока, просечно пређене километраже по возилу, броја возила или продаје погонског горива.

Подаци о проценама пређене километраже за различите земље се могу наћи у међународним базама података (нпр. IRTAD) или у различитим међународним пројектима (нпр. PIN). Увидом у поменуте базе података може се закључити да ови подаци за неразвијене земље, у највећем броју случајева, нису доступни.

Подаци о процењеној пређеној километражи у милијардама километара за одабране земље у PIN пројекту (ETSC, 2011) дати су у Табели бр. 5.39.

Табела бр. 5.39 – Број пређених километара (у  $10^6$  km) у одабраним земљама у 2007, 2008 и 2009. години (ETSC, 2011)

земља	година		
	2007	2008	2009
Шведска	79384	80883	81260
Велика Британија	532996	-	-
Ирска	48219	49253	48575
Швајцарска	59612	60407	60918
Норвешка	38349	-	-
Финска	53250	52980	53350
Немачка	692000	690100	-
Данска	49258	49403	-
Израел	44996	47169	-
Француска	560200	552400	551900
Аустрија	74418	75669	-
Белгија	98790	97770	-
Италија	459974	443845	-
Словенија	16882	17703	-
Естонија	9668	9351	8790
Чешка	53624	55322	-
Грчка	75093	78400	-
Литванија	14115	12989	11179
Румунија	58852	67869	71409

Подаци о пређеној километражи у Србији нису доступни. Републички завод за статистику располаже непотпуним подацима и то само у виду пређених путничких километара, односно тонских километара, где се под путницима подразумевају само путници који су купили карте за аутобуски превоз, а тона робе представља све пошиљке у тонама превезене по уговору о превозу.



Са друге стране, без обзира на законску обавезу о евидентирању пређене километраже од стране техничких прегледа и прослеђивања тих података у Министарство унутрашњих послова, још увек се свуда не евидентира тај податак. Осим тога, власници возила су склони малверзацијама у погледу измене стања на километар сатовима у возилима, па се и евидентирани подаци доводе у питање. Због тога је неопходно овај показатељ на неки начин измерити, односно проценити, како би се свеобухватно посматрала пређена километража у Србији.

Могући начини процене пређених километара, који би се могли прихватити са довољно великом поузданошћу, се могу дефинисати на основу:

- протока саобраћаја,
- продаје погонског горива и/или
- анкете.

На основу протока саобраћаја, односно на основу просечног годишњег дневног саобраћаја (ПГДС) и дужине путне мреже ( $L$ ) укупна пређена километража ( $УК$ ) се може израчунати на основу израза:

$$УК = ПГДС \cdot L \cdot 365 \text{ [возилокилометара]} \quad [5.4]$$

За прецизније израчунавање укупно пређене километраже могуће је саобраћајнице поделити на категорије (нпр. аутопут, мотопут, путеви ван насеља и путеви у насељу) и за сваку од категорија пронаћи просечан ПГДС, а затим на основу дужине путева у оквиру сваке од категорија саобраћајница, израчунати укупно пређену километражу на следећи начин:

$$УК = \sum_i ПГДС_i \cdot L_i \cdot 365 \text{ [возилокилометара]} \quad [5.5]$$

где је:

- $ПГДС_i$  – ПГДС за категорију саобраћајнице  $i$
- $L_i$  – дужина путева у оквиру категорије саобраћајнице  $i$

За процену пређених километара на основу продаје погонских горива неопходни су подаци о укупно продатим погонским горивима и просечној потрошњи возила. На основу тих података укупна километража се може израчунати на основу израза:

$$УК = \frac{УППГ}{ПП} \cdot 100 \text{ [возилокилометара]} \quad [5.6]$$

где је:

- $УППГ$  – укупно продатог погонског горива
- $ПП$  – просечна потрошња возила на 100 km

За прецизнију процену могуће је продато погонско гориво поделити према категорији возила (нпр. путнички аутомобили, аутобуси, камиони, мотоцикли итд.) и на основу продате количине горива свакој од категорија возила и просечне потрошње категорије возила извршити прорачун на основу израза:

$$УК = \frac{УППГ_i}{ПП_i} \cdot 100 \text{ [возилокилометара]} \quad [5.7]$$

где је:

- $УППГ_i$  – укупно продатог погонског горива категорији возила  $i$
- $ПП_i$  – просечна потрошња категорије возила  $i$  на 100 km

Процена пређених километара на основу анкете подразумева анкетирање власника возила, односно возача, о просечно пређеној километражи одређеном категоријом возила. На основу тога се утврђује структура возила и просечна потрошња возила по категорији возила. Овај метод се може, у зависности од величине узорка анкетираних, комбиновати са посматрањем саобраћајног тока, односно бројањем саобраћаја, да би се утврдила структура возила која се крећу саобраћајницама.

У сваком случају, процена пређене километраже, на основу анкете, се може израчунати на основу израза:

$$УК = \sum_i KB_{i\%} \cdot УБВ \cdot ППК_i \text{ [возилокилометара]} \quad [5.8]$$

где је:

- $KB_{i\%}$  – проценат возила категорије  $i$
- $УБВ$  – укупан број возила
- $ППК_i$  – просечно пређених километара возила категорије  $i$

Посебан проблем код процене пређене километраже на основу анкете представља величина узорка. Најбоље би било када би се анкета могла спровести на што већем узорку, јер би се тиме постигла већа поузданост резултата, али са друге стране, уколико би узорак био "превелики" тада би само анкетирање и спровођење анализа трајало дуго и било и сувише компликовано.

Предлог је да се за подручја, величине земље, анкета спроводи на узорку од најмање 0,1% возача, што би за Србију чинило узорак од нпр. око 3000-4000 анкета. Са друге стране за градове би тај узорак могао бити већи, посматрано у проценту од укупне популације, на пример 0,2% возача, па би, на пример, за Београд тај узорак износио око 1000 анкета, док би за општине узорак могао бити још већи, на пример 1%, па би, на пример, за општину Вождовац тај узорак износио око 500 анкета.

Имајући у виду сложеност спровођења поступака за утврђивање пређене километраже на основу протока саобраћаја, јер не постоје подаци о ПГДС-у на свим путевима, као и изузетно сложену анализу на основу анкете, предлог би био да се укупна пређена километража утврди на основу продаје погонског горива.

У случају да су ови подаци недоступни, онда је могуће спровести процену на основу ПГДС-а или путем анкете. У сваком случају, треба имати у виду да се ради о тзв. "грубој процени". Овај податак, из тог разлога, треба прихватити са извесном резервом и то имати у виду код каснијег израчунавања динамичког саобраћајног ризика и код оцене нивоа безбедности саобраћаја.

#### 5.4.2. МЕРЕЊЕ ПРОЦЕНТА УПОТРЕБЕ СИГУРНОСНИХ ПОЈАСЕВА

Подаци о употреби сигурносних појасева у свету су доступни у међународним базама података (нпр. IRTAD) или у извештајима међународних пројеката (нпр. PIN пројекат). Код земаља за које постоје подаци, исти се као високо поуздани могу користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Подаци о употреби сигурносних појасева за Србију нису доступни у међународним базама и извештајима међународних пројеката, нити се ови подаци у Србији систематски прикупљају. Подаци о употреби сигурносних појасева за Србију постоје само у оквиру извештаја тзв. пилот истраживања која се спроводе на: Саобраћајном факултету у Београду, Криминалистичко-полицијској академији у Београду и у оквиру Факултета техничких наука из Новог Сада. Ови подаци су употребљиви, јер је методологија њиховог прикупљања и обраде заснована на научној основи, уважавајући светска искуства.

Процент употребе сигурносних појасева се може утврдити на неколико начина: бројањем, анкетирањем, полицијским извештајима или на основу извештаја здравствених установа. Код анкетирања, полицијских извештаја и извештаја здравствених установа као проблем се јавља мали узорак. Из тог разлога као најприхватљивији и најобјективнији метод за утврђивање процента употребе сигурносних појасева се издвојио метод бројања.

У свету се посебна пажња поклања управо дефинисању метода за прецизно утврђивање употребе сигурносних појасева (Strickland and Stickrath, 2010; Chaffe et al, 2010; Porter et al, 2010). Код бројања појасева посебна пажња се посвећује управо одабиру узорка и самој методологији прорачуна. Методологије за прецизно утврђивање употребе сигурносних појасева су детаљно разрађене, почев од одабира узорка, локација и времена бројања, па све до обуке бројача. Сва истраживања наглашавају обавезно обезбеђење случајности узорка, како локација, тако и самог возила које ће бити евидентирано. Имајући у виду светска искуства намеће се закључак да утврђивање процента употребе сигурносних појасева није нимало једноставан поступак.

Проблем комплексности мерења појасева може се представити на примеру. Ако би, на пример, на једној саобраћајници дужине 1000 m имали 5 бројача распоређених равномерно на саобраћајници и након извршеног мерења дошли до следећих резултата, 55%, 65%, 75%, 70% и 67%, респективно, постављају се следећа питања: колики је проценат употребе сигурносног појаса на истраживаној деоници пута, да ли измерени проценат зависи од протока саобраћаја, начина мерења, и да ли је могуће само простом аритметичком средином дефинисати колики је проценат употребе сигурносних појасева.

На првом месту, у циљу обезбеђења репрезентативности узорка, неопходно је да узорак возила буде случајан. То се може обезбедити на једноставан начин. Бројач, који стоји на бројачком месту и бележи карактеристике везане за сигурносни појас, не сме својим понашањем да утиче на употребу појаса. Осим тога, бројач бира следеће наилазеће возило у саобраћајном току, тек након забележених неопходних података о претходном возилу. Без обзира што ће можда у међувремену саобраћајницом проћи и на десетине возила, бројач сво време гледа у свој бројачки листић и док год не попише све неопходне податке које је уочио за конкретно возило не узима у обзир следеће возило из саобраћајног тока. Након уписивања свих потребних података, бројач из саобраћајног тока бележи податке за прво следеће наилазеће возило, итд. Оваквим начином бројања обезбеђен је принцип случајности у одабиру узорка.

Одговор на питање да ли се простом аритметичком средином може добити коначан резултат о проценту употребе сигурносних појасева се такође може појаснити на примеру. Три бројача, поштујући принцип случајности одабира узорка, вршили су бројање на исти начин и истом брзином у три града, на пример, у Београду, Новом Саду и Нишу. Након бројања добијени проценти би, на пример били 70%, 65% и 60%, респективно. Ако би применили просту аритметичку средину тада би проценат коришћења појасева у просеку за ова три града износио 65%. Међутим, код прости аритметичке средине није узета у обзир мобилност становништва, као на пример код истраживања Strickland and Stickrath (2010).

Strickland and Stickrath (2010) су за кориговање просте аритметичке средине користили показатељ пређена километража, конкретно вредност возилокилометара. Раније је већ напоменуто да је овај показатељ најбољи репрезент мобилности становништва, али и да у већини земаља није доступан, већ се врши његова процена. Као адекватна "замена" може се искористити податак о протоку саобраћаја, па је неопходно размотрити како би се проток саобраћаја могао искористити за евентуално кориговање вредности показатеља проценат употребе сигурносних појасева.

Ако бројачи у просеку броје истом брзином и могу за сат времена да попишу на пример 200 возила, а проток саобраћаја на саобраћајницама у Београду, Новом Саду и Нишу, на пример, износи 2000, 1000 и 500 возила на час, респективно, онда се једноставно може закључити да је у Београду узорком покривено 10% од популације, у Новом Саду 20%, а у Нишу 40%. За добијање поузданог и тачног укупног резултата неопходно је да у сваком од градова узорком буде обухваћен исти проценат популације. Ово се може превазићи на два начина. Први је да се на основу протока дефинише величина узорка (Пешић и др, 2012), на пример 20%, а други је да се измерени протоци саобраћаја у време бројања употребе сигурносних појасева искористе као тежински коефицијенти за кориговање вредности укупног броја процента употребе сигурносних појасева. Израз за добијање укупног процента сигурносних појасева би, узимајући у обзир и проток саобраћаја, гласио:

$$PSP = \frac{\sum_i PSP_i \cdot Q_i}{\sum_i Q_i} \quad [5.9]$$

где је:

- $PSP$  – укупан проценат употребе сигурносних појасева [%]
- $PSP_i$  – проценат употребе сигурносних појасева на локацији  $i$  [%]
- $Q_i$  – саобраћајни проток возила у којима се користе сигурносни појасеви на локацији  $i$  [возила/час]

Применом израза [5.9] сада се за Београд, Нови Сад и Ниш може израчунати укупан проценат употребе сигурносних појасева:

$$PSP = \frac{70 \cdot 2000 + 65 \cdot 1000 + 60 \cdot 500}{2000 + 1000 + 500} = 67,14\%$$

Може се закључити да ако би се узео у обзир и проток саобраћаја, тада би се укупан проценат употребе сигурносних појасева разликовао од просте аритметичке средине. С обзиром да у обзир узима и мобилност становништва, био би прихватљивији у погледу тачности.

Како би се осим бројања употребе појасева вршило и бројање протока саобраћаја, на бројачком месту је неопходно да се налазе два бројача. Један од њих би бележио употребу сигурносних појасева на свим позицијама седења у возилу, категорију возила, пол возача и путника, као и употребу дечијих седишта и старост возача и путника. Други бројач броји проток саобраћаја и раздваја возила која имају предвиђену употребу сигурносних појасева и она која немају. Такође, други бројач раздваја возила на категорије. Без обзира што сви наведени подаци неће учествовати у оцени нивоа безбедности саобраћаја, већ само проценат употребе сигурносних појасева на предњим седиштима, остали подаци могу бити искоришћени за касније прецизније дефинисање мера за побољшање употребе сигурносних појасева и безбедности саобраћаја.

Претходно је дефинисан поступак обезбеђења случајности узорка, начин долажења до укупне употребе сигурносних појасева и шта се све мора бројати. Како би резултат био прецизан и поуздан, неопходно је још дефинисати укупан узорак. Укупан узорак зависи од величине подручја за који се врши истраживање. Ако би, на пример, било неопходно да се утврди проценат употребе сигурносних појасева на неком већем подручју онда је потребно да се то подручје подели на мање јединице. На пример посматрана земља се може поделити на општине, општина се може поделити на месне заједнице и сл. У оквиру сваке од јединица неопходно је извршити мерења, односно бројања на различитим категоријама саобраћајница:

- на аутопуту,
- на мотопуту,
- на путевима ван насеља,
- на путевима у насељу.

Бројања употребе појасева и протока саобраћаја је потребно извршити на најмање 5 различитих места за сваку од категорија саобраћајница и свако бројање мора трајати најмање сат времена. На основу овако дефинисаног начина спровођења бројања употребе сигурносних појасева, може се дефинисати израз за употребу сигурносних појасева на неком подручју, узимајући у обзир сва бројања у оквиру свих мањих јединица подручја и узимајући у обзир све категорије саобраћајница на следећи начин:

$$PSP = \frac{\sum_i \sum_j (PSP_{Aij} \cdot Q_{Aij} + PSP_{Mij} \cdot Q_{Mij} + PSP_{Vij} \cdot Q_{Vij} + PSP_{Nij} \cdot Q_{Nij})}{\sum_i \sum_j (Q_{Aij} + Q_{Mij} + Q_{Vij} + Q_{Nij})} \quad [5.10]$$

где је:

- $PSP$  – укупан проценат употребе сигурносних појасева
- $PSPA$  – проценат употребе сигурносних појасева на аутопуту
- $PSP_M$  – проценат употребе сигурносних појасева на мотопуту
- $PSP_V$  – проценат употребе сигурносних појасева ван насеља
- $PSP_N$  – проценат употребе сигурносних појасева у насељу
- $Q_A$  – проток саобраћаја на аутопуту
- $Q_M$  – проток саобраћаја на мотопуту
- $Q_V$  – проток саобраћаја ван насеља
- $Q_N$  – проток саобраћаја у насељу
- $i$  – број мањих подручних јединица
- $j$  – број бројачких места на одређеној категорији саобраћајнице

У случају да је подручје за које се утврђује употреба сигурносних појасева мање површине, онда није неопходно делити то подручје на више мањих јединица. Такође, могућ је случај да у оквиру неког подручја не постоји нека од категорија саобраћајница (нпр. не пролази аутопут кроз сва насеља), онда се та категорија саобраћајнице не узима у обзир код прорачуна укупног процента употребе сигурносних појасева.



### 5.4.3. МЕРЕЊЕ ПРОЦЕНТА ПРЕКОРАЧЕЊА ОГРАНИЧЕЊА БРЗИНЕ

Подаци о прекорачењу брзине за земље у свету се могу пронаћи у међународним базама података или извештајима међународних пројеката и као такви се могу користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Највећи број земаља код мерења прекорачења брзине узима у обзир различите категорије саобраћајница и дефинише прекорачења управо у зависности од категорије саобраћајница. Претходно је већ показано да се било који показатељ у вези прекорачења брзине у зависности од категорије саобраћајнице успешно може користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Имајући то у виду остаје да се утврди расположивост показатеља и на основу тако дефинисаног показатеља оцени ниво безбедности саобраћаја.

У Србији не постоје званични подаци о прекорачењима ограничења брзине, па је потребно дефинисати начин утврђивања овог показатеља који би био најпоузданији и који би дао најпрецизније податке. Непоштовање, односно прекорачење брзине се може утврдити на неколико начина: на основу извештаја саобраћајне полиције, на основу анкете и на основу независног мерења брзина. Имајући у виду да извештаји саобраћајне полиције у највећем броју садрже само апсолутне нумеричке вредности о броју прекршиоца, а не и о укупном броју извршених мерења брзине, то се подаци добијени на основу полицијских извештаја не могу поуздано користити за дефинисање процента прекорачења ограничења брзине. Са друге стране, анкете возача о прекорачењима брзине "болују" од тзв. субјективног фактора, па због тога ни анкете у погледу прекорачења брзине немају довољно велику поузданост, али су боље од полицијских извештаја. На крају, најпоузданији начин је ипак независно мерење, односно независно теренско истраживање.

Слично као и код мерења употребе сигурносних појасева неопходно је дефинисати поступак мерења брзине, како би излазни резултат био репрезентативан и успешно могао да представи слику о безбедности саобраћаја.

Најпоузданији начин мерења брзине је уз помоћ уграђених петљи у коловозу (аутоматски бројачи), где се подаци о брзинама и прекорачењима брзине региструју у посебну базу података. Међутим, у Србији тих бројача нема довољно и углавном, ако постоје, налазе се ван насеља. Због тога је скоро немогуће утврдити прекорачења ограничења брзине у насељу на тај начин. У будућности треба тежити инсталирању што већег броја ових уређаја, како би покривеност путне мреже била на задовољавајућем нивоу, и у том случају би се подаци добијени са тих бројача могли врло успешно користити у дефинисању прекорачења ограничења брзине и касније у оцењивању нивоа безбедности саобраћаја.

Имајући све претходно наведено у виду мерење прекорачења брзине је најбоље спровести независним истраживањима, применом одговарајуће методологије, која ће обезбедити репрезентативност узорка и квалитет резултата. Мерење брзине теренским истраживањем, као и код мерења употребе сигурносних појасева, треба да испуни критеријум случајности узорка. Осим тога, неопходно је бити посебно опрезан да мерач брзине (радар или неки други уређај) не буде уочен приликом мерења од стране возача, јер ће то утицати на резултате мерења.

Случајност узорка код мерења брзине се обезбеђује тако што ће бити мерена сва возила која пређу један попречни пресек саобраћајнице, осим возила која се крећу у колони, када се мери само прво возило. Код возила која се крећу у колони довољно је измерити брзину тзв. "вође", односно возила које се креће прво у колони, а осталим возилима у колони доделити брзину "вође". Како је могућ случај великог броја мерења у кратком периоду времена, предлог је да на месту мерења брзине два истраживача врше мерење, тако што један мери, а други бележи остварене брзине у унапред дефинисан бројачки лист. Претходно наведеним начином мерења испуњен је принцип случајности узорка и обезбеђен је квалитет измерених резултата.

Да би крајњи резултат био такође квалитетан неопходно је дефинисати потребан узорак мерења. Предлог је сличан као и за мерење употребе сигурносних појасева.

Ако се жели утврдити прекорачење брзине на неком подручју, онда је неопходно то подручје поделити на мање целине. У оквиру сваке од целина треба обавити мерења на по пет различитих места на свим категоријама саобраћајница:

- аутопутевима,
- мотопутевима,
- путевима ван насеља,
- путевима у насељу.

Свако појединачно мерење мора да траје најмање један сат. На основу овако дефинисаног начина мерења могуће је израчунати укупан проценат прекорачења брзине за подручје на следећи начин:

$$PPB = \frac{\sum_i \sum_j (VPB_{Aij} + VPB_{Mij} + VPB_{Vij} + VPB_{Nij})}{\sum_i \sum_j (VMB_{Aij} + VMB_{Mij} + VMB_{Vij} + VMB_{Nij})} \quad [5.11]$$

где је:

- $PPB$  – укупан проценат прекорачења ограничења брзине
- $VPB_A$  – број прекорачења ограничења брзине на аутопуту
- $VPB_M$  – број прекорачења ограничења брзине на мотопуту
- $VPB_V$  – број прекорачења ограничења брзине ван насеља
- $VPB_N$  – број прекорачења ограничења брзине у насељу
- $VMB_A$  – број мерења брзине на аутопуту
- $VMB_M$  – број мерења брзине на мотопуту
- $VMB_V$  – број мерења брзине ван насеља
- $VMB_N$  – број мерења брзине у насељу
- $i$  – број мањих подручних јединица
- $j$  – број мерних места на одређеној категорији саобраћајнице

Претходно наведени израз се може користити и парцијално. Ако се жели утврдити проценат прекорачења брзине, на пример, само на аутопуту, део израза, осим дела који се односи на аутопут, ће се занемарити. Такође, у случају да нека од категорија саобраћајница не постоји онда ће се тај део израза занемарити.

#### 5.4.4. МЕРЕЊЕ ПРОЦЕНТА ВОЗАЧА ПОД УТИЦАЈЕМ АЛКОХОЛА

Као и за остале показатеље, проценат возача под утицајем алкохола за земље у свету је могуће пронаћи у одговарајућим базама података. Међутим, овај податак је најтеже доступан. Обично су доступни само подаци о броју возача који су учествовали у саобраћајној незгоди, а били су под утицајем алкохола. Ипак, поједине земље (ETSC, 2010) воде евиденције и о броју алкотестираних возача и броју позитивних тестова, док поједине земље воде евиденције само о броју позитивних алкотестова.

У Србији подаци о извршеним алкотестирањима такође нису доступни, па је потребно наћи начин дефинисања утврђивања вредности овог показатеља. Број возача који возе под утицајем алкохола је могуће утврдити или путем полицијских извештаја о извршеним проверама или путем анкета возача. Анкете возача о војњи под утицајем алкохола имају субјективне елементе, па је у случају дефинисања овог показатеља путем анкета резултате потребно узети са великом дозом резерве. За разлику од већине осталих показатеља, за војњу под утицајем алкохола не постоји начин посматрања, бројања и сл., који би утврдио који возач управља возилом под утицајем алкохола. Због тога је неопходно у сарадњи са саобраћајном полицијом спровести теренско истраживање, где би се евидентирале одговарајуће карактеристике за сваког возача.

Теренско истраживање би морало бити спроведено тако да се обезбеди принцип случајности, како би се обезбедила репрезентативност узорка. По принципу случајности, саобраћајна полиција би требало да зауставља возаче на начин да се након претходног случајно одабраног и заустављеног возила и спроведених активности: алкотестирање и евидентирање нивоа алкохола, евидентирање категорије возила, старости и пола возача, изабере и заустави прво следеће возило у саобраћајном току и спроведе иста процедура прикупљања података. Истраживање је потребно спровести на путевима ван насеља и на путевима у насељу и то на пет локација у оквиру подручја.

Паралелно са истраживањем алкохола, неопходно је спровести и истраживање протока саобраћаја, слично као код мерења употребе сигурносних појасева. Истраживање је потребно спровести у четири периода у току дана: јутарњи, подневни, вечерњи и ноћни, у трајању по сат времена. Податке за подручје је неопходно прикупити из претходно подељених мањих целина подручја. Након прикупљања података проценат возача под утицајем алкохола за подручје се може утврдити применом израза:

$$PVA = \frac{\sum_i \sum_j \sum_k (PVA_{vijk} \cdot Q_{vijk} + PVA_{Nijk} \cdot Q_{Nijk})}{\sum_i \sum_j \sum_k (Q_{vijk} + Q_{Nijk})} \quad [5.12]$$

где је:

- $PVA$  – укупан проценат возача под утицајем алкохола
- $PVA_V$  – проценат возача под утицајем алкохола ван насеља
- $PVA_N$  – проценат возача под утицајем алкохола у насељу
- $Q_V$  – проток саобраћаја ван насеља
- $Q_N$  – проток саобраћаја у насељу
- $i$  – број мањих подручних јединица
- $j$  – број мерних места на одређеној категорији саобраћајнице
- $k$  – број периода мерења у току дана

Уколико претходно наведени начин прикупљања података о проценту возача под утицајем алкохола није могуће реализовати, онда је неопходно спровести анкету. Анкета возача мора бити конципирана тако да се, уважавајући принципе формирања питања у анкети, обезбеди што је могуће већа поузданост резултата. У оквиру анкете осим пола и старости, неопходно је истражити категорију возила којом управљају возачи, као и број вожњи под утицајем алкохола у односу на укупан број вожњи и просечно пређену километражу на годишњем нивоу. Анкету треба спровести у претходно дефинисаним мањим подручним јединицама. Узорак возача, који треба да буде обухваћен укупно, треба да износи најмање 0,1% од укупног броја возача, односно најмање 300 анкета, а у свакој од подручних јединица број анкета је пропорционалан броју возача у тој јединици у односу на укупан број возача.

На основу овако добијених резултата, укупан број возача под утицајем алкохола је могуће утврдити следећим изразом:

$$PVA = \frac{\sum_i PVA_i \cdot BAV_i}{\sum_i BAV_i} \quad [5.13]$$

где је:

- $PVA$  – укупан проценат возача под утицајем алкохола
- $PVA_i$  – проценат возача под утицајем алкохола у подручној јединици  $i$
- $BAV_i$  – броја анкетираних возача у подручној јединици  $i$
- $i$  – број мањих подручних јединица

Ако се из неког разлога не може спровести ни анкета возача, онда се за показатељ "% возача под утицајем алкохола" може усвојити проценат незгода у којима је узрок незгоде био алкохол за подручје за које се врши оцена нивоа безбедности саобраћаја, а податке треба усвојити према званичној статистици Министарства унутрашњих послова.

## 5.5. ДОДАТНЕ НАПОМЕНЕ У ВЕЗИ ОДАБИРА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА

Представљени начин одабира релевантних показатеља је, управо испуњавајући објективни и субјективни критеријум, задовољио да су одабрани показатељи релевантни по питању утицаја на стање безбедности саобраћаја. У складу са тим, издвојених шест показатеља се може успешно користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Међутим, након што су одабрани неопходно је да показатељи испуне још неке од критеријума како би се могли даље користити:

- Како треба да изгледају показатељи?
- Како их бирати за различита подручја?
- Шта са подацима који недостају?
- Да ли у будућности укључити још показатеља?

### 5.5.1. КАКО ТРЕБА ДА ИЗГЛЕДАЈУ РЕЛЕВАНТНИ ПОКАЗАТЕЉИ?

Како представљени модел за оцену нивоа безбедности саобраћаја у једном од последњих корака подразумева агрегацију показатеља у један индекс, неопходно је да сви показатељи о стању безбедности саобраћаја "говоре" на исти начин. То подразумева да сви показатељи морају да буду представљени нумерички и да "иду" у истом смеру, односно или да описују безбедност или небезбедност.

Може се уочити да свих шест одабраних релевантних показатеља испуњавају услов да су квантитативни, односно нумерички, али се такође може уочити да не испуњавају сви услов да "иду" у истом смеру. Ако вредност показатеља расте онда треба да расте и безбедност саобраћаја или да опада и то треба да важи за све одабране показатеље. Статистичким анализама у претходном делу је показано који од показатеља има тзв. "негативну везу", а који тзв. "позитивну везу". Негативна веза показатеља и последица саобраћајних незгода подразумева да ако вредност показатеља расте да тада последице саобраћајних незгода опадају и обрнуто, а позитивна веза означава да ако вредност показатеља расте тада и последице саобраћајних незгода такође расту.

У Табели бр. 5.40 дат је преглед свих шест релевантних показатеља и веза коју сваки од њих има са последицама саобраћајних незгода.

Табела бр. 5.40 – "Смер" кретања нумеричких вредности релевантних показатеља и последица саобраћајних незгода

показатељ	смер кретања вредности релевантног показатеља	смер кретања последица саобраћајних незгода
динамички саобраћајни ризик	↗	↗
јавни ризик	↗	↗
саобраћајни ризик	↗	↗
% употребе сигурносних појасева	↗	↘
% возача који прекорачују ограничење брзине	↗	↗
% возача који су под утицајем алкохола	↗	↗

Може се закључити да сви одабрани релевантни показатељи, осим показатеља "% употребе сигурносних појасева", имају позитивну везу са последицама саобраћајних незгода и описују небезбедност саобраћаја. Са повећањем вредности јавног, саобраћајног и динамичког саобраћајног ризика, као и са повећањем вредности показатеља "% возача који прекорачују ограничење брзине" и "% возача под утицајем алкохола" доћи ће до повећања броја последица саобраћајних незгода. Са друге стране, показатељ "% употребе сигурносних појасева" описује безбедност саобраћаја и како има негативну везу са последицама саобраћајних незгода, то ће се са повећањем употребе сигурносних појасева смањити број последица саобраћајних незгода. Имајући претходно наведено у виду, за правилно функционисање модела, у даљим корацима модела, неопходно је претходно за одређене показатеље "променити смер", тако да нормализовани подаци "иду у истом смеру". На тај начин све нормализоване нумеричке вредности релевантних показатеља ће описивати или безбедност или небезбедност саобраћаја.

### 5.5.2. КАКО БИРАТИ ПОКАЗАТЕЉЕ ЗА РАЗЛИЧИТА ПОДРУЧЈА?

Већ је на почетку наглашено да одабир показатеља у великој мери зависи и од подручја за које ће се вршити оцена. Практично зависи од величине тог подручја, не само посматрано кроз површину подручја, већ и кроз број становника, број возила, па и број саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода. Међутим, предложени модел је управо и замишљен да се на основу одабраних показатеља на свим нивоима врши оцена нивоа безбедности саобраћаја. У сваком случају, предложени модел је првенствено намењен за брзу, једноставну и "грубу" оцену нивоа безбедности саобраћаја и тако га треба схватити. При томе треба нагласити да ће се за већа подручја добити прецизнија оцена нивоа безбедности саобраћаја. Тестирање и поређење функционисања модела за већа и мања подручја биће приказано у поглављу које се бави управо тестирањем функционисања предложеног модела.



Проблем у оцени нивоа безбедности саобраћаја код мањих подручја може настати у величини узорка, па ће са мањим узорцима прецизност, односно поузданост оцене бити мања. Често за мања подручја постоји већи узорак података о саобраћајним незгодама са мањим насталим последицама.

Како је поступак одабира релевантних показатеља показао да одабрани показатељи имају велику корелацију са последицама саобраћајних незгода, конкретно бројем погинулих лица, неопходно би било тестирати и у каквој би вези били одабрани показатељи и, на пример, број тешко повређених лица. Неопходно је поново нагласити да су подаци о последицама саобраћајних незгода мање поуздани са опадањем тежине последица, јер је већи проценат тзв. "непријављених" последица саобраћајних незгода када су те последице мање.

Поново тестирање сваког од показатеља са на пример бројем тешко повређених лица и/или бројем лако повређених лица би захтевало доста времена и простора. Довољно је анализирати у каквом су међусобном односу подаци о броју погинулих лица са бројем тешко, односно лако повређених лица. Уколико се покаже да је та зависност висока, онда се могу укључити и друге последице, осим погинулих лица.

Тестирање међусобне зависности броја смртно страдалих са бројем тешко, односно лако повређених лица је спроведено за податке за Србију, за период 2001-2011. (Симић и др, 2012), који су приказани у Табели бр. 5.41.

Табела бр. 5.41 – Број смртно, тешко и лако повређених лица у саобраћајним незгодама у Србији, за период 2001-2011 (Симић и др, 2012)

година	погинуло лица	тешко повређено лица	лако повређено лица
2001.	1275	5777	14129
2002.	854	4314	10446
2003.	868	4551	11403
2004.	960	4864	12709
2005.	843	4401	12490
2006.	911	4778	13633
2007.	968	5318	16891
2008.	905	5197	17100
2009.	809	4638	16873
2010.	660	3883	15463
2011.	728	3777	15533

Применом програма SPSS и Microsoft Excel (Табела бр. 5.42 и График бр. 5.13) показана је изузетно велика међусобна зависност између броја погинулих лица и броја тешко повређених лица ( $r=0,904$ ,  $p=0,001$ ), док се за однос броја погинулих и броја лако повређених лица може закључити да се не налазе у међусобно зависној вези ( $r=-0,092$ ,  $p=0,394$ ).

Може се закључити да се, у моделу за оцену нивоа безбедности саобраћаја, могу користити и јавни, и саобраћајни и динамички саобраћајни ризик, израчунати и на основу тешко повређених лица.

Табела бр. 5.42 – Корелација броја погинулих, тешко и лако повређених лица

		број погинулих лица	број тешко повређених лица	број лако повређених лица
број погинулих лица	коэффициент корелације (r)	-	0,904	-0,092
	ниво значајности (p)	-	0,000	0,394
број тешко повређених лица	коэффициент корелације (r)	0,904	-	0,194
	ниво значајности (p)	0,000	-	0,284
број лако повређених лица	коэффициент корелације (r)	-0,092	0,194	-
	ниво значајности (p)	0,394	0,284	-

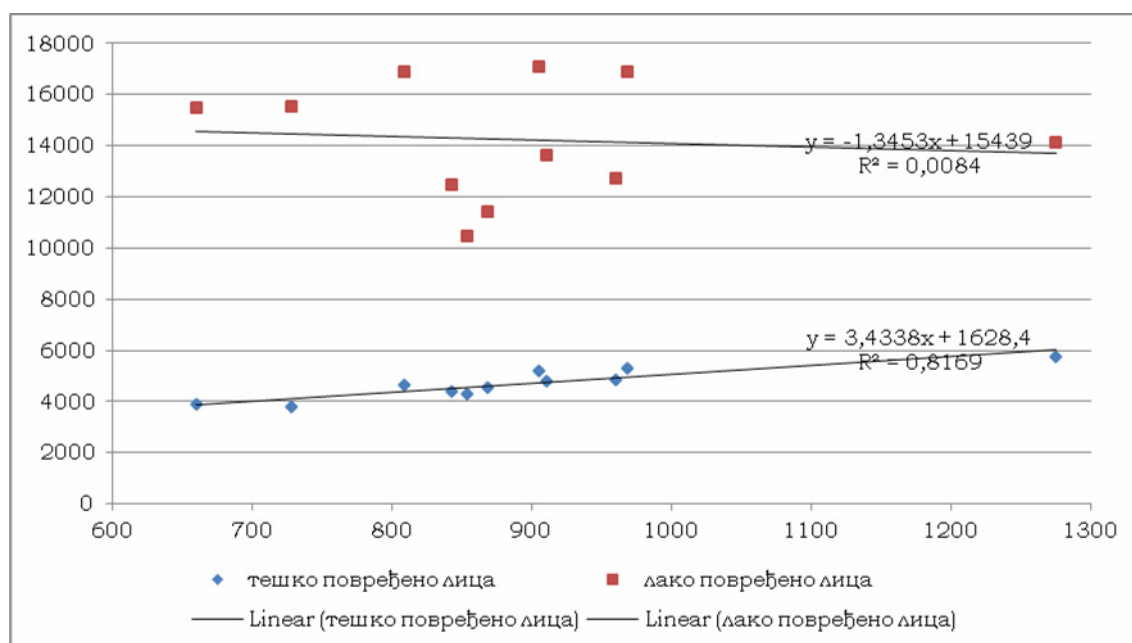


График бр. 5.13 – Линеарна регресија броја погинулих и тешко повређених лица и броја погинулих и лако повређених лица

Неопходно је нагласити да уколико се у модел укључи податак о броју тешко повређених лица, онда се подручје за које је на тај начин вршена оцена нивоа безбедности саобраћаја не може поредити са подручјем за које није узет у обзир података о броју тешко повређених лица. На пример, ако би неко подручје имало 100.000 становника и годишње имало 10 смртно и 100 тешко повређених лица тада би јавни ризик израчунат на основу погинулих лица износио 10, а на основу збира смртно и тешко повређених лица 110. Очигледно је да се у другом случају израчунавања јавног ризика добија 11 пута већи јавни ризик и да се наведена два начина израчунавања јавног ризика не могу међусобно поредити. Дакле, неопходно је при поређењу увек користити исте мерне јединице.

Посебно интересантан случај је када неко подручје, по правилу мање, нема смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама. По основном предложеном моделу, у том случају, сви ризици би били једнаки нули. С обзиром да модел омогућава да неки од показатеља има и вредност нула (поглавље Нормализација података), може се закључити да се и подручје без погинулих лица у саобраћајним незгодама може оценити са аспекта безбедности саобраћаја.

Када су у питању други релевантни показатељи (појасеви, брзина и алкохол), неопходно је напоменути да узорак мора испунити минимум у погледу обима самог узорка. Наиме, изузетно мали узорак ће утицати на поузданост вредности показатеља. Због тога је потребно да узорак садржи најмање 300 уочених возила у погледу употребе сигурносних појасева, најмање 300 возила за које је мерена брзина и најмање 300 возача за које је, на неки од начина утврђивано управљање возилом под утицајем алкохола.

### 5.5.3. ШТА СА ПОДАЦИМА КОЈИ НЕДОСТАЈУ?

Када су у питању конкретних шест одабраних релевантних података, могућа су два случаја у којима подаци недостају:

- недостају подаци за израчунавање ризика и
- недостају подаци у вези појасева, брзине, односно алкохола.

Када недостају подаци који су неопходни за израчунавање ризика (јавни, саобраћајни и динамички саобраћајни) онда практично недостаје неки од података везаних за последице саобраћајних незгода (број погинулих или број тешко повређених лица), број становника, број моторних возила или број пређених километара. По правилу, ти подаци могу да недостају за неку од година, јер у тој години због неког разлога нису прецизно утврђени неки од података на основу којих се израчунавају ризици. Најједноставнији начин превазилажења овог проблема јесте да се за ту годину (или више година), за коју недостају подаци, на неки начин "убаци" одговарајући податак. Податке који недостају је најбоље заменити подацима који би се слагали са најбољом расподелом која је успостављена за остале податке који постоје. Практично, неопходно је интерполирати податке према најбољој статистичкој зависности. Први корак у "убацивању" података који недостају је да се спроведе тестирање слагања података који постоје са одговарајућим статистичким зависностима. Након тога податак (или податке) треба интерполирати користећи ону статистичку зависност која има најбољи коефицијент детерминације. Пример је дат у Табелама бр. 5.43, бр. 5.44, бр. 5.45 и бр. 5.46.

Табела бр. 5.43 – Потпуни низ података за јавни ризик за Аустрију

земља	показатељ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Аустрија	јавни ризик	11,9	11,9	11,5	10,8	9,4	8,8	8,3	8,2	7,6

Табела бр. 5.44 – Непотпуни низ података за јавни ризик за Аустрију

земља	показатељи	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Аустрија	јавни ризик	11,9	11,9	11,5	10,8	-	8,8	8,3	8,2	7,6

Провера слагања података из Табеле бр. 5.44 са статистичким расподелама дата је у Табели бр. 5.45.

Табела бр. 5.45 – Слагање непотпуног низа са статистичким расподелама

расподела	Параметри расподеле					
	r <sup>2</sup>	p	константа	b1	b2	b3
Linear	0,963	0,000	12,933	-0,612		
Logarithmic	0,848	0,001	12,947	-2,196		
Inverse	0,585	0,027	8,353	4,630		
Quadratic	0,963	0,000	12,879	-0,581	-0,003	
Cubic	0,991	0,000	11,474	0,765	-0,323	0,021
Compound	0,964	0,000	13,313	0,939		
Power	0,832	0,002	13,292	-0,223		
S	0,564	0,032	2,121	0,467		
Growth	0,964	0,000	2,589	-0,063		
Exponential	0,964	0,000	13,313	-0,063		
Logistic	0,964	0,000	0,075	1,065		

Може се уочити да се јавни ризик за Аустрију без 2005. године најбоље слаже са кубном расподелом ( $r^2=0,991$ ,  $p=0,001$ ) и да би једначина кубне расподеле гласила:

$$y = 0,021x^3 - 0,323x^2 + 0,765x + 11,474 \quad [5.14]$$

чијом применом би јавни ризик за Аустрију за 2005. годину износио 9,8 (Табела бр. 5.46).

Табела бр. 5.46 – Низ података за јавни ризик са замењеном вредношћу

земља	показатељи	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Аустрија	јавни ризик	11,9	11,9	11,5	10,8	9,8	8,8	8,3	8,2	7,6

Процентуална разлика у интерполираној и стварној вредности јавног ризика би у конкретном случају износила:

$$\Delta_{\%} = \frac{9,8 - 9,4}{9,4} \cdot 100\% = 4,3\%$$

па се може закључити да је вредност јавног ризика, добијена интерполирањем на основу статистичке расподеле са најбољим коефицијентом детерминације, у овом случају кубном расподелом, прихватљива.

Показано је да се интерполирањем недостајућих вредности могу добити прихватљиве вредности показатеља, при чему треба имати у виду да се поузданост интерполације смањује са мањим узорком, али и са мањим степеном слагања са статистичким расподелама. Из тог разлога код лошијих полазних резултата неопходно је интерполиране вредности показатеља прихватити са ограничењем.

Други случај када недостају подаци у вези сигурносних појасева, брзине и алкохола се такође може превазићи интерполирањем вредности показатеља са статистичком расподелом са којом подаци имају најбоље слагање, али је у овом случају ипак боље спровести одговарајућа истраживања (тачке 5.4.2., 5.4.3. и 5.4.4.) и прецизно утврдити вредности показатеља.

#### 5.5.4. ДА ЛИ У БУДУЋНОСТИ УКЉУЧИТИ ЈОШ ПОКАЗАТЕЉА?

За прецизније оцењивање нивоа безбедности саобраћаја могуће је укључити већи број показатеља. Са друге стране, већи број показатеља подразумева детаљнија и комплекснија истраживања која изискују доста времена. Претходно приказана методологија одабира релевантних показатеља је утврдила да, у овом тренутку, шест издвојених показатеља најбоље репрезентују стање безбедности саобраћаја и њиховим коришћењем добиће се релевантна и поуздана оцена нивоа безбедности саобраћаја на неком подручју.

У будућности постоји могућност додавања још показатеља у групу релевантних показатеља, који би служили за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Међутим, да би неки од показатеља био укључен у групу релевантних показатеља неопходно је да испуни већ наведене и анализирани, како објективне, тако и субјективне критеријуме у предложеној методологији за одабир релевантних показатеља.

Сви показатељи безбедности саобраћаја, а посебно они који се налазе у широј групи могућих показатеља и ужој групи могућих релевантних показатеља, су одлични кандидати за евентуалне будуће релевантне показатеље. Због тога треба стално пратити вредности наведених показатеља, њихов тренд, утицај и значај на безбедност саобраћаја. Када се покаже већи и значајнији утицај неког од показатеља онда га треба узети у разматрање. Када се предложеном методологијом одабере нови показатељ, за њега је такође неопходно дефинисати и усагласити начин мерења, како би се временски могле пратити промене вредности показатеља.

Основни проблем, који се јавља код додавања новог показатеља у модел оцене нивоа безбедности саобраћаја, јесте поређење тако добијене оцене са претходним оценама, у којима није фигурисао новоуведени показатељ. Ово се донекле може превазићи тзв. паралелним оцењивањем, односно коришћењем више оцена истовремено док се не успостави систем оцењивања у дужем временском периоду.

# 6.

## НОРМАЛИЗАЦИЈА ПОДАТАКА

Други корак предложеног модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја је нормализација, односно трансформација вредности показатеља. Вредности показатеља се могу разликовати по неколико основа:

- по величини вредности показатеља,
- по јединицама у којима се изражава,
- по негативној, односно позитивној вези са последицама саобраћајних незгода.

Показатељи могу имати различите вредности од, на пример, на стотине погинулих, до, на пример, на десетине хиљада повређених лица. Види се да се показатељи међу собом, по величини вредности коју имају, могу разликовати и преко 100 пута. Са друге стране, неки од показатеља се изражавају преко релативног односа два показатеља, на пример јавни ризик, као број погинулих на 100.000 становника, док се употреба сигурносних појасева изражава, на пример, у процентима.

Показатељи, такође, својом вредношћу могу указивати на позитивну, односно негативну везу са последицама саобраћајних незгода. То подразумева могућност да када расте нумеричка вредност неког показатеља расте и број последица саобраћајних незгода (позитивна веза), док код неког другог показатеља може да расте његова нумеричка вредност, али да број последица опада (негативна веза).

Имајући претходно наведено у виду нормализација, односно трансформација података се спроводи да би се вредности свих показатеља, који ће касније бити спојени у један индекс, свели на исту основу.

Постоје различите технике нормализације података, а одабир одговарајуће технике зависи од неколико фактора:

- расположивости података,
- величина вредности показатеља,
- жељене вредности нормализованих података.

## 6.1. ТЕХНИКЕ НОРМАЛИЗАЦИЈЕ ПОДАТАКА

Различите технике нормализације могу обезбедити такве нормализоване вредности показатеља, које могу на другачији начин имати зависности са излазним резултатима (последицама саобраћајних незгода). Због тога је неопходно тестирати резултате, односно нормализоване вредности показатеља између себе, како би се утврдило да ли дају исте, сличне или пак различите резултате.

Технике нормализације могу бити различите, засноване на линеарним, логаритамским, експоненцијалним и другим трансформацијама итд. Како се највећи број показатеља безбедности саобраћаја може трансформисати линеарним или инверзним трансформацијама, у наставку су приказане неке од поменутих техника нормализације.



### 6.1.1. ОДСТОЈАЊЕ ОД МИНИМАЛНЕ, ОДНОСНО МАКСИМАЛНЕ ВРЕДНОСТИ

Нормализација података која трансформише податке у односу на минималну, односно максималну вредност зависи од тога да ли показатељ има позитивну, односно негативну везу са последицама саобраћајних незгода. Практично, ако показатељ има позитивну везу са последицама саобраћајних незгода, а желимо да већа нормализована вредност означава бољу безбедност саобраћаја, тада ће се применити нормализација у односу на максималну вредност према изразу:

$$TV = \frac{VP_{max} - VP}{VP_{max} - VP_{min}} \quad [6.1]$$

где је:

- $TV$  – нормализована вредност показатеља
- $VP$  – вредност показатеља
- $VP_{max}$  – максимална вредност показатеља
- $VP_{min}$  – минимална вредност показатеља

Са друге стране, ако показатељ има позитивну везу са последицама саобраћајних незгода, а желимо да мања нормализована вредност означава бољу безбедност саобраћаја, онда ће се применити нормализација у односу на минималну вредност према изразу:

$$TV = \frac{VP - VP_{min}}{VP_{max} - VP_{min}} \quad [6.2]$$

Обрнут случај такође важи, али супротно. Ако показатељ има негативну везу са последицама саобраћајних незгода, а желимо да већа нормализована вредност означава бољу безбедност саобраћаја, онда ће се применити нормализација у односу на минималну вредност према изразу:

$$TV = \frac{VP - VP_{min}}{VP_{max} - VP_{min}} \quad [6.3]$$

и, ако показатељ има негативну везу са последицама саобраћајних незгода, а желимо да мања нормализована вредност означава бољу безбедност саобраћаја, онда ће се применити нормализација у односу на максималну вредност према изразу:

$$TV = \frac{VP_{max} - VP}{VP_{max} - VP_{min}} \quad [6.4]$$

Пример за позитивну везу би могао бити јавни ризик за три хипотетичке земље А, Б и Ц, у којима је јавни ризик 1, 10 и 100 респективно. Ако желимо да нам већа вредност означава већу безбедност онда ћемо применити израз [6.1] и за земљу А би нормализована вредност јавног ризика износила:

$$TV = \frac{100 - 1}{100 - 1} = 1$$

док би за земљу Б износила 0,91, а за земљу Ц би износила 0. Ако, са друге стране, желимо да нам мања вредност означава већу безбедност онда ћемо применити израз [6.2], па би за земљу А нормализована вредност јавног ризика износила:

$$TV = \frac{1 - 1}{100 - 1} = 0$$

док би за земљу Б износила 0,1, а за земљу Ц би износила 1.

Пример за негативну везу би могао бити "% употребе сигурносних појасева" за три хипотетичке земље А, Б и Ц, у којима је употреба сигурносних појасева 1%, 50% и 100% респективно. Ако желимо да нам већа вредност означава већу безбедност онда ћемо применити израз [6.3] и за земљу А би нормализована вредност употребе сигурносних појасева износила:

$$TV = \frac{1 - 1}{100 - 1} = 0$$

док би за земљу Б износила 0,49, а за земљу Ц би износила 1.

Ако, са друге стране, желимо да нам мања вредност означава већу безбедност онда ћемо применити израз [6.4], па би за земљу А нормализована вредност употребе сигурносних појасева износила:

$$TV = \frac{100 - 1}{100 - 1} = 1$$

док би за земљу Б износила 0,51, а за земљу Ц би износила 0.

Предности наведене технике су очигледне, почев од једноставности примене до задовољавајуће трансформације података на скали од 0 до 1, али постоје и извесни недостаци у могућностима примене, а најважнији је да се не може спровести ако не постоје подаци о показатељима за најмање два подручја.

### 6.1.2. ОДСТОЈАЊЕ ОД СРЕДЊЕ ВРЕДНОСТИ

Нормализација која узима у обзир одстојање вредности показатеља од средње вредности се такође може спровести само уколико постоје подаци о показатељима за најмање два подручја. Ова техника подразумева претходно израчунавање средње вредности показатеља и након тога стављање у однос вредности показатеља и средње вредности. Да ли ће се средња вредност налазити у бројиоцу или имениоцу зависи од тога да ли се жели постићи да већа нормализована вредност показатеља означава већу безбедност и каква је веза између вредности показатеља и последица саобраћајних незгода (позитивна или негативна).

Код позитивних веза када се жели већом нормализованом вредношћу показатеља показати мања безбедност, онда ће се у имениоцу налазити средња вредност:

$$TV = \frac{VP}{\overline{VP}} \quad [6.5]$$

где је:

- $TV$  – нормализована вредност показатеља
- $VP$  – вредност показатеља
- $\overline{VP}$  – средња вредност показатеља

док се код позитивних веза када се жели већом нормализованом вредношћу показатеља показати већа безбедност у бројиоцу налази средња вредност:

$$TV = \frac{\overline{VP}}{VP} \quad [6.6]$$

Код негативних веза важе обрнути случајеви, односно ако се жели постићи да већа нормализована вредност показатеља означава мању безбедност, онда треба применити израз [6.5], а ако се жели постићи да већа нормализована вредност показатеља означава већу безбедност, онда треба применити израз [6.6].

Ако би се искористио пример из претходне тачке за јавни ризик за три хипотетичке земље А, Б и Ц, тада би већа вредност означавала мању безбедност применом израза [6.5] и за земљу А би нормализована вредност јавног ризика износила:

$$TV = \frac{1}{(100 + 10 + 1): 3} = 0,027$$

док би за земљу Б износила 0,27, а за земљу Ц би износила 2,7. Ако, са друге стране, желимо да већа вредност означава већу безбедност онда ће се применити израз [6.6], па би за земљу А нормализована вредност јавног ризика износила:

$$TV = \frac{(100 + 10 + 1): 3}{1} = 37$$

док би за земљу Б износила 3,7, а за земљу Ц би износила 0,37.

За пример негативне везе могао би бити искоришћен такође други пример из претходне тачке. Већа нормализована вредност показатеља ће означавати мању безбедност ако се примени израз [6.6], па би за земљу А нормализована вредност употребе сигурносних појасева износила:

$$TV = \frac{(1 + 50 + 100): 3}{1} = 50,33$$

док би за земљу Б износила 1,01, а за земљу Ц би износила 0,5.

Ако, са друге стране, желимо да већа вредност означава већу безбедност онда ће се применити израз [6.5], па би за земљу А нормализована вредност употребе сигурносних појасева износила:

$$TV = \frac{1}{(1 + 50 + 100): 3} = 0,02$$

док би за земљу Б износила 0,99, а за земљу Ц би износила 1,99.

Ова техника нормализације је такође једноставна за спровођење, али не даје нормализоване податке у некој скали (на пример од 0 до 1), већ нормализоване вредности зависе од вредности које показатељи имају.

### 6.1.3. СТАНДАРДИЗАЦИЈА

Поступак стандардизације података је техника нормализације која узима у обзир средњу вредност и стандардно одступање и израчунава се коришћењем израза:

$$TV = \frac{VP - \overline{VP}}{\sigma} \quad [6.7]$$

где је:

- $TV$  – нормализована вредност показатеља
- $VP$  – вредност показатеља
- $\overline{VP}$  – средња вредност показатеља
- $\sigma$  – стандардно одступање вредности показатеља

Као пример би се могао искористити пример из претходних тачака у вези јавног ризика. Применом израза [6.7] за град А би се добила стандардизована вредност јавног ризика:

$$TV = \frac{1 - (1 + 10 + 100): 3}{\sqrt{\frac{\sum (1 - (1 + 10 + 100): 3)}{3}}} = -0,81$$

док би за град Б износила -0,6, а за град Ц би износила 1,41.

Наведена техника нема могућност да се већим, односно мањим вредностима укаже на већу, односно мању безбедност саобраћаја, јер ће се стандардизацијом увек добити правило да већа вредност показатеља покаже већу нормализовану вредност показатеља. Такође, наведена техника се може спровести само за већи скуп подручја и нема могућност да се нормализоване вредности налазе на некој унапред дефинисаној скали.

#### 6.1.4. ИНВЕРЗНА ТРАНСФОРМАЦИЈА

Инверзна трансформација, односно трансформација облика  $y=1/x$ , је врло погодна у случајевима када се жели трансформисати вредност показатеља једног подручја, без утицаја вредности показатеља других подручја, као што је то случај са техникама нормализације приказаним у тачкама 6.1.1., 6.1.2., и 6.1.3. Другим речима, инверзна трансформација је независна трансформација и може се користити у свим случајевима, како негативним, тако и позитивним везама и нормализоване вредности показатеља "смешта" у опсег од 0 до 1. Такође, инверзна трансформација, по правилу, прави велике разлике између најбољих резултата и првих следећих резултата, што је посебно важно када се жели нагласити значај неког показатеља на безбедност саобраћаја.

Када се жели већом нормализованом вредношћу показатеља са позитивном везом приказати већа безбедност, онда ће се користити следећи израз инверзне трансформације:

$$TV = \frac{1}{VP} \quad [6.8]$$

где је:

- $TV$  – нормализована вредност показатеља
- $VP$  – вредност показатеља

док ако се мањом нормализованом вредности показатеља са позитивном везом жели приказати већа безбедност, онда ће се користити следећи израз инверзне трансформације:

$$TV = 1 - \frac{1}{VP} \quad [6.9]$$

Код негативних веза важе обрнути случајеви, односно ако се жели постићи да већа нормализована вредност показатеља означава мању безбедност, онда треба применити израз [6.9] а ако се жели постићи да већа нормализована вредност показатеља означава већу безбедност, онда треба применити израз [6.8].

За приказ функционисања инверзне трансформације опет се могу искористити претходно наведени примери у вези јавног ризика и употребе сигурносних појасева. Ако се жели да већа нормализована вредност јавног ризика покаже већу безбедност, то имајући у виду позитивну везу, применом израза [6.8] би се за градове А, Б и Ц добиле нормализоване вредности 1, 0,1 и 0,01, респективно. За случај да се мањом вредношћу жели показати већа безбедност онда ће се применити израз [6.9] и за градове А, Б и Ц добиће се нормализоване вредности 0, 0,9 и 0,99, респективно.

Са друге стране, код негативних веза се морају изрази применити обрнуто, па се применом израза [6.9] добија да нормализоване вредности показатеља употреба сигурносних појасева за градове А, Б и Ц износе 0,01, 0,02 и 1 респективно, када већа вредност означава већу безбедност. Применом израза [6.8] нормализоване вредности показатеља употреба сигурносних појасева за градове А, Б и Ц износе 0, 0,98 и 0,99, респективно, када мања вредност означава већу безбедност.

Из вредности резултата трансформација се може закључити да ова трансформација "фаворизује" добре вредности показатеља.

### 6.1.5. "НЕНОРМАЛИЗОВАНА" ТРАНСФОРМАЦИЈА

"Ненормализована" трансформација се примењује у оним случајевима када се вредности показатеља већ налазе у неком опсегу скале, на пример од 0 до 1. То су показатељи који се по правилу изражавају у процентима или је њихова најмања вредност 0, а највећа 1 или 10 или 100 итд, другим речима  $10^x$ .

Ако се жели вредност показатеља који се изражава у процентима трансформисати на скали од 0 до 1, онда се једноставно дељењем вредности показатеља у процентима са 100 добија трансформисана вредност показатеља:

$$TV = \frac{VP_{\%}}{100} \quad [6.10]$$

Слично се може применити и за све друге случајеве у којима је горња граница вредности показатеља  $10^x$ .

Међутим, претходно наведено се може применити у случајевима када постоји позитивна веза између вредности показатеља и последица саобраћајних незгода и када већом нормализованом вредношћу показатеља желимо указати на мању безбедност.

Такође, израз [6.10] се може применити у случају негативне везе када се већом вредношћу жели указати на већу безбедност саобраћаја.

У обрнутим случајевима од претходно два наведена мора се применити израз:

$$TV = 1 - \frac{VP_{\%}}{100} \quad [6.11]$$

Пример о сигурносним појасевима захтева примену израза [6.10] ако се већом нормализованом вредношћу показатеља жели указати на већу безбедност, па би за градове А, Б и Ц, нормализоване вредности показатеља употребе сигурносних појасева износиле 0,01, 0,5 и 1, респективно.

У обрнутом случају, када се мањом нормализованом вредношћу показатеља жели указати на већу безбедност, онда ће се применити израз [6.11], према коме би нормализоване вредности показатеља употребе сигурносних појасева за градове А, Б и Ц износиле 0,99, 0,5 и 0, респективно.



### 6.1.6. ЗАВИСНОСТ НОРМАЛИЗОВАНИХ ВРЕДНОСТИ ПОКАЗАТЕЉА И ПОСЛЕДИЦА НЕЗГОДА

Како би се могло потврдити да се нормализоване вредности смеју користити у даљој процедури оцењивања нивоа безбедности саобраћаја неопходно је проверити да ли технике нормализације мењају вредности показатеља тако да нормализоване вредности више нису зависне са последицама саобраћајних незгода као и саме вредности показатеља. У ту сврху спровешће се тестирање показатеља "% употребе сигурносних појасева", односно његове нормализоване вредности за сваку од представљених техника нормализације података. Нормализоване вредности показатеља приказане су у Табели бр. 6.1, а коефицијенти корелације између вредности показатеља и нормализованих вредности показатеља "% употребе сигурносних појасева" дати су у Табели бр. 6.2.

Табела бр. 6.1 – Нормализоване вредности показатеља  
"% употребе сигурносних појасева"

земља	% појасева	одстојање од минимума	одстојање од средње вредности	стандардизација	инверзна трансформација	ненормализована трансформација
Аустрија	89	0,55	0,966224	-0,53105	0,988764	0,89
Чешка	89	0,55	0,966224	-0,53105	0,988764	0,89
Финска	92	0,7	0,998794	-0,01897	0,98913	0,92
Француска	98	1	1,063932	1,005202	0,989796	0,98
Немачка	97	0,95	1,053076	0,834508	0,989691	0,97
Холандија	95	0,85	1,031363	0,493118	0,989474	0,95
Пољска	78	0	0,846803	-2,40869	0,987179	0,78
Шведска	96	0,9	1,04222	0,663813	0,989583	0,96

Табела бр. 6.2 – Коефицијенти корелације између вредности показатеља и нормализованих вредности показатеља "% употребе сигурносних појасева"

статистички показатељи	техника нормализације				
	одстојање од минимума	одстојање од средње вредности	стандардизација	инверзна трансформација	ненормализована трансформација
коефицијент корелације ( $r^2$ )	1,000	1,000	1,000	0,997	1,000
ниво значајности ( $p$ )	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

На основу спроведене анализе може се закључити да су све нормализоване вредности, без обзира на технику нормализовања, у високој корелативној вези са основним вредностима показатеља ( $r=1$ ,  $p=0,001$ ) и да се због тога могу применити у даљем поступку оцењивања нивоа безбедности саобраћаја.

## 6.2. НОРМАЛИЗАЦИЈА РЕЛЕВАНТНИХ ПОКАЗАТЕЉА

Да би се дефинисале одговарајуће технике трансформације вредности показатеља неопходно је дефинисати расположивост, које вредности и у ком облику могу бити релевантни показатељи и који би жељени изглед нормализованих вредности требало да буде. Најпре, како је већ раније показана расположивост издвојених релевантних показатеља, онда је неопходно дефинисати остале карактеристике релевантних показатеља, како би се одабрала одговарајућа техника трансформације података.

Ризици (јавни, саобраћајни и динамички саобраћајни) се изражавају у релативном односу броја погинулих лица у саобраћајним незгодама и броја становника, моторних возила или пређених километара. По правилу, могу да имају вредности од 0 (када нема погинулих у саобраћајним незгодама) до неколико стотина, колико имају најнебезбедније земље света. Са друге стране, остала три релевантна показатеља, већ сама по себи, представљају проценат у односу на укупну популацију. Процент се, наравно, може кретати од 0 до 100.

Поступак агрегације података у оцену нивоа безбедности саобраћаја неког подручја подразумева да се вредност која представља релевантни показатељ нађе на скали од 0 до 1. Дакле, интервал од 0 до 1 представља жељене нормализоване вредности показатеља. Додатно, већа нумеричка вредност оцене нивоа безбедности саобраћаја представља да је то подручје безбедније. И на крају, како модел подразумева тзв. независно оцењивање, за свако подручје се може дефинисати оцена безбедности саобраћаја, без познавања вредности показатеља неког другог подручја.

Имајући претходно наведено у виду, издвојиле су се две технике нормализације података које би испуниле потребне услове: инверзна и ненормализована трансформација. Инверзна трансформација података ће бити примењена на показатеље који описују ризик, док ће се ненормализована трансформација применити на показатеље изражене у процентима.

Инверзна трансформација показатеља који описују ризике ће се обавити према изразу:

$$TV = \begin{cases} \frac{1}{VP}, & VP > 1 \\ 1, & VP \leq 1 \end{cases} \quad [6.12]$$

У овом случају као резултат ће се добити да подручја која имају мање ризике имати већу нормализовану вредност, дакле указиваће на већу безбедност саобраћаја.

У случају ако је вредност ризика мања или једнака 1, тада се за нормализовану вредност показатеља узима 1. Практично, то подразумева да се сва подручја која имају ризик мањи од 1 сматрају идеално безбедним у погледу тог ризика. Наравно да ово треба прихватити са резервом. Већ сада се неколико земаља у свету налази испод те границе. У наредним истраживањима треба размотрити могућност да се коефицијент који се користи код инверзне трансформације дефинише на другачији начин.

Ненормализована трансформација се не може применити на идентичан начин на преостала три релевантна показатеља, односно применом само једног израза. Разлог овоме треба тражити у томе што већи проценат употребе сигурносних појасева означава већу безбедност, за разлику од друга два показатеља, где већи проценат прекорачења ограничења брзине и већи проценат возача под утицајем алкохола означавају већу небезбедност.

Поштујући критеријум да ће крајња већа оцена нивоа безбедности саобраћаја означавати безбедније подручје, то се према правилима трансформација за показатељ "% употребе сигурносних појасева" може искористити израз:

$$TV = TV_{\%} : 100 \quad [6.13]$$

а за показатеље "% прекорачења ограничења брзине" и "% возача под утицајем алкохола" израз:

$$TV = 1 - TV_{\%} : 100 \quad [6.14]$$

Пример вредности релевантних показатеља и нормализованих вредности релевантних показатеља, применом одабраних техника нормализације, за податке за Шведску дат је у Табели бр. 6.3.

Табела бр. 6.3 – Вредности и нормализоване вредности релевантних показатеља за Шведску за 2010. годину (OECD/ITF, 2012)

ЈР	ЈРНВ	СР	СРНВ	ДСР	ДСРНВ	%СП	%СПНВ	%ПБ	%ПБНВ	%ВА	%ВАНВ
2,8	0,357	0,5	1	3,2	0,313	96	0,960	30	0,700	0,8	0,992

где је:

- ЈР – јавни ризик (број погинулих лица на 100.000 становника)
- ЈРНВ – нормализована вредност јавног ризика
- СР – саобраћајни ризик (број погинулих на 10.000 моторних возила)
- СРНВ – нормализована вредност саобраћајног ризика
- ДСР – динамички саобраћајни ризик (број погинулих на 1.000.000.000 пређених километара)
- ДСРНВ – нормализована вредност динамичког саобраћајног ризика
- (% путника на предњим седиштима који користе сигурносне појасеве)
- %СПНВ – нормализована вредност процента употребе сигурносних појасева
- %ПБ – проценат прекорачења ограничења брзине (% прекорачења ограничења брзине у насељу)
- %ПБНВ – нормализована вредност процента прекорачења ограничења брзине
- %ВА – проценат возача под утицајем алкохола (% возача који управљају возилом изнад законом дозвољене минималне границе)
- %ВАНВ – нормализована вредност процента возача под утицајем алкохола

# 7.

## ДОДЕЉИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА

Код оцењивања нивоа безбедности саобраћаја неопходно је имати на уму да не утичу сви показатељи на безбедност саобраћаја подједнако. Због тога је посебан део модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја управо дефинисање одговарајуће технике за додељивање тежинских коефицијената сваком од релевантних показатеља. Додељени тежински коефицијенти сваком од релевантних показатеља указује уједно и којој области се посвећује или треба посветити већа пажња. Практично, кроз додељивање тежинских коефицијената показатељима, који улазе у оцену нивоа безбедности саобраћаја, дефинише се и стратегија управљања безбедношћу саобраћаја, јер се кроз вредности тежинских коефицијената може уочити спремност, односно жеља за унапређењем одређене области безбедности саобраћаја, па је већа код показатеља са већим тежинским коефицијентом.

## 7.1. ПРЕГЛЕД ОДАБРАНИХ ТЕХНИКА ЗА ДОДЕЉИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА

Технике за додељивање тежинских коефицијената се грубо могу поделити на субјективне и објективне технике. Субјективне, по правилу користе мишљење, односно оцене експерата, јавног мњења и слично, или могу бити засноване на претходним искуствима ранијих истраживања у погледу значаја показатеља. Са друге стране, објективне су засноване на статистичким анализама. Технике које се обично користе за додељивање тежинских коефицијената су:

- факторска анализа – анализа кључних компоненти (eng. Factor Analysis – Principal Component Analysis, PCA),
- анализа упоредних перформанси (eng. Data Envelopment Analysis, DEA),
- расподела буџета (eng. Budget Allocation, BA),
- аналитички хијерархијски процес (eng. Analytic Hierarchy Process, АНР),
- једнако факторисање (eng. Equal Weighting, EW) итд.

### 7.1.1. ФАКТОРСКА АНАЛИЗА

#### – АНАЛИЗА КЉУЧНИХ КОМПОНЕНТИ – РСА

Факторска анализа се користи за редуковање броја фактора или димензија неког проблема (ОЕСД, 2005). Као крајњи резултат даје редукован број фактора који утичу на појаву заједно са тежином сваког од фактора. Користи се често и у циљу утврђивања међуодноса између различитих показатеља. Највећа мана факторске анализе је што су тежински коефицијенти засновани на корелацији између показатеља, а не на реалним везама између појава.

Део факторске анализе је анализа кључних компоненти (у даљем тексту РСА). РСА се може спровести када су сви показатељи, односно фактори, сведени на исту јединицу, па се, у принципу, над нормализованим вредностима релевантних показатеља може спровести ова техника.

Основна идеја PCA је да утврди највећу могућу вредност стандардног одступања појаве, користећи што је мањи број фактора. Са једне стране, PCA се може спровести ако су фактори у значајној статистичкој вези са појавом коју описују, а са друге стране, ако су фактори међусобно јако повезани, онда PCA издваја фактор који има најјачи утицај, а остале елиминише из даље процедуре. У принципу, факторска анализа се састоји из четири корака:

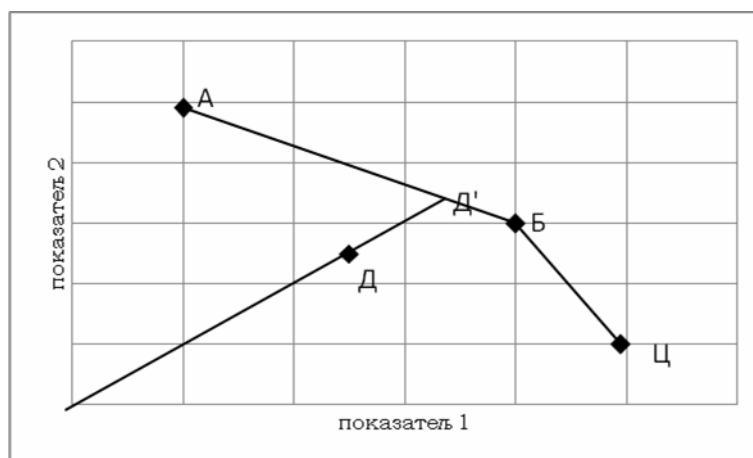
- први, провера корелација између фактора и у случају мање међусобне корелације, неће бити редукован број фактора,
- други, провера колико најмање фактора ће описати појаву у највећем обиму,
- трећи, тзв. "ротација" фактора, која има за циљ да елиминише факторе који имају високу корелативну везу са појавом, и
- четврти, дефинисање тежинских коефицијената.

За оцењивање нивоа безбедности саобраћаја основни недостатак факторске анализе је што, при прорачуну, међусобно повезује показатеље за више подручја, па се при промени броја или подручја крајњи резултат може променити и што је веома осетљива ако недостају подаци.

### 7.1.2. АНАЛИЗА УПОРЕДНИХ ПЕРФОРМАНСИ – DEA

Анализа упоредних перформанси, или познатија као DEA анализа, јесте техника која се користи код одлучивања за процену релативне ефикасности јединица. У безбедности саобраћаја јединице могу представљати подручја. Ефикасност у безбедности саобраћаја једног подручја, применом DEA технике, подразумева да се посматра однос факторисаног броја излазних величина и факторисаног броја улазних величина (Cooper et al, 2000). Подручја са најбољим перформансама у безбедности саобраћаја добијају индекс 1 (подручја А, Б и Ц), а она са лошијим перформансама (подручје Д) добијају индекс који представља однос тих перформанси и најбољих перформанси (Слика бр. 7.1), а према изразу:

$$ПИ = \frac{\overline{ОД}}{\overline{ОД'}} \quad [7.1]$$



Слика бр. 7.1 – Принцип функционисања DEA технике

Имајући претходно наведено у виду, низ тежинских коефицијента за сваку земљу и за сваки показатељ зависи од позиције вредности показатеља у односу на граничну линију коју чине вредности показатеља подручја са најбољим перформансама. Као што се може видети из начина израчунавања тежинских коефицијената, слично као и код факторске анализе, DEA међусобно повезује показатеље за више подручја, па се при промени броја или подручја крајњи резултат може променити. Такође, осетљива је и ако недостају подаци за неки од показатеља.

### 7.1.3. АНАЛИТИЧКИ ХИЈЕРАРХИЈСКИ ПРОЦЕС – АНР

Аналитички хијерархијски процес, или АНР метода, је првенствено намењена и смишљена у области теорије одлучивања. Њен творац Saaty је смислио технику која сложени проблем претвара у хијерархију. Састоји се од главног циља, који у безбедности саобраћаја може бити на пример "побољшање безбедности саобраћаја", неколико критеријума који доприносе том циљу (на пример показатељи безбедности саобраћаја) и одређеног броја варијанти од којих мора бити изабрана најбоља. У случају примене АНР методе, у обзир, осим квантитативних, могу доћи и квалитативни показатељи.



Основни концепт примене АНР метода је да експерти процењују релативни допринос сваког од показатеља крајњој појави и то у односу на други показатељ. Практично, експерти одговарају на питања: "Који од два показатеља је важнији?" и "Колико пута је важнији један показатељ од другог?". Вредности се процењују тзв. Saaty-јевом скалом од 1 до 9 (1, 3, 5, 7 или 9), где 1 означава једнаку важност два показатеља, а 9 да је један показатељ 9 пута значајнији од другог (Табела бр. 7.1).

Табела бр. 7.1 – Saaty-јева скала вредновања

значај	дефиниција	објашњење
1	истог значај	два елемента су идентичног значаја у односу на циљ
3	слаба доминантност	искуство или расуђивање незнатно фаворизују један елемент у односу на други
5	јака доминантност	искуство или расуђивање знатно фаворизују један елемент у односу на други
7	изражена доминантност	доминантност једног елемента потврђена у пракси
9	апсолутна доминантност	доминантност највећег степена

На пример, експерт из области безбедности саобраћаја може да процени да је употреба сигурносних појасева 3 пута значајнија за безбедност саобраћаја у односу на возњу под утицајем алкохола. Веома важно у самом процесу је одабир експерата, који мора бити спроведен са посебном пажњом, јер на процену релативних односа показатеља може да утиче искуство, количина знања, релативна интелигенција, лично интересовање итд. (Saaty, 1980).

АНР се може користити код веома сложених одлука код којих постоји велики број критеријума и подкритеријума. У случају оцене нивоа безбедности саобраћаја најважније је да ју је могуће користити управо за додељивање тежинских коефицијената показатељима.

Поступак израчунавања тежинских коефицијената подразумева прво формирање компаративне матрице (Табела бр. 7.2) на основу процена експерата ( $w_{ii}$ ). Може се уочити да експерт мора спровести  $n(n-1)/2$  међусобних поређења ( $n$  је број показатеља), јер ако је експерт оценио да показатељи, на пример 1 и 2 имају однос 3, онда показатељи 2 и 1 имају инверзан однос, дакле  $1/3$ .

Табела бр. 7.2 – Компаративна матрица

показатељ	1	...	i	...	n
1	1	...	w <sub>1i</sub>	...	w <sub>1n</sub>
...	...	..	...	...	...
i	w <sub>i1</sub> =1/w <sub>1i</sub>	...	1	...	w <sub>in</sub>
...	...	...	...	...	...
n	w <sub>n1</sub> =1/w <sub>1n</sub>	...	w <sub>ni</sub> =1/w <sub>in</sub>	...	...

Из компаративне матрице се врши израчунавање тзв. вектора сопствених вредности, V<sub>ii</sub> (Табела бр. 7.3).

Табела бр. 7.3 – Матрица вектора сопствених вредности

показатељ	1	...	i	...	n
1	V <sub>11</sub> =1/(1+...+w <sub>11</sub> +...+w <sub>n1</sub> )	...	V <sub>1i</sub> =w <sub>1i</sub> /(w <sub>1i</sub> +...+1+...+w <sub>ni</sub> )	...	V <sub>1n</sub> =w <sub>1n</sub> /(w <sub>1n</sub> +...+w <sub>in</sub> +...+1)
...	...	...	...	...	...
i	V <sub>i1</sub> =w <sub>i1</sub> /(1+...+w <sub>11</sub> +...+w <sub>n1</sub> )	...	V <sub>ii</sub> =1/(w <sub>1i</sub> +...+1+...+w <sub>ni</sub> )	...	V <sub>in</sub> =w <sub>in</sub> /(w <sub>1n</sub> +...+w <sub>in</sub> +...+1)
...	...	...	...	...	...
n	V <sub>n1</sub> =w <sub>n1</sub> /(1+...+w <sub>11</sub> +...+w <sub>n1</sub> )	...	V <sub>ni</sub> =w <sub>ni</sub> /(w <sub>1i</sub> +...+1+...+w <sub>ni</sub> )	...	V <sub>nn</sub> =1/(w <sub>1n</sub> +...+w <sub>in</sub> +...+1)

Тежински коефицијент за сваки од показатеља се израчунава као однос суме редова у којима се налазе вектори сопствених вредности и броја показатеља, на основу израза:

$$TK_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_i V_i \quad [7.2]$$

односно:

$$TK_i = \frac{1}{n} \cdot \begin{pmatrix} V_{11} + \dots + V_{1i} + \dots + V_{1n} \\ \dots \\ V_{in} + \dots + V_{ii} + \dots + V_{in} \\ \dots \\ V_{n1} + \dots + V_{ni} + \dots + V_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} TK_1 \\ \dots \\ TK_i \\ \dots \\ TK_n \end{pmatrix} \quad [7.3]$$

где је:

- TK<sub>i</sub> – тежински коефицијент показатеља i

Осим очигледних предности, које има АНР метода, основни недостаци су што захтева велики број поређења између парова показатеља, па код великог броја показатеља овај метод може да буде комплексан за експерта који даје поређење. Још један од недостатака је и што крајњи резултат зависи од саме експертске оцене, па је због тога изузетно важно испунити захтеване критеријуме код одабира експерата који ће вршити процену. Овај други недостатак може бити и предност код одабира методе, јер узима у обзир субјективан став експерата, па ако модел оцене захтева да буде укључена субјективна оцена, онда АНР метод задовољава овај критеријум.

#### 7.1.4. РАСПОДЕЛА БУЏЕТА – ВА

Расподела буџета (у даљем тексту ВА) је техника за добијање тежинских коефицијената показатеља код које се од експерата захтева да расподеле унапред дефинисан износ буџета на показатеље. Већи износ опредељен одређеном показатељу представља већи значај тог показатеља. Крајњи коефицијенти се добијају као однос распоређеног износа од стране свих експерата и укупног расположивог буџета. Уопштено, према Nardo et al (2005), ВА се састоји из четири фазе:

- одабир експерата,
- расподела буџета на показатеље,
- израчунавање тежинских коефицијената,
- и опционо, понављање поступка док се не постигне задовољавајуће слагање свих експерата међусобно.

Предности ВА метода су што се на једноставан начин може указати на стратешки важне кључне области у безбедности саобраћаја, што управо означава и политику, односно стратегију управљања безбедношћу саобраћаја. Осим тога, сам поступак израчунавања је веома једноставан. Са друге стране, недостаци могу бити управо ти што се на основу ВА метода не дефинише стварни значај и утицај сваког од показатеља на безбедност саобраћаја, већ се указује на жељена поља деловања у безбедности саобраћаја.

Посебан недостатак ове методе огледа се у броју показатеља којима се распоређује буџет, па је препорука (Saisana and Tarantola, 2002) да број показатеља не буде већи од 10, да би експерти могли да имају "комплетну слику у глави". Пример матрице спровођења ВА метода дат је у Табели бр. 7.4.

Табела бр. 7.4 – Пример матрице за спровођење ВА метода

показатељ	експерт 1	...	експерт j	...	експерт n	тежински коэффициент $w_i$
показатељ 1	$BA_{11}$	...	$BA_{1j}$	...	$BA_{1n}$	$BA_1 = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sum_j BA_{1j}}{\sum_j BA_{1j}}$
...	...	...	...	...	...	...
показатељ i	$BA_{i1}$	...	$BA_{ij}$	...	$BA_{in}$	$BA_i = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sum_j BA_{ij}}{\sum_i BA_{ij}}$
...	...	...	...	...	...	...
показатељ m	$BA_{m1}$	...	$BA_{mj}$	...	$BA_{mn}$	$BA_m = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sum_j BA_{mj}}{\sum_i BA_{in}}$

### 7.1.5. ЈЕДНАКО ФАКТОРИСАЊЕ – EW

Техника додељивања тежинских коэффицијената тзв. једнако факторисање (у даљем тексту EW) подразумева да се сваком од показатеља додели исти тежински коэффициент, а њихов укупан збир је једнак 1.

Тежински коэффициент зависи од броја показатеља и израчунава се применом израза:

$$TK_i = \frac{1}{n} \quad [7.4]$$

где је:

- $TK_i$  – тежински коефицијент показатеља  $i$
- $n$  – број показатеља

Ова метода је најпростија метода за додељивање тежинских коефицијената и углавном се примењује у случајевима када ниједна друга метода за додељивање тежинских коефицијената не даје задовољавајући резултат. Управо због недостатка што се њеном применом добијају једнаки тежински коефицијенти за сваки од показатеља, ова метода није од велике користи како истраживачима, тако ни политичарима, јер не показује разлике у значају показатеља. Када се једнако факторисање мора применити онда се различитом комбинацијом техника нормализације показатеља врши додељивање значаја показатељима. Примена овог метода је оправдана и када су показатељи међусобно у високој корелацији, или када уопште не постоји корелација између показатеља.

## 7.2. ОДАБИР И ТЕСТИРАЊЕ МЕТОДА ЗА ДОДЕЉИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА

### 7.2.1. КРИТЕРИЈУМИ ЗА ОДАБИР МЕТОДА ЗА ДОДЕЉИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА

Полазећи од модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја који подразумева тзв. независно оцењивање, технике за додељивање тежинских коефицијената треба да испуне одређене критеријуме да би биле изабране као одговарајуће. Ти критеријуми су:

- могућност независног оцењивања,
- добијање различитих тежинских коефицијената,
- једноставност примене.

Преглед најчешће примењиваних метода за додељивање тежинских коефицијената у области безбедности саобраћаја показао је да све методе имају како позитивне, тако и негативне особине.

Имајући у виду критеријуме које методе за додељивање тежинских коефицијената треба да испуне, да би биле прихватљиве за даље коришћење у оцењивању нивоа безбедности саобраћаја, у Табели бр. 7.5 дата је матрица одлучивања за одабир могућих метода за додељивање тежинских коефицијената.

Табела бр. 7.5 – Матрица одлучивања одабира метода за додељивање тежинских коефицијената

могућност независног оцењивања	добијање различитих тежинских коефицијената	једноставност примене	одабир методе за додељивање тежинских коефицијената
НЕ	НЕ	НЕ	НЕ
НЕ	НЕ	ДА	НЕ
НЕ	ДА	НЕ	НЕ
ДА	НЕ	НЕ	НЕ
НЕ	ДА	ДА	НЕ
ДА	НЕ	ДА	НЕ
ДА	ДА	НЕ	НЕ
ДА	ДА	ДА	ДА

Применом матрице одлучивања из Табеле бр. 7.5, за представљене методе за додељивање тежинских коефицијената (РСА, ДЕА, АНР, ВА, ЕВ) може се добити Табела бр. 7.6.

Табела бр. 7.6 – Провера испуњености критеријума за одабир одговарајуће методе за додељивање тежинских коефицијената

метода за додељивање тежинских коефицијената	могућност независног оцењивања	добијање различитих тежинских коефицијената	једноставност примене	одабир методе за додељивање тежинских коефицијената
РСА	НЕ	ДА	НЕ	НЕ
ДЕА	НЕ	ДА	НЕ	НЕ
АНР	ДА	ДА	ДА	ДА
ВА	ДА	ДА	ДА	ДА
ЕВ	ДА	НЕ	ДА	НЕ

Може се закључити да су се издвојиле две методе за додељивање тежинских коефицијената које испуњавају задате критеријуме (АНР и ВА), па ће у наставку бити представљено њихово тестирање са релевантним показатељима.

## 7.2.2. ТЕСТИРАЊЕ И ОДАБИР МЕТОДЕ ЗА ДОДЕЉИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА

### 7.2.2.1. Тестирање АНР метода

За тестирање АНР метода најпре је од петорице експерата из области безбедности саобраћаја тражено да одаберу ранг показатеља и да вреднују значај показатеља. Коришћењем Saaty-јеве скале вредновања одговори сваког од експерата су претворени у тзв. компаративну матрицу. Практично, за сваког од експерта неопходно је направити посебну компаративну матрицу, а након тога дефинисати матрицу вектора и израчунати тежинске коефицијенте користећи поступак који је предвиђен код АНР метода. Аритметичка средина тежинских коефицијената добијених на основу оцене сваког од експерата представљаће тежинске коефицијенте релевантних показатеља. У Табелама бр. 7.7, бр. 7.8, бр. 7.9, бр. 7.10 и бр. 7.11 дате су компаративне матрице, матрице вектора сопствених вредности и добијени тежински коефицијенти, док су у Табели бр. 7.12 дати тежински коефицијенти релевантних показатеља израчунати као аритметичка средина тежинских коефицијената добијених на основу оцене сваког од експерата.

Табела бр. 7.7 – Компаративна матрица, матрица вектора сопствених вредности и тежински коефицијенти на основу оцене експерта 1

	компаративна матрица						матрица вектора сопствених вредности						тежински коефицијенти
	ЈР	СР	ДСР	%СП	%ПБ	%ВА	ЈР	СР	ДСР	%СП	%ПБ	%ВА	ТК <sub>i</sub>
ЈР	1	1	1	1	3	9	0,225	0,225	0,274	0,158	0,175	0,214	0,21
СР	1	1	1	1	3	9	0,225	0,225	0,274	0,158	0,175	0,214	0,21
ДСР	1	1	1	3	5	9	0,225	0,225	0,274	0,473	0,292	0,214	0,28
%СП	1	1	0,333	1	5	7	0,225	0,225	0,091	0,158	0,292	0,167	0,19
%ПБ	0,333	0,333	0,2	0,2	1	7	0,075	0,075	0,055	0,032	0,058	0,167	0,08
%ВА	0,111	0,111	0,111	0,143	0,143	1	0,025	0,025	0,030	0,023	0,008	0,024	0,02

Табела бр. 7.8 – Компаративна матрица, матрица вектора сопствених вредности и тежински коефицијенти на основу оцене експерта 2

	компаративна матрица						матрица вектора сопствених вредности						тежински коефицијенти
	ЈР	СР	ДСР	%СП	%ПБ	%ВА	ЈР	СР	ДСР	%СП	%ПБ	%ВА	ТК <sub>i</sub>
ЈР	1	1	1	3	3	7	0,262	0,262	0,259	0,214	0,265	0,318	0,26
СР	1	1	1	3	3	7	0,265	0,262	0,259	0,214	0,265	0,318	0,26
ДСР	1	1	1	3	3	5	0,262	0,262	0,259	0,214	0,265	0,227	0,25
%СП	0,333	0,333	0,333	1	0,333	1	0,088	0,088	0,086	0,071	0,029	0,045	0,07
%ПБ	0,333	0,333	0,333	3	1	1	0,088	0,088	0,086	0,214	0,088	0,045	0,10
%ВА	0,143	0,143	0,2	1	1	1	0,038	0,037	0,052	0,071	0,088	0,045	0,06

Табела бр. 7.9 – Компаративна матрица, матрица вектора сопствених вредности и тежински коефицијенти на основу оцене експерта 3

	компаративна матрица						матрица вектора сопствених вредности						тежински коефицијенти
	ЈР	СР	ДСР	%СП	%ПБ	%ВА	ЈР	СР	ДСР	%СП	%ПБ	%ВА	ТК <sub>i</sub>
ЈР	1	1	1	0,333	3	3	0,15	0,25	0,221	0,029	0,197	0,265	0,19
СР	1	1	1	3	3	3	0,15	0,25	0,221	0,265	0,197	0,265	0,22
ДСР	1	1	1	1	5	3	0,15	0,25	0,221	0,088	0,329	0,265	0,22
%СП	3	0,333	1	1	0,2	1	0,45	0,083	0,221	0,088	0,013	0,088	0,16
%ПБ	0,333	0,333	0,2	5	1	0,333	0,05	0,083	0,044	0,441	0,066	0,029	0,12
%ВА	0,333	0,333	0,333	1	3	1	0,05	0,083	0,074	0,088	0,197	0,088	0,10

Табела бр. 7.10 – Компаративна матрица, матрица вектора сопствених вредности и тежински коефицијенти на основу оцене експерта 4

	компаративна матрица						матрица вектора сопствених вредности						тежински коефицијенти
	ЈР	СР	ДСР	%СП	%ПБ	%ВА	ЈР	СР	ДСР	%СП	%ПБ	%ВА	ТК <sub>i</sub>
ЈР	1	1	1	0,333	0,2	0,333	0,071	0,056	0,214	0,039	0,054	0,051	0,08
СР	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,071	0,056	0,214	0,023	0,054	0,031	0,07
ДСР	1	1	1	3	1	3	0,071	0,056	0,214	0,352	0,268	0,459	0,24
%СП	3	5	0,333	1	0,333	1	0,214	0,278	0,071	0,117	0,089	0,153	0,15
%ПБ	5	5	1	3	1	1	0,357	0,278	0,214	0,352	0,268	0,153	0,27
%ВА	3	5	0,333	1	1	1	0,214	0,278	0,071	0,117	0,268	0,153	0,18

Табела бр. 7.11 – Компаративна матрица, матрица вектора сопствених вредности и тежински коефицијенти на основу оцене експерта 5

	компаративна матрица						матрица вектора сопствених вредности						тежински коефицијенти
	ЈР	СР	ДСР	%СП	%ПБ	%ВА	ЈР	СР	ДСР	%СП	%ПБ	%ВА	ТК <sub>i</sub>
ЈР	1	1	1	1	1	9	0,196	0,187	0,056	0,274	0,153	0,409	0,21
СР	1	1	1	1	1	3	0,196	0,187	0,056	0,274	0,153	0,136	0,17
ДСР	1	1	1	0,111	0,2	1	0,196	0,187	0,056	0,0305	0,031	0,045	0,09
%СП	1	1	9	1	3	5	0,196	0,187	0,5	0,274	0,459	0,227	0,31
%ПБ	1	1	5	0,333	1	3	0,196	0,187	0,278	0,091	0,153	0,136	0,17
%ВА	0,111	0,333	1	0,2	0,333	1	0,022	0,062	0,056	0,055	0,051	0,045	0,05

Табела бр. 7.12 – Тежински коефицијенти релевантних показатеља добијени АНР методом

релевантни показатељ	тежински коефицијенти
	ТК <sub>i</sub>
ЈР – јавни ризик	0,191
СР – саобраћајни ризик	0,188
ДСР – динамички саобраћајни ризик	0,215
%СП – % употребе сигурносних појасева	0,176
%ПБ – % прекорачења ограничења брзине	0,148
%ВА – % возача под утицајем алкохола	0,081

Може се закључити да је АНР метод показао да највећи тежински коефицијент има показатељ динамички саобраћајни ризик (0,215), док најмањи тежински коефицијент има показатељ "% возача под утицајем алкохола" (0,081).



### 7.2.2.2. Тестирање ВА метода

Тестирање ВА метода је подразумевало да петорица експерата из области безбедности саобраћаја распореде буџет од 10.000 € на релевантне показатеље, а према значају показатеља.

У Табели бр. 7.13 дате су распоређене вредности буџета на сваки од показатеља, као и на основу тога добијени тежински коефицијенти релевантних показатеља.

Табела бр. 7.13 – Распоређене вредности буџета и тежински коефицијенти релевантних показатеља на основу ВА метода

показатељ	експерт 1	експерт 2	експерт 3	експерт 4	експерт 5	тежински коефицијент
ЈР	2300	1500	2100	900	2700	0,19
СР	2300	1000	1700	1000	3000	0,18
ДСР	2300	3000	2500	3000	700	0,23
%СП	1800	1000	2100	1300	2300	0,17
%ПВ	1000	2000	1300	2000	1200	0,15
%ВА	300	1500	300	1800	100	0,08

Може се закључити да је ВА метод показао скоро идентичне резултате, што је са једне стране потврдило конзистентност у одговорима експерата, а са друге стране оправданост примене било које од метода. Највећи тежински коефицијент према ВА методу има показатељ "динамички саобраћајни ризик" (0,23), док најмањи тежински коефицијент има показатељ "% возача под утицајем алкохола" (0,08).

### 7.2.2.3. Упоредна анализа и одабир методе за додељивање тежинских коефицијената

Упоредна анализа добијених вредности тежинских коефицијената на основу АНР и ВА метода се спроводи у циљу провере статистички значајног одступања, односно слагања добијених резултата, како би се на основу тога дефинисала метода којом се врши додељивање тежинских коефицијената. У ту сврху спроведена је корелациона, односно регресиона анализа. Корелациона анализа је показала коефицијент корелације од  $r=0,988$ , са нивоом значајности  $p=0,001$ , док је регресиона анализа показала скоро идеално поклапање са линеарном расподелом ( $r^2=0,976$ ,  $p=0,001$ ) приказано на Графику бр. 7.1.

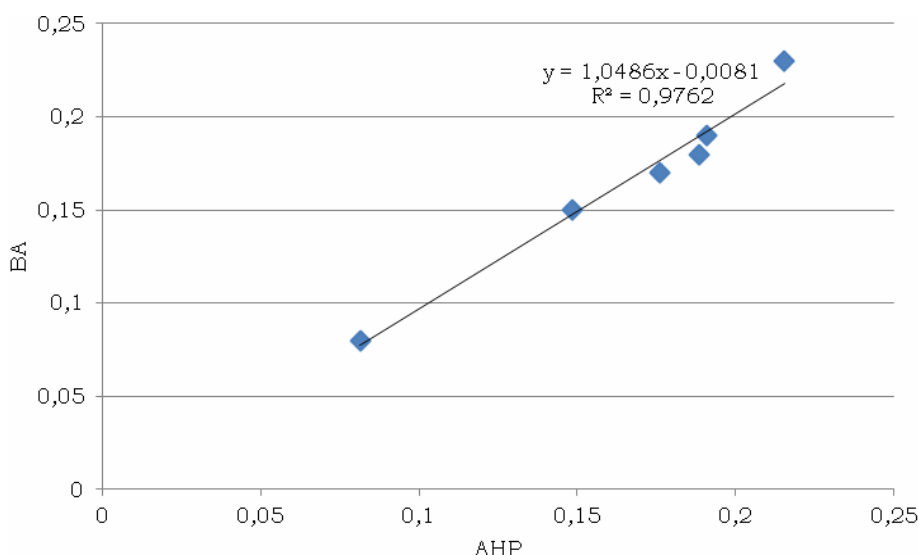


График бр. 7.1 – Линеарна регресија тежинских коефицијената добијених АНР и ВА методама

Може се закључити да су оба метода дала скоро идентичне резултате и да се применом било које од метода може спровести додељивање тежинских коефицијената. Поредићи ове две методе може се закључити да се ипак нешто једноставније анализе спроводе код примене ВА метода, где је за анализу неопходна само једна табела, за разлику од АНР метода, која захтева број табела најмање колико има експерата. Такође, имајући у виду процедуру оцењивања, закључује се да је нешто сложенија АНР метода.

Свеобухватно посматрано, предлаже се коришћење ВА метода који задовољава све неопходне критеријуме за одабир метода за додељивање тежинских коефицијената.

Раније је поменуто да тежински коефицијенти представљају податак колико ће који од показатеља учествовати у оцени нивоа безбедности саобраћаја. На основу добијених тежинских коефицијената може се закључити да директни показатељи, односно ризици, учествују са 60% (динамички саобраћајни ризик са 23%, јавни ризик са 19% и саобраћајни ризик са 18%) од укупне оцене, за разлику од индиректних показатеља, који учествују са 40% (употреба сигурносних појасева са 17%, прекорачење ограничења брзине са 15% и вожња под утицајем алкохола са 8%).

# 8.

## **АГРЕГАЦИЈА ПОКАЗАТЕЉА И ОЦЕНА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА**

Последњи корак ка добијању оцене нивоа безбедности саобраћаја представља агрегација нормализованих вредности релевантних показатеља, којима је додељен одговарајући тежински коефицијент. Поступак агрегације зависи од низа фактора и у складу са тим постоји низ често коришћених техника агрегације.

### **8.1. ТЕХНИКЕ АГРЕГАЦИЈЕ ПОДАТАКА**

Постоје различите технике агрегације. У зависности од крајњег циља, односно крајњег жељеног излаза и врсте података са којима се оперише, технике агрегације се могу поделити на конјунктивне и дисјунктивне функције са једне стране, односно на функције средњих вредности са друге стране.

У овом раду биће анализирани само тзв. функције средњих вредности, јер су у највећој мери прикладне за показатеље безбедности саобраћаја.

Најчешће коришћене технике агрегације су:

- аритметичка средина  $\left( M(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \right)$ ,
- аритметичка средина са тежинским коефицијентима  $\left( M_w(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i x_i \right)$ ,
- геометријска средина  $\left( G(x) = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} \right)$ ,
- геометријска средина са тежинским коефицијентима  $\left( G_w(x) = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i^{w_i}} \right)$ ,
- хармонијска средина  $\left( H(x) = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}} \right)$ ,
- хармонијска средина са тежинским коефицијентима  $\left( H_w(x) = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{x_i}} \right)$  итд.

У области безбедности саобраћаја, ипак, најчешће коришћене технике код формирања тзв. обједињених (комполитних индекса) су: линеарна, односно геометријска агрегација, које могу бити примењене са или без тежинских коефицијената, а све зависно од врсте података, циља истраживања и жељених излазних резултата.

### 8.1.1. ЛИНЕАРНА И ГЕОМЕТРИЈСКА АГРЕГАЦИЈА

Линеарна агрегација је најједноставнији облик агрегације. Основна претпоставка линеарне агрегације је да се подаци који се спајају буду сведени на исту основу и да се налазе на истој скали.

Квалитет излазног резултата линеарне агрегације зависи од претходно спроведених анализа, нормализације вредности показатеља и додељивања тежинских коефицијената, ако су тежински коефицијенти укључени у прорачун. Како код одабира техника нормализације и додељивања тежинских коефицијената субјективни фактор може имати велику улогу може се закључити да ће крајњи излаз линеарне агрегације увелико зависити управо од тог субјективног фактора. Ово са једне стране може бити недостатак, а са друге стране предност, јер субјективни фактор показује интенцију да се некој од области безбедности саобраћаја да већи значај, а што може бити изражено кроз стратешко управљање.

Предности линеарне агрегације су: једноставност примене, лакоћа у разумевању и тумачењу постигнутих резултата, слаба осетљивост на податке који недостају или имају граничне вредности (на пример 0 или 1) итд. Са друге стране, осим утицаја субјективног фактора на крајњи резултат линеарне агрегације, недостатак је и то што не може да спречи компензацију лоших перформанси неког показатеља добрим перформансама неког другог показатеља на крајњи излаз. Код оцене нивоа безбедности саобраћаја могућ је случај да неко подручје има одличну вредност неког од показатеља и лошу вредност неког другог показатеља, па ће се линеарном агрегацијом међусобно компензирати. Општи облик линеарне агрегације код оцене нивоа безбедности саобраћаја би гласио:

$$ONBS = \sum_{i=1}^n w_i NVP_i \quad [8.1]$$

где је:

- $ONBS$  – оцена нивоа безбедности саобраћаја
- $w_i$  – тежински коефицијент показатеља  $i$
- $NVP_i$  – нормализована вредност показатеља  $i$
- $n$  – број показатеља

Геометријска агрегација је такође једна од једноставнијих поступака агрегације података и у поређењу са линеарном има предности, али и недостатке.

Слично као и код линеарне, код геометријске агрегације излазни резултат ће зависити од претходно нормализованих вредности показатеља и претходно додељених тежинских коефицијената. За разлику од линеарне агрегације, геометријска агрегација не дозвољава, или у великој мери смањује, утицај компензирања лоших перформанси неког од показатеља. Другим речима, лош резултат неког од показатеља (на пример возња под утицајем алкохола) не може бити компензиран добрим резултатом неког другог показатеља (на пример возња у складу са ограничењем брзине). Ово је велика предност геометријске агрегације, са једне стране, док са друге стране, геометријска агрегација управо због великих разлика које прави због начина прорачуна, омогућава да се јасније уочи напредак у укупном излазу у односу на промене на улазу. Другим речима, ако се вредност неког од показатеља на улазу промени, чак и незнатно, то ће се јасно и изражено одразити на излазу.

Основни недостатак геометријске агрегације је тај што је врло осетљива на улазне податке (на пример ако је вредност податка једнака нули), а посебно је осетљива уколико подаци недостају. Проблем који се јавља је како превазићи то што недостају подаци, односно како применити ову врсту агрегације, ако је вредност једног од показатеља 0. Проблем података који недостају се може решити не узимајући их у обзир код агрегације. Овако израчуната излазна вредност, на пример, за неко подручје се не може упоредити са излазном вредношћу неког другог подручја за које постоји тај податак. Проблем вредности показатеља који су једнаки нули се може решити избором адекватне технике нормализације, а ако то није могуће онда геометријска агрегација не може бити примењена.

Општи облик геометријске агрегације код оцене нивоа безбедности саобраћаја би гласио:

$$ONBS = \prod_{i=1}^n NVP_i^{w_i} \quad [8.2]$$

## 8.2. ОДАБИР ОДГОВАРАЈУЋЕ ТЕХНИКЕ АГРЕГАЦИЈЕ

### 8.2.1. КРИТЕРИЈУМИ ЗА ОДАБИР ТЕХНИКЕ АГРЕГАЦИЈЕ

Која ће се техника агрегације применити зависи од испуњености одговарајућих услова:

- једноставност примене,
- примењених техника нормализације и додељивања тежинских коефицијената,
- могућност компензирања лоших са добрим резултатима,
- разумљивост излазних резултата,
- неосетљивост на улазне податке,
- жељени излазни резултат.

Анализирајући теоријску основу могућности примене линеарне и геометријске агрегације, а имајући при томе у виду критеријуме које мора да испуни техника агрегације код оцењивања безбедности саобраћаја, може се закључити:

- да су обе технике једноставне у примени,
- с обзиром на одабране технике нормализације вредности показатеља, линеарна агрегација може бити примењена, док геометријска агрегација не може бити примењена због тога што неки од показатеља могу имати вредност 0 (нпр. "% употребе сигурносних појасева"),
- у односу на технике додељивања тежинских коефицијента, обе методе могу бити успешно примењене,
- геометријска агрегација не дозвољава могућност компензирања лоших резултата добрим резултатима, за разлику од линеарне агрегације,
- обе технике дају задовољавајуће излазне резултате,
- линеарна агрегација је мање осетљивија од геометријске на улазне податке и
- обе технике могу да дају излазне резултате у жељеном облику и у жељеном опсегу вредности.

Може се закључити да су позитивне карактеристике претходне упоредне анализе превагнуле ка линеарној агрегацији, па ће та техника бити коришћена код модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Једино остаје проблем могућности компензирања лоших резултата добрим резултатима, што линеарна агрегација дозвољава. Овај проблем се може, у овом тренутку развоја модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја занемарити, јер ако, на пример, неко подручје успе да постигне одличне резултате у погледу јавног, саобраћајног и динамичког саобраћајног ризика (нпр. вредности блиске 1) и уколико то исто подручје има скоро стопроцентно поштовање ограничења брзине и возача без утицаја алкохола, онда резултат од, на пример, 20% употребе сигурносних појасева није толико значајан у укупној оцени безбедности саобраћаја. То подручје ће се вероватно сврстати у безбедна подручја. Основни циљ у наредном периоду за то подручје, у смислу унапређења безбедности саобраћаја, ће бити унапређење употребе сигурносних појасева.

### 8.2.2. ТЕСТИРАЊЕ ОДАБРАНЕ ТЕХНИКЕ АГРЕГАЦИЈЕ

Тестирање одабране технике агрегације, у овом случају линеарне агрегације, подразумева проверу испуњености услова за одабир адекватне технике агрегације. Првенствено се ради о провери да ли излазни резултати "падају" у жељени интервал. Тестирање ће бити спроведено за вредности показатеља, односно нормализоване вредности показатеља за Шведску (пример из тачке 4.4.2.) и за дефинисане тежинске коефицијенте (тачка 4.5.2.2.) приказаним у Табели бр. 8.1.

Табела бр. 8.1 – Нормализоване вредности и тежински коефицијенти релевантних показатеља за Шведску

ЈРТК	ЈРНВ	СРТК	СРНВ	ДСРТК	ДСРНВ	%СПТК	%СПНВ	%ПБТК	%ПБНВ	%ВАТК	%ВАНВ
0,19	0,357	0,18	1	0,23	0,313	0,17	0,960	0,15	0,700	0,08	0,992

где је:

- ТК – тежински коефицијент показатеља
- НВ – нормализована вредност показатеља



Применом израза [8.1] добија се оцена нивоа безбедности саобраћаја:

$$ONBS = 0,19 \cdot 0,357 + 0,18 \cdot 1 + 0,23 \cdot 0,313 + 0,17 \cdot 0,96 + \\ + 0,15 \cdot 0,7 + 0,08 \cdot 0,992 = 0,667$$

Како модел за оцену нивоа безбедности саобраћаја предвиђа да се оцена налази у интервалу од 0 до 1 и да већа оцена означава већу безбедност анализираниог подручја, то се, имајући у виду и испуњеност услова за примену линеарне агрегације (тачка 4.6.2.1.), може закључити да је изабрана адекватна техника агрегације података и да се њеном применом може успешно спроводити оцењивање нивоа безбедности саобраћаја.

Ако се анализирају вредности релевантних показатеља за Шведску, може се закључити да Шведска има прилично добре резултате у погледу ризика (на IRTAD-овој листи налазе се међу бољим постигнутим резултатима у погледу ризика). Међутим, коришћење одабране нормализационе технике за ризике (инверзна трансформација) подразумева да само они ризици који имају вредност мању или једнаку 1 су тзв. идеални случајеви.

Без обзира што се Шведска налази у самом врху светске листе по питању безбедности саобраћаја, па и вредностима које имају ризици, може се закључити да увек има места унапређењу и да је изабрана техника нормализације података адекватна. Оцена нивоа безбедности саобраћаја добијена на основу агрегације претходно нормализованих вредности за Шведску, указује и на области где Шведска има места унапређењу у безбедности саобраћаја.

Да би се свеобухватно сагледало стање безбедности саобраћаја у Шведској неопходно је анализирати и остале показатеље који учествују у оцени нивоа безбедности саобраћаја. Вредности осталих показатеља указују да Шведска има места унапређењу у контроли и управљању брзинама, али и у смањењу смртности страдања на путевима. Тиме би се нормализоване вредности осталих показатеља приближили вредности 1, па би крајња оцена нивоа безбедности саобраћаја била блиска 1.

Као пример, како би промена вредности показатеља могла утицати на оцену нивоа безбедности саобраћаја, може се претпоставити да би Шведска могла у наредном периоду радити на управљању брзинама. Ако би успела да смањи проценат прекорачења брзине са садашњих 30% на 10%, а остале вредности релевантних показатеља остале исте, тада би оцена нивоа безбедности саобраћаја износила:

$$ONBS = 0,19 \cdot 0,357 + 0,18 \cdot 1 + 0,23 \cdot 0,313 + 0,17 \cdot 0,96 + \\ + 0,15 \cdot 0,9 + 0,08 \cdot 0,992 = 0,697$$

Може се закључити да би утицај на оцену нивоа безбедности саобраћаја практично била вредност, која је једнака производу разлика нормализованих вредности релевантног показатеља (пре и после) и вредности тежинског коефицијента тог показатеља.

Из претходног примера може се уочити утицај промене вредности показатеља на излазни резултат. Поставља се питање, како ће изабрана агрегациона техника решити проблем података који недостају. Ако на пример, из неког разлога не би били доступни подаци у вези једног или више релевантних показатеља, тада изабрана техника агрегације, на неки начин, "кажњава" то подручје лошијом оценом нивоа безбедности саобраћаја, јер не узима у обзир тај показатељ у крајњу оцену. Практично, као да нормализована вредност тог показатеља износи 0. Може се закључити да ће са недостатком вредности неког од показатеља, који улазе у оцену нивоа безбедности саобраћаја, оцена бити мања, па ће се то подручје сматрати небезбеднијим. Са друге стране, ово ће утицати на то подручје да прикупља и ажурно води базе података о свим неопходним показатељима како би било адекватно оцењено.

Пример за Шведску, уколико не би постојали на пример подаци о употреби сигурносних појасева, оцена нивоа безбедности саобраћаја би износила:

$$ONBS = 0,19 \cdot 0,357 + 0,18 \cdot 1 + 0,23 \cdot 0,313 + 0,17 \cdot 0 + \\ + 0,15 \cdot 0,9 + 0,08 \cdot 0,992 = 0,504$$

### 8.3. ОЦЕНА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Оцењивање нивоа безбедности саобраћаја представља последњи корак у моделу. Оцена представља примену одабране агрегационе технике на нормализоване вредности показатеља, а имајући у виду и тежинске коефицијенте показатеља. Израчунава се применом израза:

$$ONBS = w_1NVP_1 + \dots + w_iNVP_i + \dots + w_nNVP_n$$

односно [8.3]

$$ONBS = \sum_{i=1}^n w_iNVP_i$$

Оцена нивоа безбедности саобраћаја се може приказати:

- квантитативно,
- квалитативно и
- графички.

Квантитативно оцењивање је изражавање путем нумеричке вредности и то је нумеричка вредност оцене нивоа безбедности саобраћаја добијена коришћењем израза [8.3]. Квантитативна оцена се добија у интервалу од 0 до 1. За Шведску би на пример квантитативна оцена нивоа безбедности саобраћаја (ОНБС) износила 0,667.

Квалитативно оцењивање подразумева тзв. описно, односно дескриптивно оцењивање нивоа безбедности саобраћаја. У ту сврху предложена је петостепена скала оцењивања нивоа безбедности саобраћаја на следећи начин:

- ОБНС < 0,2 – подручје са веома ниским нивоом безбедности саобраћаја
- 0,2 ≤ ОБНС < 0,4 – подручје са ниским нивоом безбедности саобраћаја
- 0,4 ≤ ОБНС < 0,6 – подручје са средњим нивоом безбедности саобраћаја
- 0,6 ≤ ОБНС < 0,8 – подручје са високим нивоом безбедности саобраћаја
- ОБНС ≥ 0,8 – подручје са веома високим нивоом безбедности саобраћаја

Графички приказ оцене нивоа безбедности саобраћаја подразумева примену тзв. спајдер графика на коме се налазе рашчлањене нормализоване вредности показатеља. Свако подручје праћењем спајдер графика може уочити област безбедности саобраћаја, чијом променом би се могла унапредити безбедност саобраћаја и крајња оцена нивоа безбедности саобраћаја. Код коришћења спајдер графика основни циљ је што више "раширити" линију споља, односно приближити нормализоване вредности показатеља вредности 1.

Графички начин презентовања оцене нивоа безбедности саобраћаја, уз наравно коришћење квантитативног и квалитативног начина, омогућава управљачу, односно доносиоцу одлука, да донесе праве одлуке у управљању системом безбедности саобраћаја и да алоцира средства у безбедности саобраћаја на ефикасан и ефективан начин.

Пример спајдер графика, односно графичког приказа оцене нивоа безбедности саобраћаја за Шведску дат је на Графику бр. 8.1.

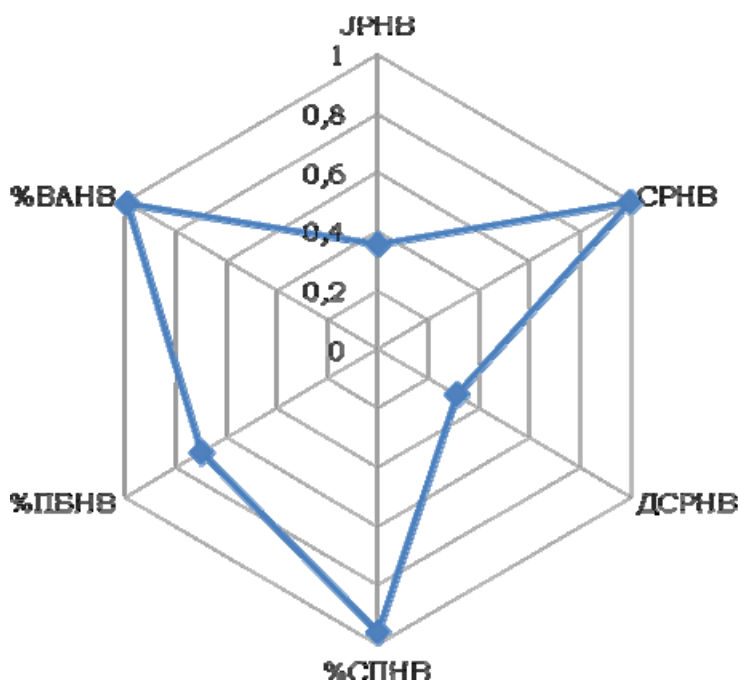


График бр. 8.1 – Графички приказ оцене нивоа безбедности саобраћаја, пример Шведска

Анализирајући пример спајдер графика за Шведску може се закључити да Шведска има места унапређењу у безбедности саобраћаја и то кроз побољшање показатеља јавног и динамичког саобраћајног ризика, што се може побољшати смањењем броја погинулих лица у саобраћајним незгодама у односу на број становника и пређену километражу, али и кроз побољшање показатеља који се односи на поштовање ограничења брзине.

Имајући у виду примењене технике нормализације вредности показатеља, додељивања тежинских коефицијената и агрегацију података, може се закључити да предложени модел оцене нивоа безбедности саобраћаја испуњава услов независног оцењивања, јер оцена нивоа безбедности саобраћаја једног подручја није зависна од вредности показатеља неког другог подручја. Осим тога, коришћењем оцене добијене предложеним моделом, једноставно се може вршити поређење постигнутих резултата једног подручја са осталим подручјима. Такође, модел нема препреку ни у поређењу подручја која су различита по величини, на пример, могуће је поредити оцену нивоа безбедности саобраћаја земље и града унутар те земље (на пример Србија и Београд).

Свеобухватно посматрано може се закључити да представљени ОНБС модел испуњава услове који су пред њега стављени и успешно се може користити за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

# 9.

## **ПРИМЕНА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА**

У циљу верификације функционисања модела неопходно је приказати како модел функционише за различита подручја. Примењујући кораке предложеног модела, изабрано је шест релевантних показатеља:

- јавни ризик (ЈР) – број погинулих лица на 100.000 становника
- саобраћајни ризик (СР) – број погинулих лица на 10.000 моторних возила
- динамички саобраћајни ризик (ДСР) – број погинулих лица на 1.000.000.000 пређених километара
- проценат употребе сигурносних појасева (%СП)
- проценат прекорачења ограничења брзине у насељу (%ПБ)
- проценат возача под утицајем алкохола (%ВА)

За сваки од наведених показатеља извршена је одговарајућа нормализација података применом:

- инверзне трансформације за директне показатеље и
- применом тзв. ненормализоване трансформације за индиректне показатеље, који су изражени у процентима.

Након тога је сваком од одговарајућих показатеља додељен припадајући тежински коефицијент добијен експертском методом:

- 0,23 за динамички саобраћајни ризик,
- 0,19 за јавни ризик,
- 0,18 за саобраћајни ризик,
- 0,17 за употребу сигурносних појасева,
- 0,15 за поштовање ограничења брзине и
- 0,08 за вожњу под утицајем алкохола.

## 9.1. ПРИМЕНА МОДЕЛА ЗА ОДАБРАНЕ ЗЕМЉЕ

### 9.1.1. ОЦЕНА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ЗА ОДАБРАНЕ ЗЕМЉЕ И МЕЂУСОБНО ПОРЕЂЕЊЕ

Примена модела је спроведена за одабране земље, за које је било могуће пронаћи све податке о релевантним показатељима за одређену годину. Изабрана је 2008. година и следеће земље: Аустрија, Француска, Ирска, Пољска, Словенија, Шведска, Велика Британија и Србија.

Сви подаци у вези релевантних показатеља, осим за Србију су преузети из IRTAD-овог извештаја (OECD/ITF, 2009) и 4.-тог извештаја PIN пројекта (ETSC, 2011).

За Србију су подаци о погинулим лицима преузети из званичне статистике Министарства унутрашњих послова, док су подаци о броју становника преузети на основу процене Републичког завода за статистику.

Податак о броју моторних возила у Србији је преузет такође из Републичког завода за статистику, док је пређена километража у Србији процењена на основу броја возила и просечне пређене километраже по возилу (20.000 km/годишње/возило). Резултати спроведених прорачуна оцене нивоа безбедности саобраћаја, заједно са вредностима показатеља, нормализованим вредностима показатеља и тежинским коефицијентима представљене су у Табели бр. 9.1.

Табела бр. 9.1 – Вредности показатеља, нормализоване вредности показатеља, тежински коефицијенти и оцена нивоа безбедности саобраћаја

	Аустрија	Француска	Ирска	Пољска	Словенија	Шведска	Велика Британија	Србија
JP	8,16	6,9	6,3	14,3	10,4	4,3	6,3	11,9
JPHB	0,123	0,145	0,159	0,070	0,096	0,233	0,159	0,084
TKJP	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
CP	1,16	1,1	1,1	2,8	1,7	0,7	0,8	5,32
CPHB	0,862	0,909	0,909	0,357	0,588	1,000	1,000	0,188
TKCP	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
DCP	8,97	8,1	5,7	9,1	17,2	5,1	5,7	26,6
DCPHB	0,111	0,123	0,175	0,110	0,058	0,196	0,175	0,038
TKDCP	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
%CP	87	98	90	80	88	95	95	55
%CPHB	0,87	0,98	0,9	0,8	0,88	0,95	0,95	0,55
TK%CP	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
%PB	51	45	57	81	84	53	49	50
%PBHB	0,49	0,55	0,43	0,19	0,16	0,47	0,51	0,5
TK%PB	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
%VA	5,8	3,3	3,2	9,5	5,8	0,8	16,3	5
%VAHB	0,942	0,967	0,968	0,905	0,942	0,992	0,837	0,95
TK%VA	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
ONBS	0,501	0,546	0,529	0,340	0,386	0,581	0,555	0,303
(ONBS)	средњи ниво	средњи ниво	средњи ниво	низак ниво	низак ниво	средњи ниво	средњи ниво	низак ниво

На основу оцене нивоа безбедности саобраћаја могуће је направити и ранг земаља по безбедности саобраћаја (Табела бр. 9.2).

Табела бр. 9.2 – Ранг земаља према оцени нивоа безбедности саобраћаја

ранг	земља	квантитативна оцена	квалитативна оцена
1	Шведска	0,581	средњи ниво
2	Велика Британија	0,555	средњи ниво
3	Француска	0,546	средњи ниво
4	Ирска	0,529	средњи ниво
5	Аустрија	0,501	средњи ниво
6	Словенија	0,386	низак ниво
7	Пољска	0,340	низак ниво
8	Србија	0,303	низак ниво

У наставку је дат графички приказ (спајдер графици) оцене нивоа безбедности саобраћаја за сваку земљу посебно, где је могуће уочити која земља мора посветити већу пажњу одређеној области у безбедности саобраћаја.



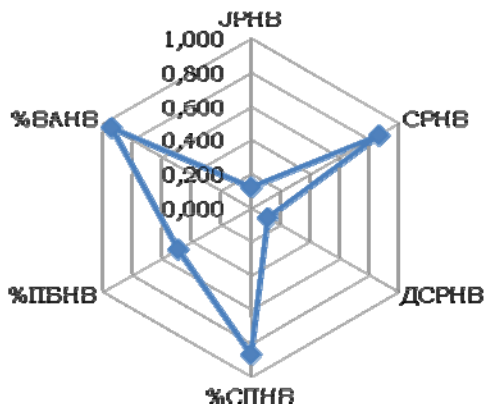


График бр. 9.1 – Спајдер график за Аустрију

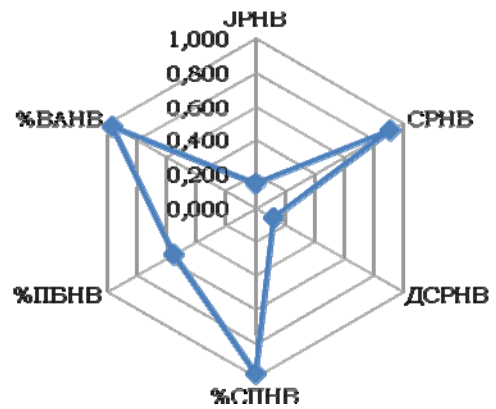


График бр. 9.2 – Спајдер график за Француску

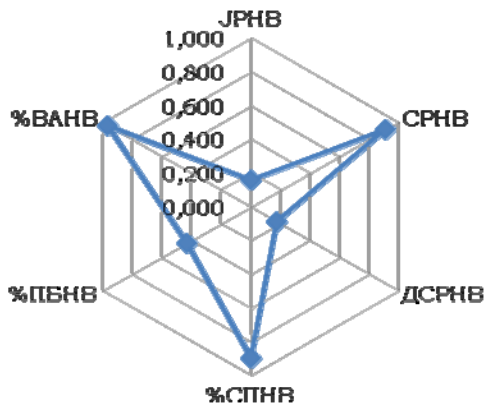


График бр. 9.3 – Спајдер график за Ирску

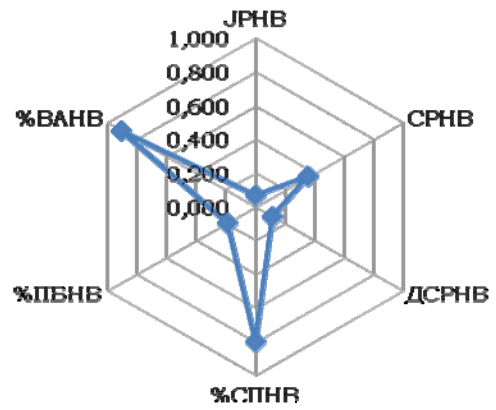


График бр. 9.4 – Спајдер график за Пољску

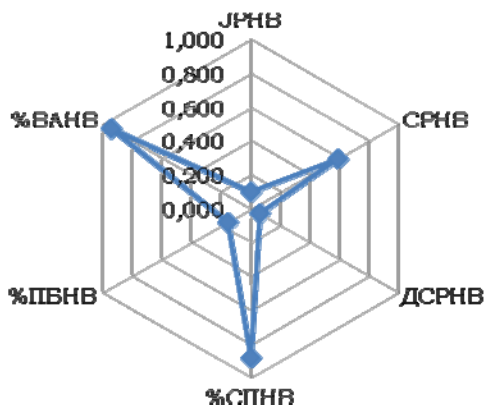


График бр. 9.5 – Спајдер график за Словенију

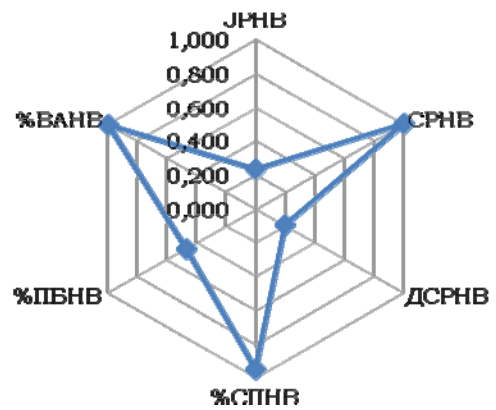


График бр. 9.6 – Спајдер график за Шведску

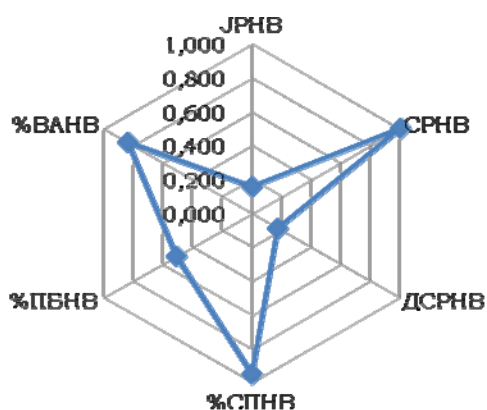


График бр. 9.7 – Спајдер график  
за Велику Британију

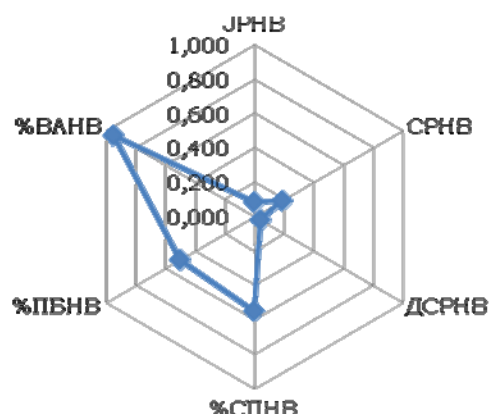


График бр. 9.8 – Спајдер график  
за Србију

### 9.1.2. ПРАЋЕЊЕ ТРЕНДА ОЦЕНЕ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ЗА ОДАБРАНЕ ЗЕМЉЕ

Праћењем тренда оцене нивоа безбедности саобраћаја омогућава се уочавање побољшања стања безбедности током времена и омогућава се увид у напредовање по питању појединих кључних области безбедности саобраћаја. За праћење тренда оцене нивоа безбедности саобраћаја одабране су две земље: Шведска и Србија. Период за који је вршена оцена нивоа безбедности саобраћаја је од 2006. до 2010. године. Подаци за Шведску су преузети из IRTAD-ових извештаја (OECD/ITF, 2009; OECD/ITF, 2010; OECD/ITF, 2011; OECD/ITF, 2012) и 4.-тог извештаја PIN пројекта (ETSC, 2011). Подаци за Србију о погинулим лицима су преузети из званичне статистике Министарства унутрашњих послова, док су подаци о броју становника преузети на основу процене Републичког завода за статистику. Податак о броју моторних возила у Србији је преузет такође из Републичког завода за статистику, док је пређена километража у Србији процењена на основу броја возила и просечне пређене километраже по возилу (20.000 km/годишње/возило). Прорачун оцене нивоа безбедности саобраћаја представљен је у Табели бр. 9.3 и на Графику бр. 9.9.

Табела бр. 9.3 – Тренд оцене нивоа безбедности саобраћаја за Шведску и Србију за период 2006-2010

	Шведска					Србија				
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
ЈР	4,9	5,2	4,3	3,9	2,8	12,1	13,1	11,9	11	9,1
ЈРНВ	0,204	0,192	0,233	0,256	0,357	0,083	0,076	0,084	0,091	0,110
ТКЈР	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
СР	1,1	1,1	0,7	0,7	0,5	5,26	5,76	5,32	4,33	3,74
СРНВ	0,909	0,909	1,000	1,000	1,000	0,190	0,174	0,188	0,231	0,267
ТКСР	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
ДСР	2,1	6	5,1	4,4	3,2	26,3	28,8	26,6	21,7	18,7
ДСРНВ	0,476	0,167	0,196	0,227	0,313	0,038	0,035	0,038	0,046	0,053
ТКДСР	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
%СП	94	96	95	96	96	55	50	55	70	75
%СПНВ	0,94	0,96	0,95	0,96	0,96	0,55	0,5	0,55	0,7	0,75
ТК%СП	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
%ПБ	55	54	53	30	29	55	55	50	45	45
%ПБНВ	0,45	0,46	0,47	0,7	0,71	0,45	0,45	0,5	0,55	0,55
ТК%ПБ	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
%ВА	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	6	6	5	5	5
%ВАНВ	0,991	0,992	0,992	0,992	0,992	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95
ТК%ВА	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
ОНБС	0,619	0,550	0,581	0,629	0,669	0,295	0,281	0,303	0,347	0,367
(ОНБС)	висок ниво	средњи ниво	средњи ниво	висок ниво	висок ниво	низак ниво	низак ниво	низак ниво	низак ниво	низак ниво

Посматрајући посебно сваку годину, могуће је уочити у којој области безбедности саобраћаја је одређена земља највише радила и шта је унапредила, а где је дошло до погоршања. На Графицима бр. 9.10 и бр. 9.11 приказани су тзв. спајдер дијаграми оцена нивоа безбедности саобраћаја за Шведску и Србију, респективно.

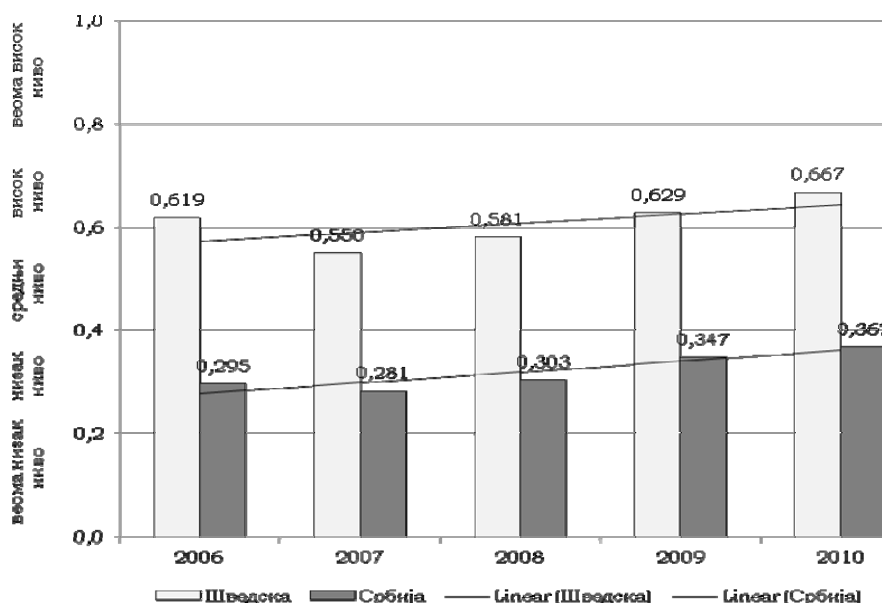


График бр. 9.9 – Тренд оцене нивоа безбедности саобраћаја за Шведску и Србију

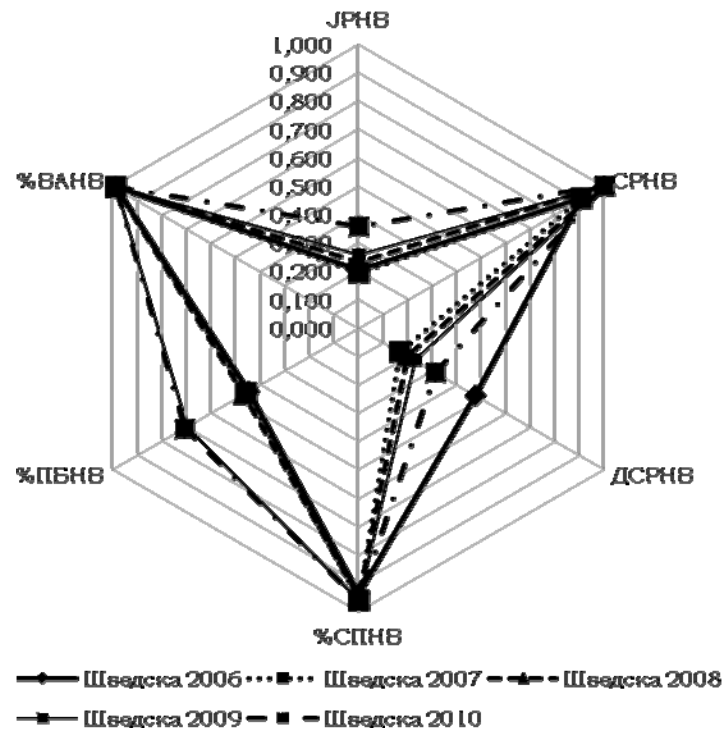


График бр. 9.10 – Спајдер график тренда оцене нивоа безбедности саобраћаја за Шведску

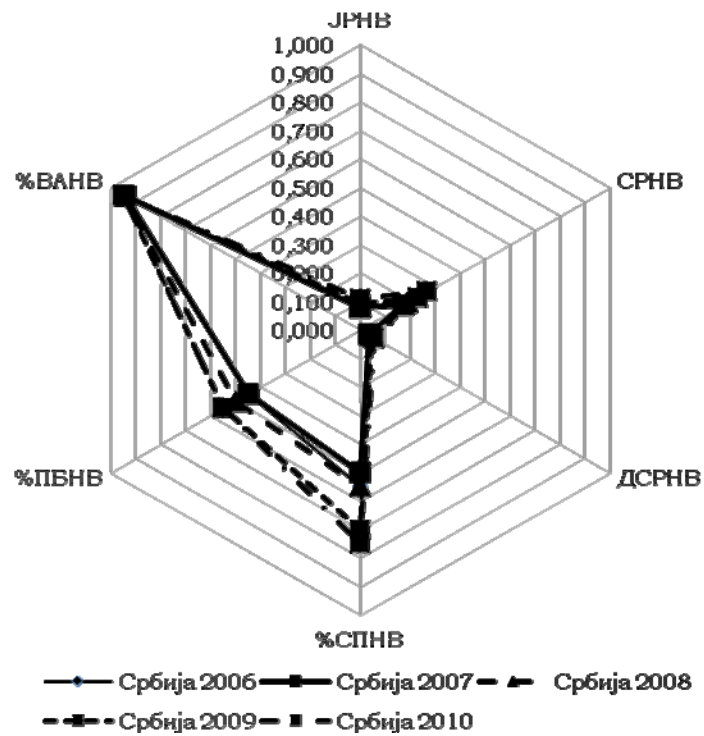


График бр. 9.11 – Спајдер график тренда оцене нивоа безбедности саобраћаја за Србију

### 9.1.3. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНЕ МОДЕЛА ЗА ОДАБРАНЕ ЗЕМЉЕ

Анализирајући добијене вредности оцена нивоа безбедности саобраћаја – ОНБС, може се закључити да су на нивоу 2008. године већина земаља имале или низак ниво безбедности саобраћаја (Пољска, Словенија и Србија) или средњи ниво безбедности саобраћаја (Аустрија, Француска, Ирска, Шведска и Велика Британија), практично издвојиле су се две групе земаља. Анализирајући Табелу бр. 9.2 могу се међусобно упоредити земље по нивоу безбедности саобраћаја и може се закључити да је Шведска најбезбеднија од анализираних земаља, док је Србија најнебезбеднија.

Спајдер графици су визуелно показали да већина земаља које су оцењене са средњим нивоом безбедности саобраћаја имају могућност унапређења безбедности саобраћаја и укупне оцене нивоа безбедности саобраћаја деловањем на јавни ризик, динамички саобраћајни ризик и на прекорачење ограничења брзине. Са друге стране, земље које су оцењене са ниским нивоом безбедности саобраћаја, осим претходно наведених имају могућност унапређења безбедности саобраћаја и кроз све друге области.

Због боље визуелизације добијених вредности оцена нивоа безбедности саобраћаја и успостављеног тренда у безбедности саобраћаја неопходно је резултате представити графиком. Може се закључити (График бр. 9.9) да је у обе земље успостављен позитиван тренд побољшања нивоа безбедности саобраћаја. Такође, може се закључити да је Шведска од 2009. године, према оцени нивоа безбедности саобраћаја, од земље са средњим нивоом постала земља са високим нивоом безбедности саобраћаја, док се Србија, са друге стране, још увек налази у групи са ниским нивоом безбедности саобраћаја, али тежи да пређе у групу са средњим нивоом безбедности саобраћаја.

Анализирајући спајдер дијаграм (График бр. 9.10) за Шведску може се закључити да је Шведска од 2007. године успела да побољша нормализоване вредности свих ризика скоро дупло.

Такође, Шведска је значајно смањила проценат прекорачења ограничења брзине. Могућности унапређења безбедности саобраћаја у Шведској и даље леже у смањењу ризика, односно броју смртно страдалих лица у саобраћају, као и у повећању процента поштовања ограничења брзине.

Са друге стране, Србија је јавне ризике смањила за око 30%, повећала употребу сигурносних појасева за око 25%, док је незнатно смањила непоштовање ограничења брзине и вожњу под утицајем алкохола. За разлику од Шведске, Србија има много места за унапређење безбедности саобраћаја, тако рећи у свим областима.

Може се закључити да оцена нивоа безбедности саобраћаја, осим што је дала могућност дефинисања стања безбедности саобраћаја појединачних земаља, створила је могућност да се укаже на потенцијалне могућности унапређења безбедности саобраћаја, за сваку од анализираних земаља. Управо ова могућност, да укаже на потенцијалне проблеме у безбедности саобраћаја, је био један од примарних циљева развоја новог модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја (ОНБС).

## 9.2. ПРИМЕНА МОДЕЛА ЗА ОДАБРАНЕ ГРАДОВЕ

С обзиром да је предложени модел оцене нивоа безбедности саобраћаја предвиђен за примену на свим подручјима, у наставку ће бити приказан нумерички пример оцене нивоа безбедности саобраћаја и за одабране градове.

Подаци који ће бити коришћени у оцени нивоа безбедности саобраћаја за градове су подаци који су већ коришћени код тестирања TSL и ROSA модела за оцењивање нивоа безбедности саобраћаја у тачки "4. Анализа и дискусија модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја". Дакле, биће искоришћени подаци за градове бивше Југославије: Београд, Загреб, Љубљану, Сарајево, Скопље и Подгорицу.

### 9.2.1. ТЕСТИРАЊЕ МОДЕЛА ЗА ОДАБРАНЕ ГРАДОВЕ

Примењујући предложени модел за оцену нивоа безбедности саобраћаја на податке о релевантним показатељима за одабране градове, може се дефинисати стање нивоа безбедности саобраћаја у тим градовима. Резултати спроведених прорачуна оцене нивоа безбедности саобраћаја за одабране градове дати су у Табели бр. 9.4.

Табела бр. 9.4 – Оцена нивоа безбедности саобраћаја за одабране градове

	Љубљана	Подгорица	Београд	Скопље	Загреб	Сарајево
ЈР	18	18	15	9	23	12
ЈРНВ	0,056	0,056	0,067	0,111	0,043	0,083
ТКЈР	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
СР	4,90	11,70	6,50	4,30	9,70	6,70
СРНВ	0,204	0,085	0,154	0,233	0,103	0,149
ТКСР	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
ДСР	3	8	5	10	4	12
ДСРНВ	0,333	0,125	0,200	0,100	0,250	0,083
ТКДСР	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
%СП	7	4	7	4	5	3
%СПНВ	0,07	0,04	0,07	0,04	0,05	0,03
ТК%СП	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
%ПБ	20	23	15	20	20	27
%ПБНВ	0,80	0,77	0,85	0,80	0,80	0,73
ТК%ПБ	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
%ВА	7	11	7	13	11	12
%ВАНВ	0,93	0,89	0,93	0,87	0,89	0,88
ТК%ВА	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
ОНБС	0,330	0,248	0,300	0,282	0,284	0,247
(ОНБС)	низак ниво	низак ниво	низак ниво	низак ниво	низак ниво	низак ниво

На основу оцене нивоа безбедности саобраћаја могуће је направити и ранг градова по нивоу безбедности саобраћаја (Табела бр. 9.5), као и одговарајуће спајдер графике (Графици бр. 9.12, бр. 9.13, бр. 9.14, бр. 9.15, бр. 9.16 и бр. 9.17).

Табела бр. 9.5 – Ранг градова према оцени нивоа безбедности саобраћаја

ранг	земља	квантитативна оцена	квалитативна оцена
1	Љубљана	0,330	низак ниво
2	Београд	0,300	низак ниво
3	Загреб	0,284	низак ниво
4	Скопље	0,282	низак ниво
5	Подгорица	0,248	низак ниво
6	Сарајево	0,247	низак ниво

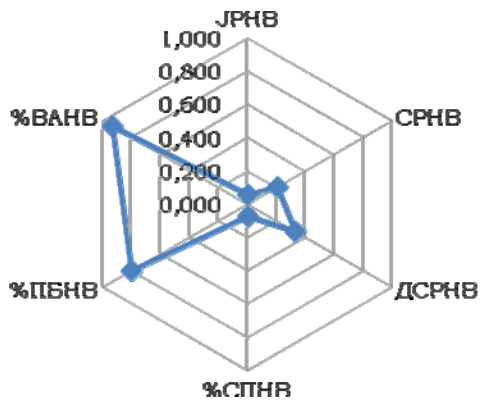


График бр. 9.12 – Спајдер график за Љубљану

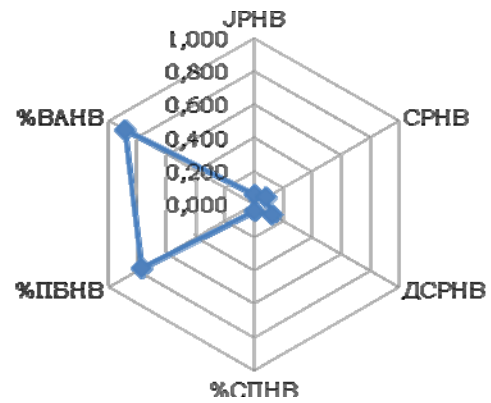


График бр. 9.13 – Спајдер график за Подгорицу

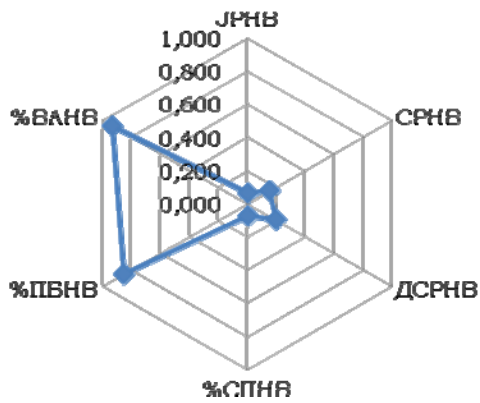


График бр. 9.14 – Спајдер график за Београд

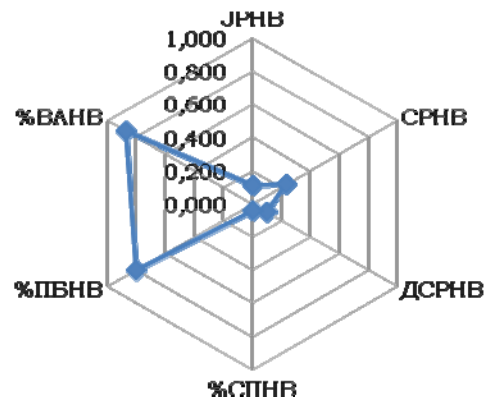


График бр. 9.15 – Спајдер график за Скопље

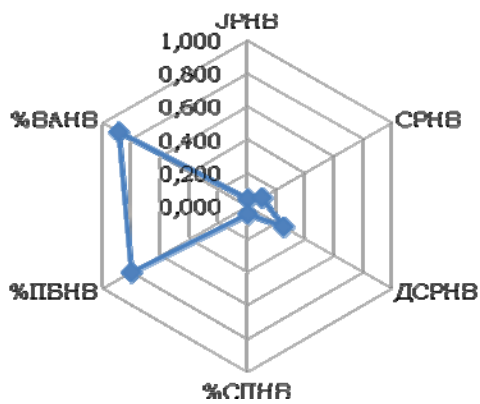


График бр. 9.16 – Спајдер график за Загреб

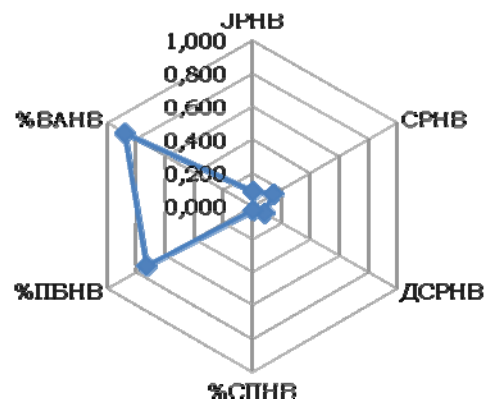


График бр. 9.17 – Спајдер график за Сарајево



### 9.2.2. УПОРЕДНА АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНЕ ОНБС, TSL И ROSA МОДЕЛА

Пример оцене нивоа безбедности саобраћаја за градове је за исте податке спроведен већ раније применом тзв. TSL и ROSA модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја и то у тачки "4. Анализа и дискусија модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја". У тој тачки дискутоване су предности и недостаци TSL и ROSA модела за оцењивање безбедности саобраћаја, почев од једноставности примене, као основне предности, до немогућности независног оцењивања, као основног недостатка, за оба модела. У наставку ће бити приказана упоредна анализа резултата оцењивања применом управо TSL и ROSA модела са применом новог предложеног модела.

У Табели бр. 9.6 упоредо су дате оцене нивоа безбедности саобраћаја добијене применом TSL и ROSA модела и применом новог предложеног ОНБС модела. Посебно треба напоменути да нови модел врши оцењивање тако што већа вредност ОНБС означава и већу безбедност саобраћаја анализираниог подручја, за разлику од TSL и ROSA модела, који мањом вредношћу добијене оцене указују на већу безбедност саобраћаја.

Табела бр. 9.6 – Упоредна анализа оцена нивоа безбедности саобраћаја добијених применом ОНБС, TSL и ROSA модела

град	ранг	ОНБС	(ОНБС)	ранг	TSL	(TSL)	ранг	ROSA
Љубљана	1	0,330	низак ниво	1	4,19	висок ниво	3	4,6
Београд	2	0,300	низак ниво	3	5,00	средњи ниво	2	4
Загреб	3	0,284	низак ниво	5	6,22	низак ниво	6	8
Скопље	4	0,282	низак ниво	4	5,62	средњи ниво	1	1
Подгорица	5	0,248	низак ниво	2	4,69	висок ниво	5	6,4
Сарајево	6	0,247	низак ниво	6	6,77	низак ниво	4	4,8

Анализом добијених оцена може се закључити да постоје значајне разлике у оценама применом сва три модела. Посебно се истиче разлика између ROSA и остала два модела, јер су градови који су према ROSA моделу позиционирани у другој половини ранг листе, према остала два модела позиционирани у првој половини.

За проверу колико су слични, односно различити резултати у оцени нивоа безбедности саобраћаја постигнути, спроведено је статистичко тестирање, применом тзв. Кендал тау-б (eng. Kendall's tau b) коефицијента корелације (Табела бр. 9.7).

Табела бр. 9.7 – Корелација рангова оцена нивоа безбедности саобраћаја добијених различитим моделима

			ОНБС ранг	TSL ранг	ROSA ранг
Kendall's tau_b	ОНБС ранг	коефицијент корелације	-	0,467	0,067
		ниво значајности	-	0,094	0,425
	TSL ранг	коефицијент корелације	0,467	-	0,067
		ниво значајности	0,094	-	0,425
	ROSA ранг	коефицијент корелације	0,067	0,067	-
		ниво значајности	0,425	0,425	-

### 9.2.3. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНЕ МОДЕЛА ЗА ОДАБРАНЕ ГРАДОВЕ

Слично као и за земље, након добијених оцена нивоа безбедности саобраћаја могуће је извршити и међусобно поређење градова. Може се уочити да сви градови имају низак ниво безбедности саобраћаја, а што је и било очекивано, јер су подаци о релевантним показатељима из 1995. године. Анализирајући добијене вредности оцена нивоа безбедности саобраћаја – ОНБС, може се закључити да би на нивоу 1995. године Љубљана била најбезбеднији град од анализираних градова, док би најнебезбеднији град био Сарајево. Стављајући у релативан однос квантитативне оцене нивоа безбедности саобраћаја, може се закључити да су Љубљана и Београд за преко 20% безбеднији у односу на најнебезбеднији град (Сарајево) и у овом случају би се могло рећи да су се међу анализираним одабраним градовима издвојиле две групе, без обзира што сви градови имају квалитативну оцену "низак ниво".

Анализирајући спајдер графике за одабране градове, може се закључити да су сви графици врло слични и да сви градови имају места значајном унапређењу нивоа безбедности саобраћаја кроз побољшање, на првом месту, вредности показатеља који описују ризике, а затим и кроз побољшање употребе сигурносних појасева.

Такође, постоји простора за унапређењем и остала два показатеља (поштовање брзине и вожња под утицајем алкохола). Може се закључити да је добијена оцена нивоа безбедности саобраћаја за одабране градове реална и да су сви градови реално и оправдано оцењени са ниским нивоом безбедности саобраћаја.

Коефицијент корелације повезаности TSL, ROSA и ОНБС модела је показао да је нешто већа корелација између новог предложеног модела и TSL модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја, док је корелација претходно два наведена са ROSA моделом скоро занемарљива. Разлози оваквих разлика могу се тумачити управо највећим недостатком TSL и ROSA модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја, а то је да оба модела подразумевају дефинисање нормализованих вредности кроз повезивање вредности тог показатеља са подацима свих осталих подручја. Због оваквог начина прорачуна, TSL и ROSA модели дају различите излазне резултате, ако се у скуп анализираних подручја дода или одузме неко или више подручја. Управо повезивање вредности показатеља више подручја, код нормализовања вредности показатеља, при примени TSL и ROSA модела, не дозвољава да се прорачун спроведе уколико не постоје најмање два подручја, која ће се међусобно поредити.

Са друге стране, ОНБС модел омогућава тзв. "независно оцењивање", јер није неопходно да постоје подаци за више подручја како би се спровело оцењивање. Због одабраних начина нормализације података код ОНБС модела омогућено је и независно оцењивање. Из тог разлога је нови предложени модел (ОНБС) погоднији за примену у оцењивању нивоа безбедности саобраћаја, у поређењу са TSL и ROSA моделима.

Како нови предложени модел, ОНБС, повезује и директне и индиректне показатеље безбедности саобраћаја, а TSL и ROSA модели користе само директне показатеље, такође је за очекивати да се излазни резултати разликују. Веће слагање TSL модела са новим предложеним моделом, за разлику од ROSA модела, може се тумачити већим бројем показатеља који TSL модел користи за оцену нивоа безбедности саобраћаја, па је самим тим и приближнији реалној оцени нивоа безбедности саобраћаја.

По питању приближности оцене реалном стању у безбедности саобраћаја, неопходно је напоменути још и да је оцена "низак ниво" добијена применом ОНБС модела приближнија стварном стању у безбедности саобраћаја у анализираним градовима, него што је то добијено применом TSL и ROSA моделима. Наиме, за очекивати је да ако неко подручје има јавни ризик преко 10, а остала два ризика преко 5 и ако то подручје има занемарљив проценат употребе сигурносних појасева, да има оцену "низак ниво", а не неку већу.

И на крају, поредећи сва три модела, оправдано се поставља питање адекватног одабира релевантних показатеља код TSL и ROSA модела. Са једне стране, одабрани релевантни показатељи не могу да укажу области у безбедности саобраћаја, којима треба посветити већу пажњу, а са друге стране, одабиром само директних показатеља, који су, по правилу, међусобно у јакој корелативној вези, доводи се у питање правилан избор релевантних показатеља.

Аутори оба модела (TSL и ROSA) су, по свом мишљењу, изабрали релевантне показатеље и сами смислили нормализационе технике, без посебне објективне (статистичке) анализе оправданости примене управо тих релевантних показатеља и управо тих нормализационих техника, па се доводи у питање поузданост адекватног избора релевантних показатеља.

Нови предложени модел за оцену нивоа безбедности саобраћаја, ОНБС, "не болује" од недостатака које имају TSL и ROSA модели и свеобухватно посматрано, може се закључити да је нови предложени модел прикладнији за оцењивање нивоа безбедности саобраћаја на подручју у односу TSL и ROSA моделе.

# 10.

## АНАЛИЗА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА

Циљ ове докторске дисертације је да, сагледавајући досадашње трендове у мерењима и оцењивањима нивоа безбедности саобраћаја, развије нови модел за оцењивање нивоа безбедности саобраћаја (ОБНС) који би омогућио тзв. "независно оцењивање". Досадашња истраживања и модели за оцену нивоа безбедности саобраћаја (нпр. Hermans et al, 2009 – Road safety index; Gitelman et al, 2010 – Composite road safety indicator; Wegman et al, 2010 – Road safety composite index; Al-Haji, 2007 – Road safety development index) су конципирани тако да користе или директне или индиректне показатеље, или пак комбинују директне и индиректне показатеље у индекс, који представља оцену нивоа безбедности саобраћаја. Међутим, сви ти модели су тзв. зависни модели, јер подразумевају комбиновање показатеља више подручја истовремено. До сада у свету представљени модели за оцену нивоа безбедности саобраћаја, у прорачун укључују податке о показатељима за најмање два подручја и оцена је прецизнија ако је укључен већи број подручја у оцењивање.

Досадашњи модели омогућавају само међусобно поређење посматраних подручја, односно релативно дефинисање стања безбедности саобраћаја неког подручја. Апсолутно рангирање одређеног подручја нпр. у безбедно, небезбедно и слично коришћењем до сада развијених модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја није могуће. Осим тога, постојећи модели имају недостатке и у том смислу што су осетљиви на промене улазних података, па уколико се на пример, једно од претходно посматраних подручја искључи из даљих анализа, или пак дода неко сасвим друго подручје, крајњи резултат ће се променити.

Циљ развијања новог модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја је да сагледа предности и недостатке до сада развијених модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја и да омогући независно, тј. апсолутно оцењивање нивоа безбедности саобраћаја. Још један од циљева, који треба да испуни нови модел за оцену нивоа безбедности саобраћаја, је да пружи алат доносиоцима одлука и управљачима безбедности саобраћаја да сагледају кључне области и главне проблеме у безбедности саобраћаја, како би ефикасно алоцирали средства за унапређење безбедности саобраћаја. Имајући претходно наведено у виду, очигледни су били мотиви развијања новог модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја.

Нови модел, по угледу на већ развијене моделе, има неколико корака у спровођењу. Ти кораци су изузетно важни за ефикасно и прецизно оцењивање нивоа безбедности саобраћаја, почев од одабира релевантних показатеља, преко додељивања тежинских коефицијената, до агрегације показатеља у један индекс.

Одабир релевантних показатеља мора бити и објективан и субјективан. Неопходно је утврдити да ли постоји и у којој мери зависност релевантног показатеља и последица саобраћајних незгода, са једне стране, а са друге стране, неопходно је, са субјективног аспекта, показати да ли се нека од области безбедности саобраћаја фаворизује у односу на друге.

Највећу, кључну улогу у дефинисању и креирању независног оцењивања имају кораци: нормализација вредности показатеља и додељивање тежинских коефицијената.

Правилним одабиром нормализационих техника, а имајући у виду и врсту података и показатеља, могуће је креирати у крајњем излазу независно оцењивање нивоа безбедности саобраћаја. Ово је изузетно важно јер се омогућава да се једно подручје оцени, са аспекта нивоа безбедности саобраћаја, без познавања вредности показатеља других подручја.

Кроз додељивање тежинских коефицијената, применом такође адекватних техника, може се утицати на крајњу независну оцену, али и показати стратешко опредељење за деловање у безбедности саобраћаја.

Креирањем одговарајуће скале, новим моделом, за дефинисање квалитативне оцене нивоа безбедности саобраћаја, омогућено је петостепено дефинисање нивоа безбедности саобраћаја. Подручја, за која се врши оцена нивоа безбедности саобраћаја, могу се дефинисати од подручја са веома високим нивоом безбедности саобраћаја до подручја са веома ниским нивоом безбедности саобраћаја.

Такође, значајан допринос у односу на претходно дефинисане моделе је то што су кроз модел предложене технике за превазилажење одређених проблема код оцењивања нивоа безбедности саобраћаја, као што су проблем података који недостају, или проблем увођења нових показатеља у оцену нивоа безбедности саобраћаја итд.

Након детаљно представљеног модела у претходним тачкама и приказаног функционисања модела могуће је извести одређене закључке и уочити предности, недостатке и могућности даљег унапређења предложеног модела.

У овом поглављу ће бити приказани и дискутовани захтеви које тражи сама примена модела, могућности предложеног модела и резултати које је показала примена модела, са освртом на стање безбедности саобраћаја према званичним светским извештајима (нпр. IRTAD-ови извештаји).

Предности и недостаци предложеног модела биће систематизовани и кроз тзв. SWOT анализу.

## 10.1. АНАЛИЗА УСЛОВА И ОГРАНИЧЕЊА ПРИМЕНЕ ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА

Посматрајући кораке предложеног модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја, који су детаљно образложени у претходном делу овог рада, може се извести општи закључак да сваки од корака захтева одређене предуслове који морају бити испуњени како би се уопште применио модел.

Поступак одабира релевантних показатеља спроводи се из неколико поткорака. Прво се врши одабир шире листе могућих релевантних показатеља. Наиме, неопходно је из низа показатеља безбедности саобраћаја, којих има на стотине, дефинисати листу показатеља који би уопште могли да се користе код оцењивања нивоа безбедности саобраћаја. Због тога је потребан услов, али и основно ограничење за спровођење овог корака доступност показатеља безбедности саобраћаја.

Доступност се везује за адекватне базе података у којима се налазе неопходни подаци, али и за истраживања на основу којих се долази до неопходних података. Осим тога, потребно је да подаци буду и квалитетни, дакле да се на првом месту односе на појаву коју описују (на пример, шта означава "смртно страдали у саобраћајној незгоди", шта означава када постоји податак да је "процент употребе сигурносних појасева 90%" итд). Основно ограничење у овом кораку, код добијања тзв. шире листе могућих релевантних показатеља јесте управо велики број показатеља које треба испитати са аспекта доступности и квалитета података, јер то изискује време и рад на спровођењу тих активности.

Треба истаћи да је за поједина подручја већина података у вези показатеља безбедности саобраћаја доступна и квалитетна, и то се односи углавном на развијене земље, док је код неразвијених земаља та ситуација дијаметрално супротна. Дакле, подаци или не постоје или су неквалитетни, па је пре њихове употребе потребно детаљно испитати захтеване услове и критеријуме за избор шире листе могућих релевантних показатеља.



Након одабира шире листе могућих релевантних показатеља, неопходно је објективним методом, одговарајућим статистичким техникама утврдити зависност између вредности показатеља и саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода. На овај начин се листа могућих релевантних показатеља додатно "скраћује" и добија се тзв. ужа листа могућих релевантних показатеља. Основни услов, који се поставља код спровођења овог корака, је да постоји довољан узорак који ће испитати статистичке зависности. У зависности од величине узорка, и уопште у зависности од постојања узорка, примениће се различите статистичке технике за утврђивање међусобне зависности показатеља и последица незгода.

Ограничења која се јављају су управо величина узорка, али и адекватан избор статистичких техника за дефинисање зависности. Код одабира одговарајућих статистичких техника треба поћи од тога да се модел креира и за примену од стране доносиоца одлука и управљача безбедности саобраћаја, који по правилу не морају да поседују специфична знања из области статистике.

Неопходно је имати у виду и чињеницу да је број пријављених последица, односно број евидентираних последица саобраћајних незгода процентуално већи ако су последице теже (смртно страдала и тешко повређена лица у односу на лако повређена лица и незгоде само са материјалном штетом). Из тог разлога требало би спровести одговарајуће статистичке анализе, у циљу утврђивања зависности вредности показатеља са последицама саобраћајних незгода, које су по правилу теже, јер модел неће дати поуздане резултате, ако се узму у обзир мање последице саобраћајних незгода, а што је такође ограничење у примени модела. Резултате оцењивања, спроведене са подацима о незгодама са мањим последицама, треба прихватити са одређеном дозом ограничења због претходно наведених разлога.

Пре дефинисања уже листе могућих релевантних показатеља, а након утврђивања статистичких зависности показатеља и последица саобраћајних незгода, неопходно је анализирати колика је међусобна зависност остварена. Проблем на који се може наићи је тај што ће поједина подручја, за одређене показатеље, дати већи степен слагања и међусобне зависности са последицама саобраћајних незгода, у односу на нека друга подручја.

Пример би био употреба дневних светала, где је показано да за Аустрију постоји велика међусобна корелативна зависност употребе дневних светала са последицама саобраћајних незгода, за разлику од, на пример, Финске, где је показано да је зависност употребе дневних светала са последицама незгода мала. Дакле, осим што би се статистичким техникама показале међусобне зависности вредности показатеља са последицама незгодама, неопходно је узети у обзир и друге околности и донети одлуку о крајњем избору показатеља у ужу листу релевантних показатеља.

Након одабира уже листе могућих релевантних показатеља, следећи корак, а уједно и последњи у одабиру релевантних показатеља, дефинише тзв. коначну листу релевантних показатеља. У овом кораку субјективни фактор, тзв. експертска оцена, утиче на крајњи избор. "Увлачење" субјективног фактора у оцену нивоа безбедности саобраћаја, са једне стране, треба да верификује правилан избор релевантних показатеља на основу претходно примењене објективне, статистичке методе, а са друге стране, представља могућност субјективног утицаја на стратешко управљање безбедношћу саобраћаја. Ово је изузетно важан корак у дефинисању релевантних показатеља безбедности саобраћаја, јер се од стране субјективног фактора, експерата, стручне и најшире јавности, показује спремност за деловање ка унапређењу неке од кључних области безбедности саобраћаја. Ограничење, у овом делу, би могло бити избор одговарајуће технике за спровођење експертске оцене (Composite rank, ВА, АНР итд). Поједине технике које захтевају детаљније прорачуне су прецизније. Међутим, како је основна идеја да се предложени модел може применити и од стране оних корисника, који не поседују специфична знања из области статистике, то ствара могућност да се на рачун добијања нешто мање прецизности резултата изабере нешто једноставније технике. У раду је показано да су разлике у прецизности занемарљиве и да тзв. простије технике могу такође дати задовољавајуће резултате.

Након одабира релевантних показатеља, у циљу "спајања" вредности показатеља у један индекс, који би представљао оцену нивоа безбедности саобраћаја, неопходно је вредности показатеља свести на исту скалу.

Свођење вредности показатеља на исту скалу се спроводи одговарајућим техникама нормализације вредности показатеља, а правилан одабир техника нормализације вредности показатеља омогућиће да се показатељи могу спојити у индекс и да тако добијена вредност оцене нивоа безбедности саобраћаја представља независну оцену. У предложеном моделу неопходно је нормализовати вредности показатеља на скали од 0 до 1. Како би се испунио услов независног оцењивања, примењене су тзв. инверзна и "ненормализована" трансформација вредности показатеља, у зависности да ли се вредности показатеља изражавају у јединичним вредностима или у процентима.

Ненормализована трансформација је практично проста линеарна трансформација која проценте линеарно претвара у вредности на скали од 0 до 1. Са друге стране, инверзна трансформација, није проста линеарна трансформација и на неки начин фаворизује показатеље који показују боље перформансе безбедности саобраћаја. Уважавајући и остале постојеће технике трансформације, односно нормализације података, инверзна трансформација је ипак дала најбоље резултате, посебно у погледу услова независног оцењивања.

Како је након нормализовања вредности показатеља сада могуће исте спојити у један индекс, поставља се питање да ли сви показатељи имају једнаку значајност, односно утицај на оцену нивоа безбедности саобраћаја. Имајући у виду да је и експертска оцена показала да то није случај, онда је неопходно сваком од показатеља доделити одговарајући тежински коефицијент, који би показао значај сваког показатеља понаособ.

Предложени модел је одабрао "расподелу буџета" као најједноставнију и довољно прецизну методу за додељивање тежинских коефицијената. Основно ограничење у овом делу се односи на правилан избор и избор довољног броја експерата, који су учествовали у "раподели буџета". У будућности би требало тежити ка повећању броја експерата и укључивању доносиоца одлука и управљача безбедности саобраћаја у технике додељивања тежинских коефицијената, јер би се на тај начин повећала поузданост добијених резултата.

Један од последњих корака у моделу је "спајање", односно агрегација вредности показатеља, који су претходно нормализовани и којима је претходно додељен одговарајући тежински коефицијент. Од познатих техника, проста линеарна агрегација се показала као најбоља, јер није осетљива на промене података на улазу, посебно на податке који недостају, за разлику од, на пример, геометријске агрегације. Геометријска агрегација, за разлику од линеарне, има могућност елиминисања проблема компензације лоших резултата неких показатеља, добрим резултатима других показатеља, али је изузетно осетљива на промене на улазу, па је одлучено да се вредности показатеља "споје" линеарном агрегацијом.

Проблем компензирања лоших и добрих резултата показатеља је, у овом тренутку, превазиђен управо субјективним утицајем кроз додељивање тежинских коефицијената и кроз фаворизовање, односно нефаворизовање одређених показатеља у укупној оцени нивоа безбедности саобраћаја. У моделу је показано да директни показатељи треба да учествују са 60% у укупној оцени нивоа безбедности саобраћаја, а индиректни показатељи са 40% у укупној оцени. Како је одабрано по три директна и три индиректна показатеља између којих постоје извесне разлике, то се кроз те разлике на неки начин елиминише утицај компензације лоших и добрих резултата показатеља.

Након извршене агрегације показатеља добија се један број (индекс), односно тзв. квантитативна оцена нивоа безбедности саобраћаја. Како би се нумеричка вредност оцене нивоа безбедности саобраћаја лакше схватила и разумело њено значење, предложена је скала за квалитативно оцењивање нивоа безбедности саобраћаја. Скала на сваких 0,2 оцене, почев од 0 до 1, има укупно пет градација оцене, почев од подручја са веома ниским нивоом безбедности саобраћаја, до подручја са веома високим нивоом безбедности саобраћаја. Основно ограничење у овом кораку оцењивања нивоа безбедности саобраћаја је правилан избор скале, односно опсега за сваку од градација. Градација у предложеном моделу је извршена по принципу једнаких класа и узета је петостепена градација као довољно детаљна, а са друге стране, не превише оптерећујућа, а по угледу на већ често коришћене скале оцена (нпр. Ликертова скала оцене најчешће има пет градација).

Свеобухватно посматрано, примена модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја је могућа ако су подаци доступни, квалитетни, ако се примене одговарајуће статистичке анализе утврђивања међусобних зависности показатеља и последица саобраћајних незгода и ако се примене одговарајуће технике нормализације вредности показатеља, додељивања тежинских коефицијената и агрегације показатеља. Са друге стране, основна ограничења су иста: недоступност и квалитет података и одабир адекватних техника за нормализацију вредности показатеља, додељивање тежинских коефицијената и агрегацију показатеља.

## 10.2. АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ ОЦЕЊИВАЊА НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ПРЕДЛОЖЕНИМ МОДЕЛОМ

Већ је раније поменуто да је модел развијен како би се могла вршити оцена нивоа безбедности саобраћаја на свим нивоима, дакле без обзира о ком подручју се ради (земља, град, општина итд). Међутим, могући проблеми код оцењивања нивоа безбедности саобраћаја се могу јавити код подручја која не поседују одређене податке, једноставно податак је недоступан, или су ти подаци такви да је њихова вредност једнака нули (нпр. број погинулих).

Превазилажење проблема података који недостају је већ раније детаљно образложен и дат је предлог за његово превазилажење. Укратко, ако подаци о неком релевантном показатељу на постоје, онда је најбоље те податке проценити путем интерполације, која би била заснована на претходно утврђеној зависности између вредности тог показатеља који недостаје и последица саобраћајних незгода. На примеру је раније показано да су евентуалне грешке у процени података добијених интерполацијом релативно мале и прихватљиве, са аспекта оцењивања безбедности саобраћаја, и да ће те грешке занемарљиво утицати на крајњу оцену. Други проблем, код оцењивања је да неко подручје нема смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама. Тада се овај проблем може решити на два начина.

Први је да се прорачун ипак спроведе за такве податке, што је и препорука. У том случају би вредности показатеља, у вези ризика, били једнаки нули, а нормализоване вредности тих показатеља би биле једнаке јединици. Подручје са вредностима показатеља у вези ризика једнаким нули би се могло, са аспекта ризика, сматрати безбедним, јер нема погинулих у саобраћајним незгодама, а највећи утицај на оцену нивоа безбедности саобраћаја би имала остала три релевантна показатеља (појасеви, брзина и алкохол). Други начин је да се прорачун спроведе за ризике израчунате на основу тешко повређених лица, јер је показана изузетно велика статистичка повезаност броја смртно страдалих и броја тешко повређених лица у незгодама, при чему онда то треба нагласити као ограничење.

Сагледавајући могућности предложеног модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја, може се сумирати да предложени модел има могућност оцењивања нивоа безбедности саобраћаја за следећа подручја:

- региони,
- земље,
- градови,
- општине,
- месне заједнице и
- сва остала подручја.

Посебно треба истаћи да предложени модел даје могућност међусобног поређења између различитих подручја, а што су испуњавали и сви до сада предложени модели. Наиме, након израчунате оцене нивоа безбедности саобраћаја за, на пример, три подручја, једноставним поређењем те три вредности може се упоредити које од подручја је безбедније. Још једна, не тако занемарљива, предност предложеног модела је и то што даје могућност поређења различитих врста подручја, на пример могуће је поредити земљу са градом (на пример Србија и Београд). Посебно је ово значајно ако се посматра мања целина, односно мање подручје у оквиру неког већег подручја, па је могуће упоредити да ли је то подручје само по себи безбедније од целине којој припада. На пример, могућ је случај да Београд буде безбеднији, са аспекта оцене нивоа безбедности саобраћаја, у односу на Србију.

Изузетно важно је нагласити да подаци, који учествују у оцењивању нивоа безбедности саобраћаја, не морају да се односе на период од годину дана или сличан већи период, већ је оцењивање могуће спровести и за друге мање периоде, на пример месеце. Ово даје још једну могућност, а то је да се, осим чешћег оцењивања нивоа безбедности саобраћаја, могу пратити и ефекти евентуално примењених мера у безбедности саобраћаја. Наравно да се ефекти могу пратити и на годишњем нивоу и ако се укаже потреба да се непосредно након примене мера изврши евалуација.

На крају, може се сумирати да предложени модел има:

- могућност независног оцењивања нивоа безбедности саобраћаја различитих подручја,
- могућност међусобног поређења нивоа безбедности саобраћаја различитих подручја,
- могућност уочавања проблема, односно кључних области деловања у безбедности саобраћаја и
- могућност мерења ефеката примењених мера.

### 10.3. УПОРЕДНА АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНЕ ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА И ИЗВЕШТАЈА О БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Резултати примене предложеног модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја на одабране земље за 2008. годину представљени су у Табели бр. 10.1.

Табела бр. 10.1 – Оцена нивоа безбедности саобраћаја за одабране земље

земља	квантитативна оцена	квалитативна оцена	ранг
Шведска	0,581	средњи ниво	1
Велика Британија	0,555	средњи ниво	2
Француска	0,546	средњи ниво	3
Ирска	0,529	средњи ниво	4
Аустрија	0,501	средњи ниво	5
Словенија	0,386	низак ниво	6
Пољска	0,340	низак ниво	7
Србија	0,303	низак ниво	8

Може се закључити да су се издвојиле две групе земаља према оцени нивоа безбедности саобраћаја (График бр. 6.1). У прву групу, групу земаља са тзв. средњим нивоом безбедности саобраћаја, од осам анализираних земаља нашло се укупно пет (Шведска, Велика Британија, Француска, Ирска и Аустрија), док другу групу земаља чине земље са ниским нивоом безбедности саобраћаја (Словенија, Пољска и Србија). Већ на први поглед може се закључити да је предложени модел доста "строг" по питању оцене нивоа безбедности саобраћаја, јер је на пример Шведску, која важи за једну од најбезбеднијих земаља у свету, сврстао у групу земаља са средњим нивоом безбедности саобраћаја.

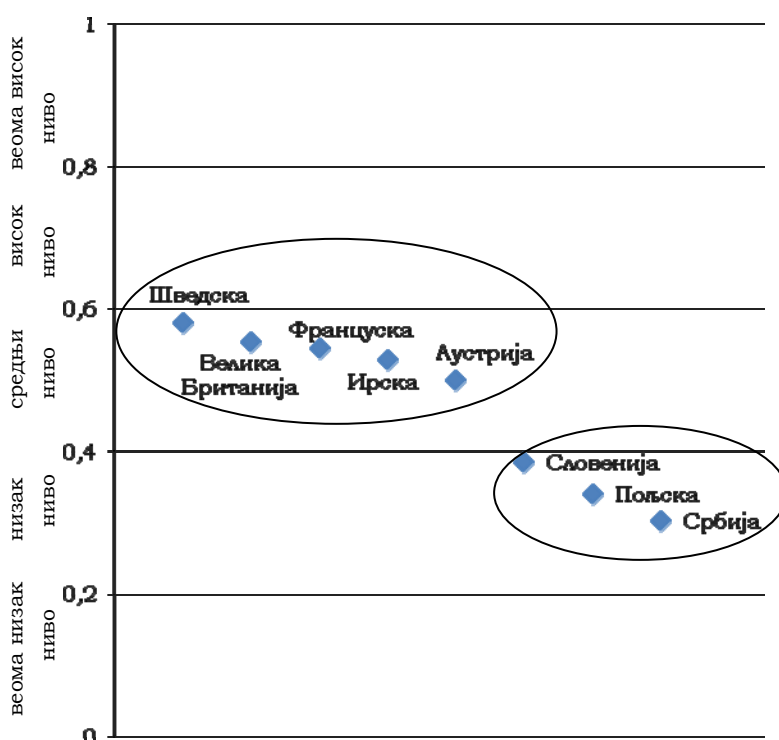


График бр. 10.1 – Оцена нивоа безбедности саобраћаја за одабране земље

Поредећи тренд у оцени нивоа безбедности саобраћаја такође за Шведску (График бр. 9.9 у поглављу Примена предложеног модела за оценовање нивоа безбедности саобраћаја) може се закључити да се Шведска, у периоду од 2009. године, ипак налази у групи земаља са високим нивоом безбедности саобраћаја. Другим речима, оцена је већа од 0,6 (0,629 у 2009. и 0,667 у 2010. години), јер је Шведска унапредила показатеље везане за ризике и за поштовање ограничења брзине.



Са друге стране, Србија се налази у групи земаља са ниским нивоом безбедности саобраћаја и такође поредећи тренд оцене нивоа безбедности саобраћаја (График бр. 9.9 у поглављу "Примена предложеног модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја") може се уочити напредак, али не толики да Србија пређе макар у групу земаља са средњим нивоом безбедности саобраћаја. Спајдер график за Србију (График бр. 9.11 у поглављу "Примена предложеног модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја") показује да има много простора за унапређење безбедности саобраћаја у Србији.

За поређење резултата добијених применом предложеног модела ОНБС и стања у безбедности саобраћаја дефинисаног на основу објављених извештаја о безбедности саобраћаја, извршено је поређење са IRTAD-овим извештајима о стању безбедности саобраћаја.

За поређење су узети показатељи који се односе на ризике, јер су они у високој корелативној зависности са последицама саобраћајних незгода, конкретно са погинулима у саобраћајним незгодама. На Графику бр. 10.2, бр. 10.3 и бр. 10.4, представљене су вредности јавног, саобраћајног и динамичког саобраћајног ризика за одабране државе чланице IRTAD-а (OECD/ITF, 2009).

На основу поређења расположивих података у IRTAD-овом извештају и оцена нивоа безбедности саобраћаја добијених применом предложеног модела може се закључити да су оцене добијене применом модела и извештаји о стању безбедности саобраћаја, изражени преко ризика, дали врло сличне резултате.

Земље које су према IRTAD-овом извештају рангиране на вишем месту према ризицима (уједно и последицама саобраћајних незгода) су такође на идентичан начин рангиране и према оцени предложеног модела. Наиме, може се уочити да су Словенија и Пољска при дну листе земаља по безбедности саобраћаја, односно припадају групи небезбеднијих земаља. Са друге стране, Шведска, Велика Британија, Француска, Ирска и Аустрија су позициониране приближно у средини или при врху листе земаља према безбедности саобраћаја, односно припадају средње безбедним, односно безбедним земљама.

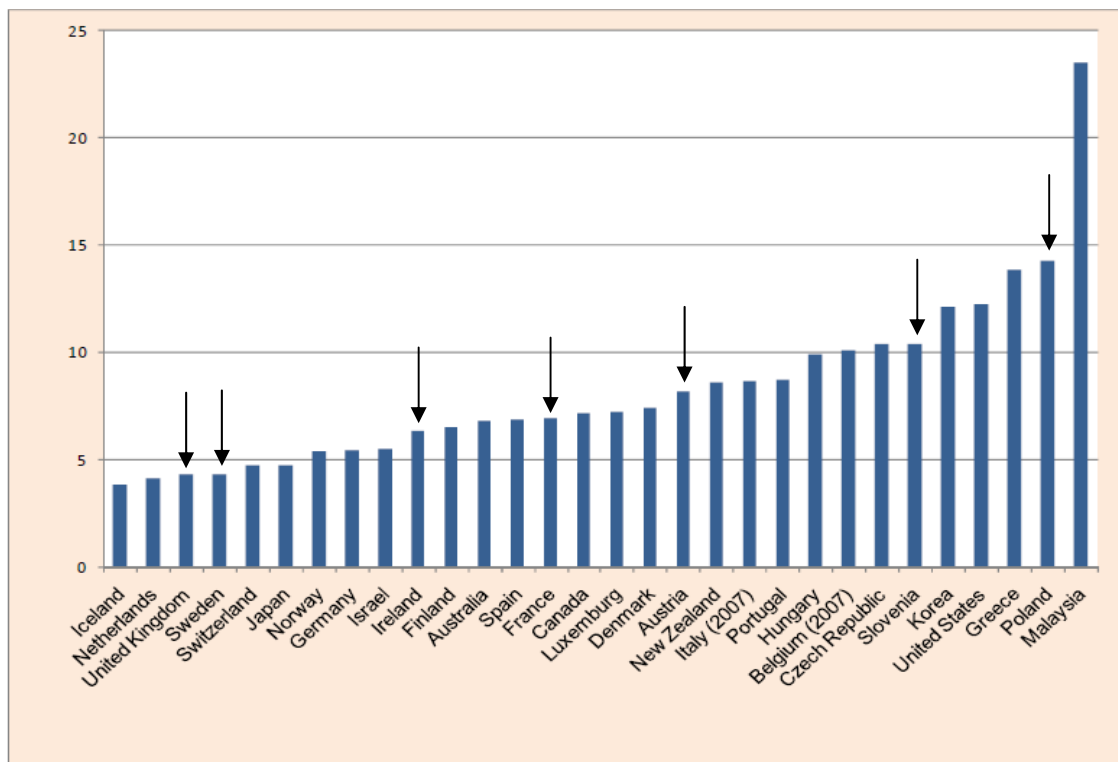


График бр. 10.2 – Јавни ризик у земљама чланицама IRTAD-а (OECD/ITF, 2009)

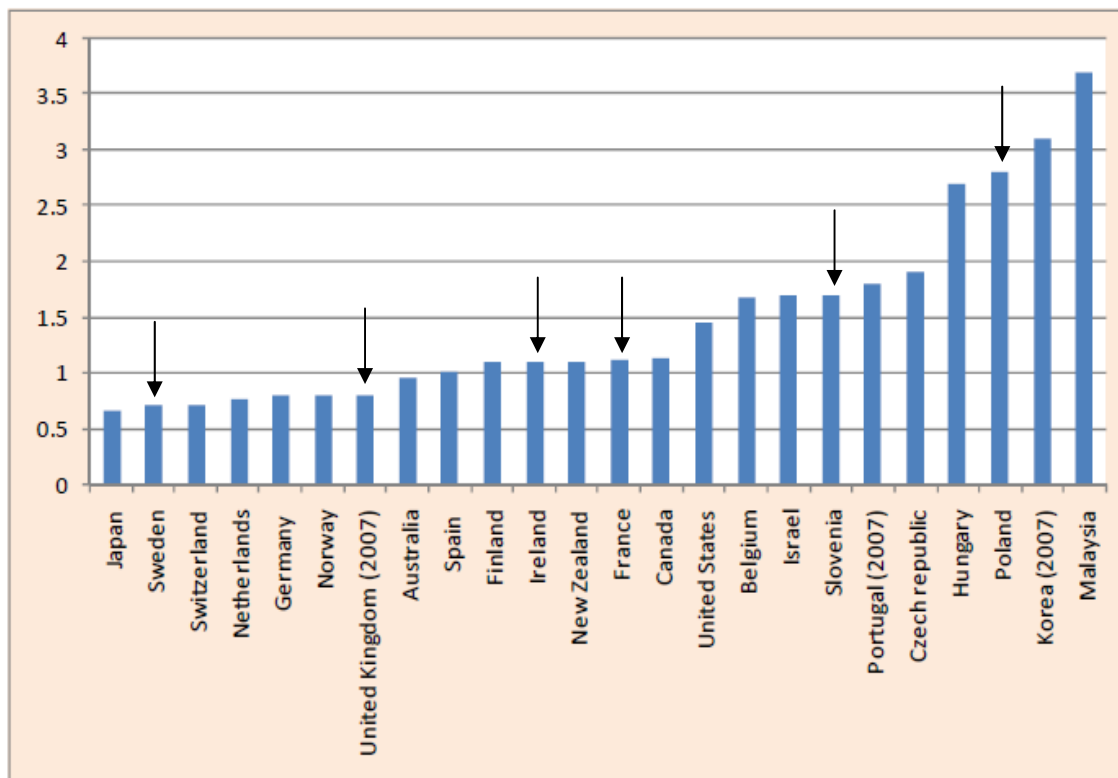


График бр. 10.3 – Саобраћајни ризик у земљама чланицама IRTAD-а (OECD/ITF, 2009)

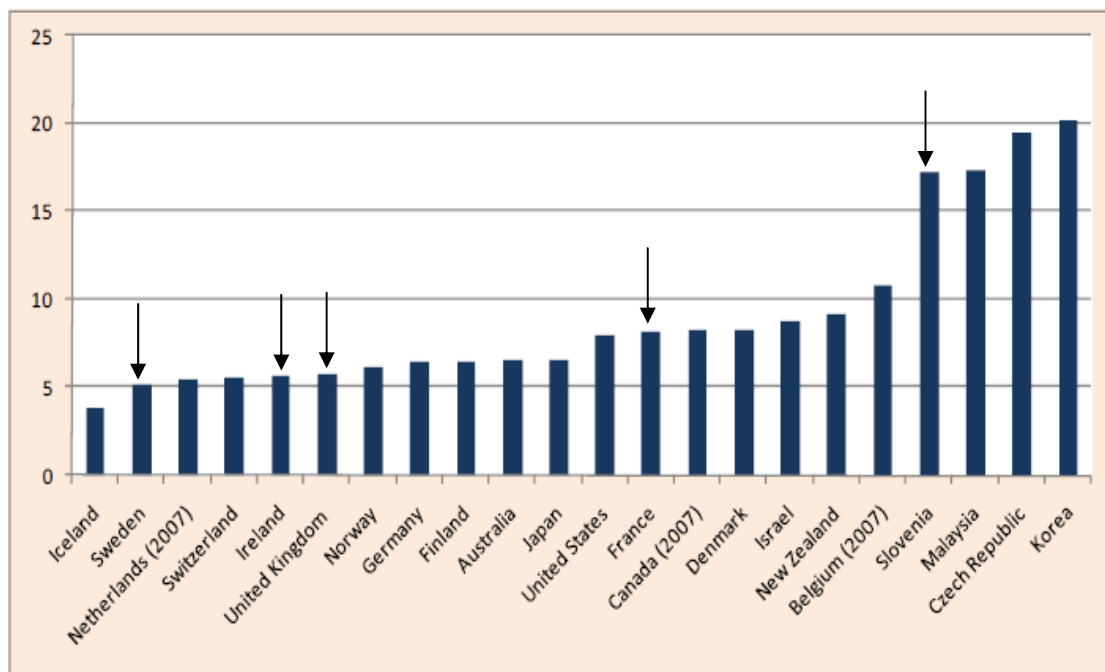


График бр. 10.4 – Динамички саобраћајни ризик у земљама чланицама IRTAD-а (OECD/ITF, 2009)

Конкретно, на примеру Шведске, Шведска се у 2008. години према ризицима налази у првих пет земаља по безбедности саобраћаја, тако да је високо рангирана по безбедности саобраћаја, али са друге стране није најбоља. Додатно, ако се пореди тренд ризика за Шведску, за 2009. и 2010. годину (OECD/ITF, 2011; OECD/ITF, 2012) може се закључити да је Шведска напредовала у погледу безбедности саобраћаја и да су ризици смањени за око 30%, што је Шведску сврстало у прве три земље по безбедности саобраћаја. Поредећи овај резултат са оценом нивоа безбедности саобраћаја добијеном применом предложеног модела, може се закључити да је оцена за Шведску порасла за око 20% и да је то сврстало Шведску у земље са високим нивоом безбедности саобраћаја, што Шведска и јесте, са напоменом да и даље постоји простор за унапређењем стања безбедности саобраћаја.

Може се закључити да су резултати добијени применом предложеног модела скоро идентични са извештајима о стању безбедности саобраћаја и да модел даје добру, односно доста прецизну оцену нивоа безбедности саобраћаја на подручју, односно може се ефикасно користити са оцењивање стања безбедности саобраћаја на подручју.

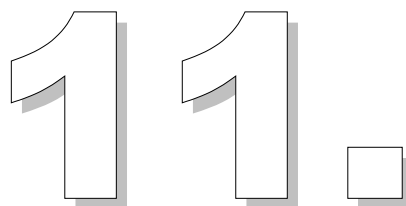
## 10.4. SWOT АНАЛИЗА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

SWOT (Strenghts – снаге, Weaknesses – слабости, Opportunities – шансе, Threats – претње) анализа има могућност да се прегледно представи предности и недостаци предложеног модела. Основна идеја спровођења SWOT анализе, у овом случају, је да се одговори на питања шта су предности предложеног модела, затим које слабости, односно недостатке је могуће минимизирати, где су шансе за примену и напредак у коришћењу предложеног модела и шта су претње за успешно спровођење оцењивања нивоа безбедности саобраћаја применом предложеног модела (Табела бр. 10.2).

Табела бр. 10.2 – SWOT анализа модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја

STRENGHTS – СНАГЕ	WEAKNESSES – СЛАБОСТИ
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Могућност независног оцењивања нивоа безбедности саобраћаја свих подручја.</li> <li>– Могућност поређења стања безбедности саобраћаја са другим подручјима.</li> <li>– Једном нумеричком вредношћу једноставно представљање великог броја информација.</li> <li>– Реалнија оцена стања безбедности саобраћаја у односу на традиционално оцењивање путем броја и последица саобраћајних незгода.</li> <li>– Једноставност примене.</li> <li>– Једноставност разумевања резултата.</li> <li>– Могућност уочавања кључних области деловања у безбедности саобраћаја.</li> <li>– Могућност евалуације примењених мера.</li> <li>– Мотивисање доносиоца одлука и управљача безбедности саобраћаја за рад на унапређењу безбедности саобраћаја.</li> <li>– Захтеви за оцењивањем нивоа безбедности саобраћаја расту.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Могућност промене релевантних показатеља онемогућава праћење тренда оцена и евалуацију ефеката.</li> <li>– Недостатак или некавалитетни подаци за сваки од показатеља.</li> <li>– Дефиниције чак и основних појмова у безбедности саобраћаја су различите између земаља.</li> <li>– Субјективни фактор у одабиру релевантних показатеља.</li> <li>– Не узима у обзир квалитативне показатеље.</li> <li>– Може доћи до погрешних закључака ако се доносиоци одлука и управљачи безбедности саобраћаја ослањају само на оцену нивоа безбедности саобраћаја.</li> <li>– Адекватан избор статистичких техника може довести до уопштавања и упрошћавања што утиче на прецизност излазних резултата.</li> </ul>
OPPORTUNITIES – ШАНСЕ	THREATS – ПРЕТЊЕ
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Расте потреба за оцењивањем, поређењем и праћењем стања безбедности саобраћаја.</li> <li>– Расте развој база података.</li> <li>– Расте број показатеља, који се прате и који су доступни и квалитетни.</li> <li>– Тенденције међународног усаглашавања основних дефиниција и појмова у безбедности саобраћаја.</li> <li>– Расте број пројеката на међународном и националном нивоу у којима је значајно поседовати оцене нивоа и стања безбедности саобраћаја.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Постојање других модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја.</li> <li>– Недостатак података.</li> <li>– Неуспостављен чврст међународни и национални став о значају оцењивања безбедности саобраћаја.</li> </ul>

Свеобухватно посматрано, предложени модел за оцену нивоа безбедности саобраћаја (ОНБС) има и предности и недостатака. Међутим, слабости и претње, што представља недостатке предложеног модела, су много мање и временом би ти проблеми, односно недостаци, могли бити превазиђени. Због потребе и могућности које пружа модел за оцењивање нивоа безбедности саобраћаја (ОНБС), његово увођење у праксу би могло позитивно утицати на развој и унапређење безбедности саобраћаја.



## **ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПРАВЦИ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА**

Проблем безбедности саобраћаја се у данашње време, на глобалном нивоу, истиче у први план. Како прогнозе Светске здравствене организације (WHO, 2009) показују да ће саобраћајне незгоде бити један од водећих узрочника смртог страдања становништва, неопходно је управо безбедности саобраћаја посветити велику пажњу, почев од међународног до националног и локалног нивоа.

Да би се успешно деловало у безбедности саобраћаја, као и у свим другим областима, неопходно је утврдити постојеће стање. За утврђивање постојећег стања неопходна су одговарајућа мерења. Мерења у безбедности саобраћаја нису развијена и тренутно не постоји мера или "топломер" који би указао да ли је нешто безбедно или небезбедно и где треба усмерити пажњу за отклањање проблема.

У последње време већина светских истраживања у безбедности саобраћаја покушава управо да нађе начин, метод, односно методологију мерења и утврђивања стања у безбедности саобраћаја. Наиме, мерење и оцењивање нивоа безбедности саобраћаја представља основни предуслов за унапређење безбедности саобраћаја, а досадашњи начини мерења су се, у највећој мери, ослањали на тзв. традиционални приступ оцењивања безбедности саобраћаја.

Традиционални приступ подразумева да се на основу броја и последица саобраћајних незгода утврди стање безбедности саобраћаја. Међутим, за детаљније и шире сагледавање проблема и прецизније уочавање кључних области деловања у безбедности саобраћаја, поред традиционалног начина вредновања безбедности саобраћаја, неопходно је дефинисати и начин мерења који би могао указати управо на кључне области деловања.

Значај мерења и оцењивања у безбедности саобраћаја, осим сагледавања постојећег стања, огледа се и у поређењу са осталима, уочавању где су то други бољи или лошији и на тај начин преусмеравању деловања у циљу достизања још бољих резултата у безбедности саобраћаја. Посебно важан допринос оцењивања нивоа безбедности саобраћаја јесте и вредновање ефеката примењених мера. Наиме, ако оцена покаже да нека мера даје позитивне ефекте, онда се може наставити са њеном применом и обрнуто.

Оцена нивоа безбедности саобраћаја треба да има могућност да доносиоцима одлука и управљачима у безбедности саобраћаја буде ефикасан алат за дефинисање будућих активности. Због тога је неопходно дефинисати таква мерења и оцењивања нивоа безбедности саобраћаја која ће омогућити ефикасно управљање системом безбедности саобраћаја. Претходно наведено је могуће постићи адекватним избором техника мерења, које управо имају могућност да, осим простог вредновања, шире посматрају и сагледају комплексност безбедности саобраћаја. Иако само на први поглед мерења у безбедности саобраћаја делују једноставно, она су у ствари врло комплексна, јер се иза нумеричких презентација одговарајућих показатеља безбедности саобраћаја "крије" велики број информација.

На пример, познавање броја погинулих лица у саобраћајним незгодама може да укаже на ризик страдања становништва у саобраћају, али, са друге стране, показује и ставове како становништва, тако и стручне, научне и политичке јавности о спремности и прихватању унапређења безбедности саобраћаја. Наиме, није логично да једна земља има јавни ризик 1, нека друга на пример 10, а трећа 100 смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама на 100.000 становника. Понашање и ставови становника у саобраћају и деловање доносиоца одлука и управљача у првој земљи је на високом нивоу и та земља је свесна опасности услед небезбедности саобраћаја и активно делује ка спречавању нежељених последица саобраћаја. Са друге стране, друга земља, није у потпуности прихватила концепт управљања безбедношћу саобраћаја и није у потпуности свесна ризика, па је њен резултат значајно лошији. Трећа земља у примеру је крајност у супротном смеру, где практично уопште не постоји сазнање о могућностима управљања безбедношћу саобраћаја.

Ако би се посматрао неки други показатељ, на пример употреба сигурносних појасева, аналогно претходном примеру, могуће је за различите вредности употребе сигурносних појасева донети одговарајуће закључке. Па тако, подручја која имају већу употребу сигурносних појасева су подручја где су на првом месту становници свесни значаја употребе сигурносних појасева, односно они имају адекватна знања, ставове и у складу са тим се и понашају. По правилу, у тим земљама је висок ниво безбедности саобраћаја. Са друге стране, земље које имају мали проценат употребе сигурносних појасева показују да нису заинтересоване за безбедност саобраћаја, становништво нема довољно знања, има погрешне ставове, и то се све репродукује кроз понашање и у крајњем случају кроз већи број незгода и већи број страдања становништва, тј. лоше стање безбедности саобраћаја.

Мерења у безбедности саобраћаја нису једноставна још и из разлога што на глобалном нивоу нису унифициране дефиниције основних појмова безбедности саобраћаја. Ово додатно усложњава процес оцењивања, а посебно поређења између различитих подручја. У будућности се тежи да се овај проблем реши путем међународно усвојених дефиниција.



Међутим, и даље остаје питање дефинисања модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја који би ефикасно и прецизно извршио оцењивање. Досадашњи покушаји дефинисања адекватног модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја се могу, са мање или више поузданости, примењивати, док се не пронађе и усвоји јединствена методологија на глобалном нивоу.

Претходно наведено су били само неки од мотива за израду ове докторске дисертације. Задатак докторске дисертације је био да се изврши систематизација до сада развијених модела за оцењивање безбедности саобраћаја, укаже на њихове предности и недостатке, да се изврши систематизација показатеља који могу успешно да изврше оцењивање нивоа безбедности саобраћаја и да се пронађе адекватан модел који би омогућио тзв. независно оцењивање. Наведено је детаљно образложено у претходном делу, а у наставку ће бити представљени кључни закључци до који се дошло приликом израде ове докторске дисертације. Полазећи од мотива за израду ове докторске дисертације, предмета и циља, као и хипотеза које су постављене, најважнији закључци и доприноси ове докторске дисертације огледају се у следећем:

- Указано је на значај и проблем мерења у безбедности саобраћаја.
- Приказано је место мерења у безбедности саобраћаја у систему управљања безбедношћу саобраћаја.
- Извршена је систематизација показатеља на апсолутне и релативне.
- Извршена је систематизација показатеља на директне и индиректне.
- Приказани су најчешће коришћени показатељи у безбедности саобраћаја.
- Посебно је издвојена категорија индиректних показатеља безбедности саобраћаја тзв. индикатори безбедности саобраћаја који представљају било коју меру која је у узрочној вези са саобраћајним незгодама и последицама саобраћајних незгода.
- Приказан је значај и могућности праћења индикатора безбедности саобраћаја, кроз светска искуства, са могућностима примене у нашим условима.

- Хронолошки су систематизовани начини мерења у безбедности саобраћаја, почев од традиционалног приступа, коришћењем броја и последица саобраћајних незгода, преко укључивања тренда броја и последица саобраћајних незгода, па све до имплементирања индиректних показатеља и стратешког одлучивања у оцени нивоа безбедности саобраћаја.
- Дат је преглед основних карактеристика, предности и недостатака, као и могућности примене неких од најчешће коришћених начина мерења нивоа безбедности саобраћаја, као и начина мерења ефикасности примене мера за унапређење безбедности саобраћаја (нпр. "индекс опасности", "базни и ланчани индекс", "мапирање ризика", "интегрисани модел за оцену нивоа безбедности пешака на микролокацији", TSL, ROSA, RSDI, RSI, CRSI, RSCI итд).
- Извршен је критички осврт на до сада примењиване моделе за оцену нивоа безбедности саобраћаја у Србији (TSL модел и ROSA индекс) кроз детаљно представљање прорачуна применом оба модела и сагледавање предности, недостатака и могућности примене. Предности су једноставност примене и могућност брзе и релативно прецизне оцене нивоа безбедности саобраћаја. Основни недостаци TSL и ROSA модела се огледају у немогућности независног оцењивања нивоа безбедности саобраћаја, јер се не може оценити ниво безбедности саобраћаја ако не постоје подаци за најмање два подручја, као и кроз субјективно дефинисање значаја одабраних показатеља. Такође, недостаци оба модела су и што се не могу уочити кључне области деловања у безбедности саобраћаја.
- Дат је и кратак критички осврт на остале моделе за оцену нивоа безбедности саобраћаја (нпр. Hermans et al, 2009 – Road safety index; Gitelman et al, 2010 – Composite road safety indicator; Wegman et al, 2010 – Road safety composite index; Al-Haji, 2007 – Road safety development index). Показано је да сви ти модели имају сличан концепт у креирању оцене нивоа безбедности саобраћаја. У основи свих тих модела је поступак који подразумева одабир релевантних показатеља, затим додељивање тежинских

коефицијената и на крају спајање у једну нумеричку вредност, која представља оцену нивоа безбедности саобраћаја. Предности ових модела су у основи сличне, јер како у оцену узимају велики број директних и индиректних показатеља прецизније дефинишу ниво безбедности саобраћаја и постоји могућност сагледавања конкретних проблема у безбедности саобраћаја. Међутим, сви ти модели могу да врше само релативно оцењивање, односно поређење и то је основни недостатак. Практично, као и код TSL и ROSA модела, не постоји могућност независног оцењивања нивоа безбедности саобраћаја. Такође, недостаци су и немогућност поређења између нпр. развијених и неразвијених земаља итд.

- Развијен је и представљен нови модел за оцену нивоа безбедности саобраћаја (ОНБС) кроз неколико корака: одабир релевантних показатеља; трансформација, односно нормализација вредности показатеља; додељивање тежинских коефицијената и агрегација вредности показатеља у индекс, односно оцену нивоа безбедности саобраћаја.
- Детаљно је приказан поступак одабира релевантних показатеља, који се састоји из неколико корака. Коришћени су како објективни метод (статистичке технике), тако и субјективни метод (експертска оцена) и у разматрање су узимани само квантитативни показатељи.
- Дефинисани су и остали критеријуми за одабир релевантних показатеља: значај показатеља, величина подручја за које се спроводи оцена, доступност показатеља, квалитет показатеља, међусобна повезаност показатеља и стања безбедности саобраћаја, конзистентност показатеља (без обзира на извор података), разумљивост показатеља, број показатеља које треба одабрати, мерљивост показатеља (и током времена) итд.
- Први корак у одабиру релевантних показатеља подразумева одабир и систематизацију тзв. шире листе могућих релевантних показатеља, који се спроводи на основу критеријума доступности и квалитета података. На основу првог корака одабрани показатељи су систематизовани у

показатеље који се односе на: ризике страдања у саобраћају, понашање учесника у саобраћају, возила, путну инфраструктуру и здравствено збрињавање.

- Наредни корак у одабиру релевантних показатеља је дефинисање тзв. уже листе могућих релевантних показатеља, који се спроводи применом адекватних статистичких техника. Статистичке технике, у овом кораку, имају задатак да утврде међусобну зависност вредности показатеља са последицама саобраћајних незгода. Показано је да се издвојила група од 11 могућих релевантних показатеља, који имају високу корелативну везу са последицама саобраћајних незгода и као такви се могу користити у даљој анализи.
- Издвојени су следећи показатељи у ужу листу могућих релевантних показатеља: јавни ризик, саобраћајни ризик, динамички саобраћајни ризик, % употребе сигурносних појасева на предњим седиштима, % возача под утицајем алкохола, % возача који поштују ограничење брзине (насеље, ван насеља, аутопут), % употребе дневних светала, % употребе мобилних телефона, % употребе заштитних кацига, старост возног парка и време одзива хитне помоћи.
- Последњи корак у дефинисању коначне листе релевантних показатеља је примена тзв. експертске оцене, где су петорица експерата из области безбедности саобраћаја рангирала значај показатеља. Имајући у виду и њихово искуство у области безбедности саобраћаја, применом "Composite rank" метода издвојена је група од шест релевантних показатеља: јавни ризик, саобраћајни ризик, динамички саобраћајни ризик, % употребе сигурносних појасева на предњим седиштима, % возача под утицајем алкохола и % возача који поштују ограничење брзине.
- За сваки од одабраних релевантних показатеља дефинисан је начин његовог мерења како би добијене вредности биле квалитетне и одговарале стварној ситуацији у саобраћају. Код мерења директних показатеља посебно је истакнут значај мерења пређене километраже, као један од важнијих показатеља за оцену нивоа безбедности саобраћаја. Код мерења индиректних показатеља дат је значај величини

узорка и дефинисан је прецизно поступак мерења, како би се осигурао статистички случајан узорак.

- Код одабира релевантних показатеља дефинисане су и технике за превазилажење могућих проблема услед недостатка података, начин бирања показатеља за различита подручја, како треба показатељи да изгледају у крајњем облику итд.
- У оквиру корака нормализације, односно трансформације вредности показатеља, систематизоване су технике нормализације и дефинисани критеријуми за одабир одговарајуће технике трансформације: расположивост података, вредност величина показатеља и жељене нормализоване вредности.
- Дефинисан је опсег на коме треба да буду нормализовани подаци, на скали од 0 до 1. Имајући у виду критеријуме за одабир нормализационих техника, дефинисане су инверзна трансформација и проста линеарна трансформација (тзв. "ненормализована" трансформација) као најприкладније, јер испуњавају основни циљ развијања модела, а то је могућност независност оцењивања.
- Инверзна трансформација је дефинисана за показатеље који се изражавају у јединичним вредностима, то су практично директни показатељи који улазе у оцену нивоа безбедности саобраћаја (ризици).
- Проста линеарна трансформација је дефинисана за показатеље који се изражавају у процентима, а то су, у конкретном случају релевантних показатеља, индиректни показатељи који улазе у оцену нивоа безбедности саобраћаја (показатељи у вези појасева, брзине и алкохола).
- У оквиру корака додељивања тежинских коефицијената систематизоване су технике за додељивање тежинских коефицијената, приказане су њихове предности и недостаци и могућности примене.
- Дефинисани су критеријуми које треба да испуне технике за додељивање тежинских коефицијената: могућност независног оцењивања, добијање различитих тежинских коефицијената и једноставност примене.

- Након примене критеријума, тестиране су две одабране технике за додељивање тежинских коефицијената: аналитички хијерархијски процес (АНП) и расподела буџета (ВА) и показано је да обе методе са високим коефицијентом корелације ( $r=0,988$ ) дају сличне резултате, па је због једноставности за даљу примену у моделу дефинисана техника расподела буџета као адекватна.
- Применом технике расподела буџета добијени су различити тежински коефицијенти за сваки од релевантних показатеља и показано је да директни показатељи учествују са 60%, за разлику од индиректних показатеља, који учествују са 40% у оцени нивоа безбедности саобраћаја.
- У оквиру корака агрегације вредности показатеља систематизоване су технике агрегације података и приказане предности и недостаци линеарне и геометријске агрегације.
- Дефинисани су критеријуми које треба да испуни одговарајућа техника агрегације: једноставност примене, примењене технике нормализације и додељивања тежинских коефицијената, могућност компензирања лоших са добрим резултатима, разумљивост излазних резултата, неосетљивост на улазне податке, жељени излазни резултати.
- Утврђено је да линеарна агрегација испуњава скоро све услове за примену, осим услова компензирања лоших са добрим резултатима, за шта је боља геометријска агрегација. Међутим, због велике осетљивости геометријске агрегације услед промене података на улазу, а посебно услед немогућности примене у случају када недостају подаци и због тога што се одабраним техникама нормализације и додељивања тежинских коефицијената донекле може занемарити компензирање лоших и добрих резултата појединих показатеља, дефинисана је линеарна агрегација као најпогоднија у овом тренутку. У будућности, када подаци буду доступнији и квалитетнији могућа је примена и геометријске агрегације.
- Тестирана је примена линеарне агрегације на примеру Шведске и показано функционисање модела и за случај да недостају подаци о неком показатељу.

- Крајњи корак оцењивања нивоа безбедности саобраћаја представља квалитативно оцењивање нивоа безбедности саобраћаја, за шта је дефинисана петостепена скала оцене нивоа безбедности саобраћаја. Петостепена скала је равномерно распоређена на интервалу од 0 до 1 и у зависности од нумеричке вредности оцене нивоа безбедности саобраћаја подручје се може сврстати у подручје са: веома ниским нивоом безбедности саобраћаја (0-0,2), ниским нивоом безбедности саобраћаја (0,2-0,4), средњим нивоом безбедности саобраћаја (0,4-0,6), високим нивоом безбедности саобраћаја (0,6-0,8) и веома високим нивоом безбедности саобраћаја (0,8-1).
- Представљен је и могући визуелни, графички приказ оцене нивоа безбедности саобраћаја путем тзв. спајдер дијаграма. На тај начин је за анализирано подручје могуће уочити проблем, односно кључну област деловања, где се може највише унапредити безбедност саобраћаја, али и пратити промене у вредности релевантних показатеља.
- Предложени модел оцене нивоа безбедности саобраћаја је тестиран на примеру одабраних земаља и градова.
- Тестирање за земље (Шведска, Велика Британија, Француска, Ирска, Аустрија, Словенија, Пољска и Србија) је спроведено за податке за 2008. годину и показано је да је Шведска, на нивоу 2008. године, била најбезбеднија са ОНБС=0,581, док је Србија била најнебезбеднија од одабраних земаља са ОНБС=0,303. Шведска, Велика Британија, Француска, Ирска и Аустрија, према оцени нивоа безбедности саобраћаја за 2008. годину, имају "средњи ниво безбедности саобраћаја", док Словенија, Пољска и Србија имају "низак ниво безбедности саобраћаја". У оквиру тестирања модела за земље показан је и тренд оцене нивоа безбедности саобраћаја за Шведску и за Србију и показано је да је Шведска већ од 2009. године прешла у групу са "високим нивоом безбедности саобраћаја", са даљим трендом раста (за 2010. годину ОНБС=0,667). Србија је такође показала пораст оцене нивоа безбедности саобраћаја, али је закључно са 2010. годином и даље остала у групи са "ниским нивоом безбедности саобраћаја" (ОНБС=0,367). Општи закључак из оцене нивоа

безбедности саобраћаја за Србију и Шведску би био да обе земље, а посебно Србија, имају могућности за даље унапређење безбедности саобраћаја.

- Тестирање за градове је спроведено са циљем да се покаже функционисање модела на другим подручјима и додатно да се упореди са резултатима примењиваних модела у Србији (TSL и ROSA). Тестирање је спроведено за шест градова бивше Југославије (Београд, Љубљана, Загреб, Сарајево, Скопље и Подгорица) и показано је да су се сви градови, на нивоу 1995. године, налазили у групи са "ниским нивоом безбедности саобраћаја".
- Поредећи резултате са TSL и ROSA моделима за оцену нивоа безбедности саобраћаја показано је да предложени ОНБС модел даје боље и прецизније резултате и реалније описује стварно стање у безбедности саобраћаја. Такође је истакнуто да су проблеми од којих су "боловали" TSL и ROSA модели превазиђени новим предложеним моделом, јер је сада омогућено тзв. независно оцењивање и сагледавање и уочавање проблема безбедности саобраћаја.
- У оквиру поглавља "Анализа предложеног модела" приказане су предности и недостаци предложеног модела, као и могућности за унапређење модела, и то детаљно за сваки од корака спровођења модела и збирно кроз SWOT анализу предложеног модела. Такође је представљена упоредна анализа резултата постигнутих применом модела са извештајима о стању безбедности саобраћаја и показано је да модел у поређењу са извештајима о стању безбедности саобраћаја даје врло сличне, дакле добре резултате, чиме је примена модела и верификована.
- Основне предности предложеног модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја су: да има могућност независног оцењивања нивоа безбедности саобраћаја различитих подручја; да има могућност поређења нивоа безбедности саобраћаја различитих подручја; да има могућност мерења ефеката примењених мера на унапређењу безбедности саобраћаја; да једноставно и реално приказује стање у безбедности саобраћаја; да може да уочи кључне проблеме.
- Основни недостаци предложеног модела су: недостатак података неопходних за спровођење оцењивања; не узима у



обзир различитост у дефиницијама основних појмова безбедности саобраћаја; не узима у обзир квалитативне показатеље.

- Као свеобухватни закључак у вези предложеног модела може се нагласити да без обзира на одређене недостатке, који временом могу бити превазиђени, модел има низ предности и пружа низ могућности, па се може успешно користити у сврху оцењивања нивоа безбедности саобраћаја за различита подручја.

Осим доприноса у дефинисању модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја, дефинисању поступка за одабир релевантних показатеља и дефинисању начина спајања тих показатеља у оцену нивоа безбедности саобраћаја, предложени модел има и практичну вредност. Једна од основних идеја, поред стварања могућности оцењивања и праћења стања безбедности саобраћаја је била да модел представља помоћни алат у доношењу одлука, а посебно у алоцирању средстава намењених унапређењу безбедности саобраћаја.

Приликом развијања модела, посебно се водило рачуна да модел буде једноставно применљив у пракси и то од стране доносиоца одлука и управљача безбедности саобраћаја. У том смислу све примењене технике у развијању модела и примени истог не захтевају посебна знања из области статистике, па се претпоставља да ће се модел успешно користити и од стране доносиоца одлука и управљача.

Имајући све претходно наведено у виду може се закључити да је полазна хипотеза ове докторске дисертације да се правилним избором и обједињавањем показатеља безбедности саобраћаја може дефинисати ниво безбедности саобраћаја за одређено подручје, а затим и поредити са осталим подручјима, доказана. Такође је доказано да се на основу оцене нивоа безбедности саобраћаја могу дефинисати проблеми, кључне области, односно смернице будућег деловања у безбедности саобраћаја, као и указати на предлог мера, односно где се може највише постићи у унапређењу безбедности саобраћаја.

Доказане су и остале хипотезе да оцена нивоа безбедности саобраћаја зависи од одабира показатеља и од начина трансформисања и додељивања тежинских коефицијената показатељима, али и од начина агрегације истих у једну нумеричку вредност, као и да се укључивањем субјективног фактора у саму оцену утиче на дефинисање стратегије и опредељења стратешких циљева у безбедности саобраћаја.

Анализирајући све карактеристике предложеног модела за оцену нивоа безбедности саобраћаја може се донети крајњи закључак да се предложени модел може успешно користити за оцењивање и даље унапређење нивоа безбедности саобраћаја.

Како модел осим низа предности има и одређених недостатака исти може бити унапређен будућим истраживањима и даљим тестирањима модела, па је у будућим активностима и истраживањима за унапређење модела неопходно:

- Детаљније испитати могућност примене модела за мања подручја (општине, месне заједнице и слично) и по потреби кориговати модел за та подручја, користећи мање последице саобраћајних незгода (на пример укључити и тешко повређена лица), а узимајући при томе у обзир и ограничења која носе такви подаци (већи број непријављених последица ако су последице мање итд).
- Пратити све показатеље безбедности саобраћаја и, по потреби, укључити више показатеља у крајњу оцену нивоа безбедности саобраћаја.
- Пратити и квалитативне показатеље и наћи адекватан начин обједињавања квалитативних и квантитативних показатеља, ако се покаже потреба за укључивањем и једних и других у оцену нивоа безбедности саобраћаја.
- Развити и успоставити квалитетне и ажурне базе података и успоставити неопходна мерења и праћења како директних тако и индиректних показатеља безбедности саобраћаја.
- Пратити трендове у светским истраживања по питању оцене нивоа безбедности саобраћаја и предложени ОНБС модел, по потреби усаглашавати са светским трендовима.

Коначно, истраживања спроведена у овој докторској дисертацији, као и закључци и главни доприноси до којих се дошло, требало би да допринесу бољем схватању и разумевању комплексности проблема безбедности саобраћаја, да укажу на значај праћења и оцењивања безбедности саобраћаја и да буду ефикасан алат у доношењу одлука и стратешком управљању безбедности саобраћаја.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aarts L, van Schagen I. (2006). Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis and Prevention*, Volume 38, pp.215–224.
- [2] Abbas, A., K. (2004). Traffic safety assessment and development of predictive models for accidents on rural roads in Egypt. *Accident Analysis and Prevention*, Volume 36, p.149-163.
- [3] Abdalla, M.I. (2002). Fatality risk assessment and modeling of drivers responsibility for causing traffic accident in Dubai. *Journal of Safety Research*, Volume 33, pp.483-496.
- [4] Abdel-Aty, M. and Pande, A. (2007). Crash data analysis: Collective vs. individual crash level approach. *Journal of Safety Research*, Volume 38, pp.581-587.
- [5] Aberg, L. (1998). Traffic rules and traffic safety. *Safety Science*, Volume 29, Issue 3, pp.205-215.
- [6] Adriaanse, A. (1993). Environmental policy performance indicators. A study on the development of indicators for environmental policy in the Netherlands. Ministry of Housing. Physical Planning and the Environmental. Sdu Publishers, The Hague.
- [7] Al-Haji, G. (2007). Road Safety Development Index (RSDI) Theory, Philosophy and Practice. Dissertation No. 1100, Department of Science and Technology, Linköping University, Sweden.
- [8] Aptel I., Salmi L.R., Masson F., Bourde A., Henrion G., Erny, P. (1999). Road accident statistics: discrepancies between police and hospital data in a French island. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 31, Issue 1/2, pp.101-108.
- [9] Assum, T. (1997). Attitudes and road accident risk. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 29, pp.153-159.
- [10] Austin, K.P., Tight, M.R. and Kirby, H.R. (1995). An Advanced System for the Study of Children's Safety on the Journeys To and From School, VTI Conference No. 4A, vol. 2A, No. 3.
- [11] Ayuso, M., Guillén, M. and Alcañiz, M. (March, 2010). The impact of traffic violations on the estimated cost of traffic accidents with victims. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 42, Issue 2, pp.709-717.

- [12] Broughton, J., Allsop, R. E., Lynam, D. A. and McMahon, C. M. (2000) The Numerical Context for Setting National Casualty Reduction Targets. Report No. 382 (Crowthorne: TRL).
- [13] Butchart, A., Kruger, J., Lekoba, R., (2000). Perceptions of injury causes and solutions in a Johannesburg township: implications for prevention, *Social Science*, Vol. 50, pp.331-344.
- [14] Cambon de Lavalette, B., Tijus, C., Poitrenaud, S., Leproux, C., Bergeron, J. and Thouez, J.P. (2009). Pedestrian crossing decision-making: A situational and behavioral approach, *Safety Science*, Volume 47, Issue 9, pp.1248-1253.
- [15] Chaffe, R., Nicols, J., Solomon, M. and Leaf, W. (2010). Seat belt use in Florida, Florida Department of Transportation.
- [16] Chunchu, M., Kalaga, R.R. and Seethepalli, N.V.S.K. (2010). Analysis of microscopic data under heterogeneous traffic conditions, *Transport*, Volume 25, Issue 3, pp.262-268.
- [17] Clifton, K.J., Burnier, C.V. and Akar, G., (2009). Severity of injury resulting from pedestrian-vehicle crashes: What can we learn from examining the built environment?. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 14, Issue 6, pp.425-436.
- [18] Commandeur, J. (2004). SWOV publication R-2003-28 – State of the art with respect to implementation of daytime running lights, Study in the framework of a European Commission project, Work Package 1, Leidschendam, SWOV Institute for Road Safety Research, The Netherlands.
- [19] Cooper, W., Seiford, L. and Tone, K. (2000). Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA software, The Netherlands.
- [20] Cosgrove, L., Chaudhary, N., Roberts, S. (2010) High Visibility Enforcement Demonstration Programs in Connecticut and New York Reduce Hand-Held Phone Use, NHTSA, Traffic safety facts – research note.
- [21] Davies P.B. (2009). Business Information Systems, ISBN 978-0-230-20368-6, pp 90-93
- [22] De Waard, D., Rooijers, T. (1994). An experimental study to evaluate the effectiveness of different methods and intensities of law enforcement on driving speed on motorways, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 25, pp.751-765.
- [23] Dee, T.S. (1998). Reconsidering the effects of seat belt laws and their enforcement status, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 30, Issue 1, pp.1-10.
- [24] Драгач, Р. и Вујанић, М. (2002). Безбедност саобраћаја II део, Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Београд.
- [25] Dragutinovic, N. and Twisk, D. (2006). The effectiveness of road safety education – a literature review (R-2006-6). Leidschendam, SWOV Institute for Road Safety Research, The Netherlands.
- [26] Drews, F., Yazdani, H., Godfrey, C., Cooper, J., Strayer, D. (2009) Text Messaging During Simulated Driving, Human factors: *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Volume 51, Issue 5, pp.762-770.

- [27] Duncan, C., Khattak, A., and Hughes, R., (1999). The perceived effectiveness of sidewalks and other pedestrian safety treatments as countermeasures for hit-along-roadway crashes, 81<sup>st</sup> Annual Transportation Research Board Meeting, Washington DC.
- [28] Dupont, E., Martensen, H., Papadimitriou, E., Yannis, G. (2010). Risk and protection factors in fatal accidents. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 42, Issue 2, pp.645-653.
- [29] ECMT, (2002). Past, Present and Future Road Safety Work in ECMT, CEMT/CS (2002)7
- [30] Eksler, V. (2010). Measuring and understanding road safety performance at local territorial level. *Safety Science*, Volume 48, Issue 9, pp.1197-1202.
- [31] Elvik, R., Mysen, A.B. (1999). Incomplete accident reporting: meta-analysis of studies made in 13 countries. *Transportation Research Record*, No.1665, pp.133-140.
- [32] Elvik, R. (1992). Can road traffic law enforcement permanently reduce the number of accidents? *Accident Analysis & Prevention*, Volume 24, Issue 5, pp.507-520.
- [33] Elvik, R. (1993). Quantified road safety targets: a useful tool for policy-making?. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 25, pp.569-583.
- [34] Elvik, R. (1997). Effects on accidents of automatic speed enforcement in Norway. *Transportation Research Record*, No 1595, pp.14-19.
- [35] Elvik, R. (2001) Quantified Road Safety Targets: An Assessment of Evaluation Methodology. Report No. 539/2001, Institute of Transport Economics, Oslo, Norway.
- [36] Elvik, R. and Vaa, T. (2004). The Handbook of road safety measures. Oxford, United Kingdom, Elsevier.
- [37] Elvik, R. (2008). Road safety management by objectives: A critical analysis of the Norwegian approach. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 40, pp.1115-1122
- [38] Elvik, R. (2011). Assessing causality in multivariate accident models. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 43, pp.253-264.
- [39] Elvik, R. and Christensen, P. (2007). The deterrent effect of increasing fixed penalties for traffic offences: The Norwegian experience. *Journal of Safety Research*, Volume 38, Issue 6, pp.689 – 695.
- [40] European Commission (EC) (2003). European Road Safety Programme – Halving the number of road accident victims in the European Union by 2010: A shared responsibility.
- [41] European Commission (2006). European Road Safety Action Programme: Mid-term Review.
- [42] European Conference of Ministers of Transport (ECMT): Statistics on Road Accidents (<http://www1.oecd.org/cem/stat/accidents/index.htm>)
- [43] European Parliament, Council (2008). Directive 2008/96/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on road infrastructure safety management.
- [44] European Road Safety Observatory (ERSO). (2008). Annual Statistical Report 2008. SafetyNET Workpackage 1 – Task 3.
- [45] European Traffic Safety Council (ETSC). (2003). Transport Safety Performance in the EU, A Statistical Overview.

- [46] European Transport Safety Council (ETSC). (2003). Assessing Risk and Setting Targets in Transport Safety Programmes
- [47] European Transport Safety Council (ETSC). (2001). *Transport Safety Performance Indicators*. Brussels.
- [48] European Transport Safety Council (ETSC): "Knowledge for Leadership" – The Road Safety Performance Index: Ranking Road Safety Performance Across the EU, 2007. (<http://www.etsc.be/PIN.php>)
- [49] European Transport Safety Council (ETSC). (2006). Raising compliance with road safety law – 1st Road safety PIN report, Brussels.
- [50] European Transport Safety Council (ETSC). (2008). Countdown to 2010 – Only two more years to act! – 2nd Road safety PIN report, Brussels.
- [51] European Transport Safety Council (ETSC). (2010). 2010 on the horizon – 3rd Road safety PIN report, Brussels.
- [52] European Transport Safety Council (ETSC). (2011). Road safety target in sight: making up for lost time – 4th Road safety PIN report, Brussels.
- [53] European Union Road Federation (ERF). (2010). European Road Statistics 2010.
- [54] EuroRAP: Technical specifications for creating EuroRAP risk rate maps, Hampshire, UK, 2006.
- [55] Fontaine, H. et Gourlet, Y. (2001). Fatal Pedestrian Accident in France: A Typological Analysis. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 36, pp.721-748.
- [56] Gärder, P. (1989). Pedestrian safety at traffic signals: A study carried out with the help of a traffic conflicts technique, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 21, Issue 5, pp.435-444.
- [57] Gender, F., P., Marshall N., S., Borger, W. and Girlin I., (2005). An evaluation of driver training as a fatigue countermeasure. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Volume 8, pp.47-58.
- [58] Gitelman, V., Doveh, E. and Hakkert, S. (2010). Designing a composite indicator for road safety. *Safety Science*, Volume 48, Issue 9, pp.1212-1224.
- [59] Gordon, C. (2005). A preliminary examination of driver distraction related crashes in New Zealand, International conference on driver distraction, Sidney, Australia.
- [60] Hagge, R.A. and Romanowicz, P.A. (1996). Evaluation of California's commercial driver license program, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 28, Issue 5, pp.547-559.
- [61] Hayakawa, H., Fischbeck, P.S., Fischhoff, B. (2000). Traffic accident statistics and risk perceptions in Japan and the United States. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 32, issue 6, pp.827-835.
- [62] Hakkert, A.S., Gitelman, V., Cohen, A., Doveh, E. and Umansky, T. (2001). The evaluation of effects on driver behavior and accident of concentrated general enforcement on interurban roads in Israel. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 33, Issue 1, pp.43-63
- [63] Hakkert, A.S., Gitelman, V. and Vis, M.A. (Eds.). (2007). Road Safety Performance Indicators: Theory. Deliverable D3.6 of the EU FP6 project SafetyNet.
- [64] Haworth, N., Smith, R., Brumen, I. (2002). Case-control Study of Motorcycle Crashes, Report CR 174, Australian Transport Safety Bureau.

- [65] Hermans, E., Brijs, T., Wets, G. and Vanhoof, K. (2009a). Benchmarking road safety: Lessons to learn from a data envelopment analysis, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 41, Issue 1, pp.174-182.
- [66] Hermans, E., Van den Bossche, F. and Wets, G. (2008). Combining road safety information in a performance index, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 40, Issue 4, pp.1337-1344.
- [67] Hermans, E.; Van den Bossche, F.; Wets, G. (2009b). Uncertainty assessment of the road safety index. *Reliability Engineering and System Safety*, Volume 94, Issue 7, pp.1220-1228.
- [68] Hermans, E., Ruan, D., Brijs, T., Wets, G., Vanhoof, K. (2010). Road safety risk evaluation by means of ordered weighted averaging operators and expert knowledge, *Knowledge-Based Systems*, Volume 23, pp.48-52.
- [69] Hill, J. (2010). EuroRAP202: Risk Mapping Manual, European Road Assessment Programme.
- [70] Horrey, W., Lesch, M., Garabet, A. (2007) Assessing the awareness of performance decrements in distracted drivers, Liberty Mutual Research Institute for Safety. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 40, Issue 2, pp.675-682.
- [71] Horst, R., and Hogema, J. (1993). Times to collision and collision avoidances systems, Proceedings of the 6<sup>th</sup> ICTCT Workshop, Austrian Road Safety Board, Salzburg.
- [72] Hollo, P., Eksler, V. and Zukowska, J. (2010). Road safety performance indicators and their explanatory value: A critical view based on the experience of Central European countries. *Safety Science*, Volume 48, pp.1142-1150.
- [73] Hosking, S., Young, K., Regan, M. (2006). The effects of text messaging on young novice driver performance, Report No.246, Monash University Accident Research Centre.
- [74] [http://abs.gov.rs/doc/stat/Osnovni pokazatelji stanja bezbednosti saobracaja u Republici Srbiji.pdf](http://abs.gov.rs/doc/stat/Osnovni_pokazatelji_stanja_bezbednosti_saobracaja_u_Republici_Srbiji.pdf) (poseћeno 28.05.2012.)
- [75] <http://dc359.4shared.com/doc/naSo1mjh/preview.html> (poseћeno 28.05.2012)
- [76] <http://w3.unece.org/pxweb/dialog> (poseћeno 25.07.2012.)
- [77] <http://webrzs.stat.gov.rs> (poseћeno 25.07.2012.)
- [78] [https://www.polk.com/company/news/average\\_age\\_of\\_vehicles\\_reaches\\_record\\_high\\_according\\_to\\_polk](https://www.polk.com/company/news/average_age_of_vehicles_reaches_record_high_according_to_polk) (poseћeno 25.07.2012.)
- [79] [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search\\_database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database) (poseћeno 25.07.2012.)
- [80] Инић, М. (1995). Етиологија саобраћајних незгода, Савремена администрација, Београд.
- [81] Inmon, W.H. (1996). Building the Data Warehouse, John Wiley & Sons, New York.
- [82] Insurance Institute for Highway Safety (IIHS). (2002). Special issue on automated enforcement, Status Report 2002, Volume 37, pp.2-7.
- [83] International Road Traffic and Accident Database (IRTAD). (1994). Underreporting of road traffic accidents recorded by the police, at the international level. Public Roads Administration, Norway.



- [84] Iqbal, S., Horvitz, E., Ju, Y., Mathews, E. (2011). Hang on a Sec! Effects of Proactive Mediation of Phone Conversations While Driving, Workshop on ICT and Road Safety, Microsoft Research, Redmond, Geneva.
- [85] IRTAD Database, June 2010 (<http://internationaltransportforum.org/irtad/pdf/longterm.pdf>, посећено 01.09.2010.)
- [86] IRTAD Database, June 2010 (<http://internationaltransportforum.org/irtad/pdf/risk.pdf>, посећено 01.09.2010.)
- [87] Jarvis S.N., Lowe P.J., Levene S., Cormack R.M. (2000). Children are not goldfish – mark/recapture techniques and their application to injury data. *Injury Prevention*, Volume 6, pp.46-50.
- [88] Јовановић, Д., Липовац, К. И Нешић, М. (2011). Најважније тенденције у безбедности саобраћаја у Европској унији, VI стручни семинар "Улога локалне заједнице у безбедности саобраћаја", Дивчибаре, стр. 39-48.
- [89] Јовановић Д., Липовац, К., Инић, М. (2012). Промене показатеља безбедности саобраћаја у одабраним државама. Зборник радова – VII Међународна конференција Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Доњи Милановац, стр.19-26.
- [90] Јовановић, Д., Липовац, К. И Јованов, Д. (2009). Стање и тенденције у безбедности саобраћаја у Србији и одабраним земљама. II Међународни научни симпозијум "Нови хоризонти саобраћаја и комуникација 2009", Добој.
- [91] Karim, M.R. (1992). Traffic accidents in a university environment, *ITE Journal*, Volume 62, Issue 7, pp.30-40.
- [92] Ker, K., Roberts, I., Collier, T., Beyer, F., Bunn Frances and Frost C. (2005). Post-licence driver education for the prevention of road traffic crashes: a systematic review of randomized controlled trials, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 37, pp.305-313.
- [93] Kirher, A., Vogel, K., Toernros, J., Bolling, A., Nilsson, L., Patten, C., Malmstroem, T., Ceci, R. (2004) Mobile telephone simulator study, Swedish National Road and Transport Research Institute.
- [94] Klauer, G., Dingus, A., Neale, L., Sudweeks, D., Ramsey, J. (2006). The Impact of Driver Inattention On Near – Cresh/ Crash Risk: An Analysis Using the 100 – Car Naturalistic Driving Study Data, DOT HS 810 594, NHTSA.
- [95] Kölbl, R., Neigl, M., Knoflacher, H. (2008). A strategic planning methodology. *Transport Policy*, Volume 15, Issue 5, pp.273-282.
- [96] Koonstra, M., Lynam, D., Nillson, G., Noordzij, P., Pettersson, H.-E., Wegman, F., Wouters, P. (2002). SUNflower. A Comparative Study of the Development of Road Safety in Sweden, the United Kingdom, and the Netherlands. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, The Netherlands.
- [97] Koornstra, M., Bijleveld, F., Hagenzieker, M. (1997). The Safety Effects of Daytime Running Lights, SWOV report R-97-36, Leidschendam.
- [98] Koornstra, J.M. (2009). Risk-adaptation theory. *Transportation Research Part F*, Volume 12, pp.77-90.
- [99] Krug E. (1999). Injury: a leading cause of the global burden of disease. World Health Organization, Geneva.

- [100] Kukić, D., Lipovac, K., Pešić, D. and Vujanić, M. (2013). Selection of a relevant indicator – Road casualty risk based on final outcomes. *Safety Science*, Volume 53, Issue 1, pp.165-177.
- [101] Кукић, Д., Јовановић, С. и Липовац, К. (2011). Мапе јавног и саобраћајног ризика страдања у насељима општина Републике Србије за 2010. годину – VI стручни семинар "Улога локалне заједнице у безбедности саобраћаја", Дивчибаре, стр.59-68.
- [102] Laberge – Nadeau, C., Maag, U., Bellavance, F., Lapierre, D., Desjardins, D., Messier, S., Saidi, A. (2003). Wireless telephones and the risk of road crashes. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 35, Issue 5, pp.649-660.
- [103] Landis, B.W., Vattikuti, V.R., Ottenberg, R.M., McLeod, D.S. and Guttenplan, M. (2001). Modeling the roadside walking environment: a pedestrian level service, Proceedings of the Papers Presented at Transportation Research Board 80<sup>th</sup> Annual Meeting.
- [104] Le Breton, Y. (2006). Penalty point driving licence system and road behaviour: the experience of France, Ministry of Transports, France.
- [105] Липовац, К., Пешић, Д. (2004). Макроистраживање страдања пешака у саобраћају у Београду, VII Симпозијум са међународним учешћем, Превенција саобраћајних незгода на путевима 2004, Нови Сад, стр. 59–64.
- [106] Липовац, К., Јовановић, Д., Кукић, Д. (2009). Расподела јавног и саобраћајног ризика по општинама Републике Србије у 2008. години, 4. стручни семинар "Улога локалне заједнице у безбедности саобраћаја", Криминалистичко-полицијска академија, Земун, стр.21-32.
- [107] Липовац, К., Вујанић, М., Пешић, Д., Антић, Б. и др. (2010). Студија – Управљање црним тачкама у Београду, Криминалистичко-полицијска академија, Београд.
- [108] Липовац, К. (2008). Безбедност саобраћаја. Службени лист, Београд.
- [109] Липовац, К., Пешић, Д. (2006). Пројекат BERTAAD – база података о саобраћајним незгодама у Београду, VII саветовање о техникама регулисања саобраћаја – ТЕС 2006, Сомбор.
- [110] Липовац, К., Јовановић, Д., Нешић, М. (2011). Најважније тенденције у безбедности саобраћаја у Европској унији. Семинар "Улога локалне заједнице у безбедности саобраћаја", Дивчибаре, стр.39-48.
- [111] Липовац, К., Вујанић, М. и Тешић М. (2012). Предлог индикатора безбедности саобраћаја у локалној заједници са начином примене. 7. Међународна конференција "Безбедност саобраћаја у локалној заједници", Доњи Милановац, стр.117-124.
- [112] Liu B.C., Ivers, R., Norton, R., Boufous, S., Blows, S., Lo, S.K. (2005). Helmets for preventing injury in motorcycle riders – review. The Cochrane Database of Systematic Reviews.
- [113] Löbmann, R. (2002). Drunk driving: probability of detection and its perception. *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management*, Volume 25, Issue. 4, pp.770-788.
- [114] Loo, B.Y.P., Hung, W.T., Lo, H.K., Wong, S.C. (2005). Road Safety Strategies: A Comparative Framework and Case Studies. *Transport Reviews*, Volume 25, Issue 5, pp.613-639.

- [115] Lopez D.G., Rosman D.L., Jelinek G.A., Wilkes G.J., Sprivulis P.C. (1999). Complementing police road-crash records with trauma registry data – an initial evaluation. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 32, pp.771-777.
- [116] LTSA, (2000). Road Safety Strategy 2010. A Consultation Document. National Road Safety Committee, Land Transport Safety Authority LTSA, Wellington, New Zealand.
- [117] Lu, M. (2006). Modelling the effects of road traffic safety measures. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 38, pp.507-517.
- [118] Makinen, T., Wuolijoki, A. (1999). Crime and Punishment – Traffic offences of those involved in serious traffic accidents in 1992-1996, reported in “Traffic enforcement in Europe: effects, measures, needs and future. Final report of the ESCAPE consortium: The “Escape” Project Contract No: RO-98-RS.3047.
- [119] McEvoy, P., Stevenson, R., Woodward, M. (2007). The prevalence of, and factors associated with, serious crashes involving a distracting activity. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 39, Issue 3, pp.475-482.
- [120] Mc Farland R.A. and Moore, R.C. (1957). Human factors in highway safety: a review and evaluation. *New England Journal of Medicine*, Volume 256, pp.792-799.
- [121] Mc Knight, A.J. and Tippetts, A.S. (1997). Accident prevention versus recidivism prevention courses for repeat traffic offenders, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 29, pp.25-31.
- [122] Mehmood, A. (2010). An integrated approach to evaluate policies for controlling traffic law violations. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 42, pp.427-436.
- [123] Mills P.J. (1989). Pedal cycle accidents – A hospital based study. TRRL Research Report RR220.
- [124] Morsink, P., Oppe, S., Reurings, M., Wegman, F. (2009). Development of Footprint Methodology for Road Safety. *Transportation Research Record*, No.2009, pp.104-112.
- [125] Newstead, S.V., Cameron, M.H., Leggett, L.M.W. (2001). The crash reduction effectiveness of a network-wide traffic police deployment system. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 33, pp.393-406.
- [126] Ng, K., Hung, W., Wong, W. (2002). An algorithm for assessing the risk of traffic accident, *Journal of Safety Research*, Volume 33, pp.387-410.
- [127] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2005). Traffic safety facts – motorcycles.
- [128] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2006). Traffic safety facts – motorcycles.
- [129] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2007). Traffic safety facts – motorcycles.
- [130] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) (2008). Traffic safety facts – motorcycles.
- [131] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2009). Traffic safety facts – motorcycles.
- [132] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2010). Traffic safety facts – motorcycles.
- [133] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2011a). Traffic safety facts – motorcycles.

- [134] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2012). Traffic safety facts – motorcycles.
- [135] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2011b). 2009 Traffic Safety Facts. FARS/GES Annual Report (Final Edition), Number of report 811402.
- [136] Николић, А. (2008). Корелација и регресија. Универзитет у Сарајеву, Пољопривредни факултет, Сарајево, БиХ.
- [137] Nishida, Y. (2009). Road traffic accident involvement rate by accident and violation records: New methodology for driver education based on Integrated road traffic accident database. Proceedings of 4<sup>th</sup> IRTAD Conference, Seoul, Korea, pp.99-111.
- [138] Odeck, J. (2006). Identifying traffic safety best practice: an application of DEA and Malmquist indices. *Omega*, Volume 34, pp.28-40.
- [139] OECD/BASt (1998). Definition and data availability – special IRTAD report, Germany
- [140] OECD (2005). Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide, OECD Statistics Working Paper.
- [141] OECD/ECMT Transport Research Centre (2006). *Speed Management* report, Paris.
- [142] OECD/ITF (2010). IRTAD Road Safety 2009 Annual Report, Organisation for Economic Co-Operation and Development, International Transport Forum.
- [143] OECD/ITF (2011). IRTAD Road Safety 2010 Annual Report, Organisation for Economic Co-Operation and Development, International Transport Forum.
- [144] OECD/ITF (2012). IRTAD Road Safety 2011 Annual Report, Organisation for Economic Co-Operation and Development, International Transport Forum.
- [145] Ogden, K.W. (1996). Safer Roads, Guide to road safety engineering, Aldershot, Avebury.
- [146] Olson, D.L., Kesharwani, S. (2010). Enterprise Information Systems, ISBN 978-981-4273-15-2, pp.342-346.
- [147] Page, Y. (2001). A statistical model to compare road mortality in OECD countries. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 33, pp.371-385.
- [148] Пандуровић, С. (1983). Методологија медицинске превенције саобраћајног трауматизма изазваног алкохолом. Медицински Факултет, Београд.
- [149] Pantelic, O., Pesic, D., Vujanic, M., Vujaklija, D.B. (2012). Towards an analytical information system of traffic accidents in the function of traffic safety monitoring. *Scientific Research and Essays*, Volume 7, Issue 3, pp.398-409.
- [150] Papaioannou, P., Mintsis, G., Taxiltaris, C., Basbas, S. (2002). Enforcement and traffic accidents: recent experience from Greece. Proceedings of 15<sup>th</sup> ICTCT Workshop, Brno.
- [151] Parker, D., Reason J.T., Manstead, A. and Stradling, S. (1995). Driving errors, driving violations and accident involvement, *Ergonomics*, Volume 38, pp.1036-1048.
- [152] Parker, D., West, R., Stradling, S. and Manstead A. (1995). Behavioural characteristics and involvement in different types of traffic accident, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 27, Issue 4, pp.571-581
- [153] Perkins, S. and Harris, J. (1967). Traffic conflict characteristics-accident potential at intersections, *Highway Research Board*, Volume 225, pp.35-43.

- [154] Пешић, Д., Пешић, Д., Вујанић, М.М. (2009). Примена конфликтне технике за смањење угрожености пешака (пример Трга Николе Пашића и Београду). IV стручни семинар "Улога локалне заједнице у безбедности саобраћаја", Земун.
- [155] Пешић, Д. (2009). Метод саобраћајног образовања и васпитања кажњених возача, магистарски рад, Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет у Београду.
- [156] Пешић, Д. и Антић, Б. (2012). Значај и могућност примене индикатора безбедности саобраћаја за локалну заједницу. 7. Међународна конференција "Безбедност саобраћаја у локалној заједници", Доњи Милановац, стр.111-116.
- [157] Пешић, Д., Вујанић, М., Кукић, Д., Антић, Б. и Вујанић, М.М. (2010). Одабир показатеља за оцену ризика, односно нивоа безбедности саобраћаја – светска искуства. X Међународни симпозијум "Превенција саобраћајних незгода 2010", Нови Сад, стр.164-173.
- [158] Pestic, D., Vujanic, M., Lipovac, K., Antic, B. (2011). Analysis of possibility for traffic safety improvement based on Serbian traffic violation database analysis. *Scientific Research and Essays*, Volume 6, Issue 29, pp.6140-6151.
- [159] Pešić, D., Vujanić, M., Lipovac, K. and Antić, B. (2012): An integrated method of identifying and ranking danger spots for pedestrians on microlocation, *Transport*, Volume 27, Issue 1, pp.49-59.
- [160] Pešić, D., Vujanić, M., Lipovac, K. and Antić, B. (2012): New method for benchmarking traffic safety level (BTSL) for the territory, *Transport*, accepted for publication.
- [161] PIARC, (2003). Road safety manual.
- [162] Pickrell, T., Ye, T. (2010). Driver Electronic Device Use in 2009, NHTSA, Traffic safety facts – research note, DOT HS 811 372.
- [163] Porter, B., Johnson, K., Dozier, J and Murphy, E. (2010). Seat belt use in Virginia, final report 2010, Virginia Department of Motor Vehicles' Highway safety office, Norfolk, Virginia.
- [164] Pulugurtha, S.S., Krishnakumar, V.K., Nambisan, S.S. (2007). New methods to identify and rank high pedestrian crash zones: An illustration, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 39, Issue 4, pp.800-811.
- [165] Rajalin, S. (1994). The connection between risky driving and involvement in fatal accidents. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 26, pp.552-562.
- [166] Reason, J.T., Manstead, A. and Stradling, S. (1991). The social and cognitive determinants of abberant driving behaviour, TRRL Research Report No 253, Crowthorne, Berkshire, U.K. Transport Research Laboratory, 1991.
- [167] Redelmeier, D., Tibshirani, R. (1997). Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions, *New England Journal of Medicine*, Volume 336, pp.453-458.
- [168] Redelmeier, D.A., Tibshirani, R.J. And Evans, L. (2003). Traffic-law enforcement and risk of death from motor-vehicle crases: case-crossover study, *The Lancet*, Volume 361, Issue 9376, pp.2177-2182
- [169] Retting, R.A., Ferguson S.A., Hakkert S.A. (2003). Effects of red light cameras on violations and crashes: A review of the international literature, *Traffic Injury Prevention*, Volume 4, pp.17-23

- [170] Ribas, D.M. and Monterde, H. (2006). Spanish Demerit Point System – 19th ICTCT workshop, Minsk, Belarus
- [171] Rosenbloom, T. (2009). Crossing at a red light: Behaviour of individuals and groups, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Volume 12, Issue 5, pp.389-394.
- [172] Rothe, J., P. (1994): Beyond Traffic Safety, Transaction, New Brunswick, USA.
- [173] Rumar, K. (1999). Transport safety visions, targets and strategies: beyond 2000. First European Safety lecture, European Traffic Safety Council, Brussels.
- [174] Saaty, T. (1980). The analytic hierarchy process. New York.
- [175] Saisana, M. and Tarantola, S. (2002). State-of-the-art Report on current methodologies and practices for composite indicator development, European Commission, Italy ([http://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/Document/EUR20408%20EN\\_State\\_of\\_the\\_art\\_on\\_CIs\\_2002.pdf](http://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/Document/EUR20408%20EN_State_of_the_art_on_CIs_2002.pdf))
- [176] Schneider, R.J., Khattak, A.J., Zegeer, C.V. (2001). A proactive method of improving pedestrian safety using GIS: example from a college campus. *Transportation Research Record*, 1773, TRB, National Research Council, Washington, DC, pp.97-107.
- [177] Schneider, R.J., Ryznar, R.M. and Khattak, A.J. (2004). An accident waiting to happen: a spatial approach to proactive pedestrian planning. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 36, Issue 2, pp. 193-211.
- [178] Симић, Д., Малешкић, С. и Милинковић, Б. (2012). Стање безбедности саобраћаја у Републици Србији у 2011. години. 7. Међународна конференција "Безбедност саобраћаја у локалној заједници", Доњи Милановац, стр.47-52
- [179] Strayer, D., Drews, F., Crouch, D., Johnston, W. (2003). Why Do Cell Phone Conversations Interfere With Driving, Department of Psychology, University of Utah, Utah, USA.
- [180] Strayer, D., Jason, W., Drews, F. (2011). Cognitive Distraction While Multitasking in the Automobile. *The Psychology of Learning and Motivation*, Elsevier, Burlington, Volume 54, pp.29-58.
- [181] Strickland, T. and Stickrath, T. (2010). Observational survey of seat belt use in Ohio 2010, Applied Research Centre, Miami University, Ohio, USA.
- [182] Сузић, Н. (2007). Примењена педагошка методологија, Бања Лука.
- [183] Sutiwipakorn, W. and Prechaverakul, S. (2002). Thailand's Road Safety (ROSA) Index. VI Симпозијум са међународним учешћем "Превенција саобраћајних незгода на путевима 2002", Нови Сад.
- [184] Šliupas, T. (2009). The impact of road parameters and the surrounding area on traffic accidents, *Transport*, Volume 24, Issue 1, pp.42-47.
- [185] Tarawneh, T., Singh, V. and Mccooy, p. (1999). Investigation of effectiveness of media advertising and police enforcement in reducing red-light violation. *Transportation Research Record* No. 1693, pp.37-45.
- [186] Taylor M.C. et al. (2000). The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents. Crowthorne, Berkshire, UK TRL Report No. 421, Transport Research Laboratory (TRL).

- [187] Tillyer, R., Engel, R.S. and Cherkauskas, J.S. (2010). Best practice in vehicle stop data collection and analysis. *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management*, Volume 33, Issue 1, pp.69-92.
- [188] Tingvall, C., Stigson, H., Eriksson, L., Johansson, R., Krafft, M., Lie, A. (2010). The properties of safety performance indicators in target setting, projections and safety design of the road transport system. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 42, Issue 2, pp.372-376.
- [189] Tiwari, G., Mohan, D. and Fazio, J. (1998). Conflict analysis for prediction of fatal crash locations in mixed traffic streams. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 30, Issue 2, pp.207-215.
- [190] Tofflemire, T.C. and Whitehead, P.C. (1997). An evaluation of the impact of daytime running lights on traffic safety in Canada. *Journal of Safety Research*, Volume 28, Issue 4, pp.257-272.
- [191] Traynor, T.L. (2009) The impact of state level behavioral regulations on traffic fatality rates. *Journal of Safety Research*, Volume 40, pp.421-426.
- [192] Treat J.R. (1980). A study of precrash factors involved in traffic accidents, Ann Arbor, MI: HSRI Research Review.
- [193] Thulin, H., Gustafsson, S. (2004) Mobile Phone Use While Driving, Conclusions from four investigations, Swedish National Road and Transport Research Institute.
- [194] Turban R. (2009). Introduction to Information Systems, ISBN 978-86-7478-076-3, pp.116-119.
- [195] Tyler J.R. (1997). Citizen discontent with legal procedures: a social science perspective on civil procedure reform. *American Journal of Comparative Law*, Volume 45, pp.871-904
- [196] Ulmer R.G., Northrup V.S. (2005). Evaluation of the repeal of the all-rider motorcycle helmet law in Florida. National Highway Traffic Safety Administration, Washington D.C.
- [197] UN/ECE (1995). Statistics of Road Traffic Accidents in Europe and North America, Annex 1. Geneva.
- [198] Vaa, T. (1997). Increased police enforcement: effects on speed, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 29, Issue 3, pp.373-385.
- [199] Vemette, E. (2010). Curbing distracted driving – 2010 Survey of State Safety Programs, The Vermete Group, The Governors Highway Safety Association, The District of Columbia and Puerto Rico.
- [200] Vis, M.A. and Eksler, V. (Eds.). (2008). Road Safety Performance Indicators: Updated Country Comparisons. Deliverable D3.11a of the EU FP6 project SafetyNet.
- [201] Vis, M.A. and Van Gent, A.L. (Eds.). (2007). Road Safety Performance Indicators: Country Profiles. Deliverable D3.7b of the EU FP6 project SafetyNet.
- [202] Вујанић, М., Липовац, К., Вујовић, С., Беочанин, М., Ристић, Ж. и Анђелковић, Б. (1996). Саобраћајно-техничко вештачење 96 – приручник, Београд.
- [203] Вујанић, М., Липовац, К., Вучен, Н., Средић, З., Талијан, Д., Цвијан, М. и Селман, С. (2000). Приручник за саобраћајно-техничко вјештачење и процјене штета на возилима, Модул, Бања Лука.

- [204] Вујанић, М., Липовац, К., Антић, Б., Пешић, Д. и др. (2005). Пројекат израде базе података о саобраћајним незгодама на подручју Београда – I фазни извештај. Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Институт Саобраћајног факултета, Београд.
- [205] Вујанић, М., Липовац, К., Антић, Б., Пешић, Д. и др. (2006). Пројекат израде базе података о саобраћајним незгодама на подручју Београда – II фазни извештај. Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Институт Саобраћајног факултета, Београд.
- [206] Вујанић, М., Липовац, К., Антић, Б., Пешић, Д. и др. (2010). Стратегија града Београда о безбедности саобраћаја. Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Београд.
- [207] Вујанић, М., Липовац, К., Антић, Б., Пешић, Д. и др. (2009). Студија безбедности деце-пешака у Београду у периоду 1999. до 2006. Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Институт Саобраћајног факултета, Београд.
- [208] Vuјanic, M. and Jovanov, D. (1999). Method of traffic safety level evaluation in big cities, ICTCT Workshop in Budapest – Proceedings, Budapest.
- [209] Вујанић, М., Липовац, К., Антић, Б., Пешић, Д. (2009). Студија унапређења безбедности пешака на семафорисаном пешачком прелазу Трг Николе Пашића 10 у Београду. Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Институт Саобраћајног факултета, Београд.
- [210] Wang, Y.G.; Bai, H.; Xiang, W.S. (2011). Traffic safety performance assessment and multivariate treatments for intersection locations. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, Volume 6, Issue 1, pp.30-38.
- [211] Wong, S.C., Sze, N.N., Yip, H.P., Loo, B.P.Y., Hung, W.T., Hong K.L. (2006). Association between setting quantified road safety targets and road fatality reduction. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 38, Issue 5, pp.997-1005.
- [212] Wegman, F., Eksler, V., Hayes, S., Lynam, D., Morsink, P., Oppe, S. (2005). SUNflower+6: A Comparative Study of the Development of the Road Safety in the SUNflower+6 Countries: Final Report. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, The Netherlands.
- [213] Wegman, F., Commandeur, J., Doveh, E., Eksler, V., Gitelman, V., Hakkert, S., Lynam, D., Oppe, S. (2008). SUNflowerNext: Towards a Composite Road Safety Performance Index. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, The Netherlands.
- [214] Wegman, F., Oppe, S. (2010). Benchmarking road safety performances of countries, *Safety Science*, Volume 48, Issue 9, pp.1203-1211.
- [215] Winkler, W., Jakobshagen, W. & Nickel, W. R. (1991). Ruckfaliigkeit von Teilnehmern an Kursen fur wiederholt alkoholoiauffaliige Kraftfahrer nach funf Jahren. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt fur StraAenwesen BASt, Bereich Unfallforschung (Forschungsbericht Nr. 224).
- [216] World Health Organization (WHO). (2004). World report on road traffic injury prevention.
- [217] World Health Organisation (WHO). (2006). Helmets: a road safety manual for decision-makers and practitioners, Geneva.



- [218] World Health Organisation (WHO). (2007). Drinking and driving: a road safety manual for decision-makers and practitioners, Geneva.
- [219] World Health Organisation (WHO). (2008). Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners, Geneva.
- [220] World Health Organization (WHO.) (2009a). Global status report on road safety: Time for action.
- [221] World Health Organization (WHO). (2009b). First Global Ministerial Conference on road safety ([http://www.who.int/roadsafety/ministerial\\_conference/en/index.html](http://www.who.int/roadsafety/ministerial_conference/en/index.html), посећено 10.06.2012).
- [222] World Health Organisation (WHO). (2009c). Seat-belts and child restraints: a road safety manual for decision-makers and practitioners, Geneva.
- [223] World Health Organization (WHO). (2011a). Decade of Action for Road Safety 2011-2020 ([http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/publications/road\\_traffic/decade\\_booklet/en/index.html](http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/decade_booklet/en/index.html), посећено 15.06.2012.).
- [224] World Health Organization (WHO). (2011b). Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020 ([http://www.who.int/roadsafety/decade\\_of\\_action/plan/en/index.html](http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/en/index.html), посећено 15.06.2012.).
- [225] White, M., Eiser, R., Harris, P. (2004). Risk Perceptions of Mobile Phone Use While Driving. *Risk Analyses*, Volume 24, Issue 2, pp.323-334.
- [226] Закон о безбедности саобраћаја на путевима (2009). Службени гласник РС бр. 41/09 и бр. 53/10.
- [227] Zhang, W., Tsimhoni, O., Sivak, M. and Flannagan, M., J. (2010). Road safety in China: Analysis of current challenges, *Journal of Safety Research*, Volume 41, Issue 1, pp.25-30.

## БИОГРАФИЈА АУТОРА

Мр Далибор Р. Пешић је рођен 15.01.1978. године у Београду, где је стекао основно и средње образовање. На Саобраћајном факултету у Београду дипломирао је 27. децембра 2002. године са просечном оценом током студија 8,56 и са оценом 10 одбранио дипломски рад на Катедри за безбедност саобраћаја и друмска возила, са темом "Анализа просторне и временске расподеле саобраћајних незгода са пешацима у Београду".

Од маја 2003. год. запослен је на радном месту асистента-приправника на Катедри за безбедност саобраћаја и друмска возила Саобраћајног факултета Универзитета у Београду за ужу научну област Превентива и безбедност у саобраћају. Магистрирао је 24.11.2009. године на смеру "Превентива и безбедност у друмском саобраћају и транспорту" на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду са темом "Метод саобраћајног образовања и васпитања кажњених возача" и од марта 2010. године изабран је у звање асистента на смеру Безбедност друмског саобраћаја.

У досадашњем раду, Мр Далибор Пешић је био аутор или коаутор преко 50 научних и стручних радова, од којих седам радова на SCI листи. Такође је био члан ауторског тима у више од 50 студија и пројеката. На Институту Саобраћајног факултета у Београду учествовао је у преко хиљаду експертиза саобраћајних незгода као члан Комисије за вештачења саобраћајних незгода.

Поседује лиценцу прописану за дипломираног саобраћајног инжењера (одговорни пројектант) од 16.06.2008. године, сертификат о професионалној компетенцији (СПС) за менаџера у националном међународном друмском превозу IRU академије од 22.10.2009. године и сертификат за предавача и испитивача у области унапређења знања из безбедности саобраћаја од 12.10.2011. године Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани мр Далибор Р. Пешић

број уписа \_\_\_\_\_

### Изјављујем

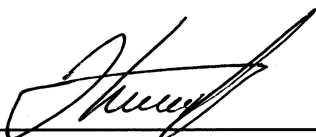
да је докторска дисертација под насловом

РАЗВОЈ И УНАПРЕЂЕЊЕ МЕТОДА ЗА МЕРЕЊЕ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ  
САОБРАЋАЈА НА ПОДРУЧЈУ

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 04. септембра 2012. године



\_\_\_\_\_

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора мр Далибор Р. Пешић

Број уписа \_\_\_\_\_

Студијски програм \_\_\_\_\_

Наслов рада РАЗВОЈ И УНАПРЕЂЕЊЕ МЕТОДА ЗА  
МЕРЕЊЕ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА НА  
ПОДРУЧЈУ

Ментор

Редовни професор др Милан Вујанић

Потписани мр Далибор Р. Пешић

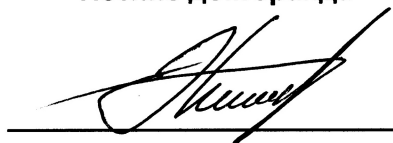
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 04. септембра 2012. године



### Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

РАЗВОЈ И УНАПРЕЂЕЊЕ МЕТОДА ЗА МЕРЕЊЕ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ  
САОБРАЋАЈА НА ПОДРУЧЈУ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

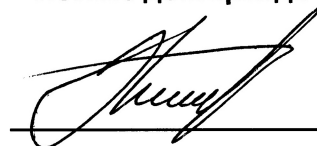
5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 04. септембар 2012. године

Потпис докторанда



1. Ауторство - Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.