

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ

Ненад З. Марковић

**РАЗВОЈ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА  
САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА ЗАСНОВАНОГ  
НА УТИЦАЈНИМ ФАКТОРИМА**

докторска дисертација

Београд, 2019.



UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC ENGINEERING

Nenad Z. Marković

**DEVELOPING A MODEL OF IN-DEPTH  
ANALYSIS OF ROAD ACCIDENTS BASED ON  
CONTRIBUTORY FACTORS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2019



## **МЕНТОР**

Ванредни професор др Далибор Пешић,  
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

## **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

Ванредни професор др Далибор Пешић,  
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

Редовни професор др Крсто Липовац,  
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

Ванредни професор др Борис Антић,  
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

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

датум одбране: \_\_\_\_\_



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

**Резиме:** Стање безбедности саобраћаја у свету и даље задржава тенденцију погоршања, о чему говоре и последњи извештаји Светске здравствене организације, који показују да је број смртно страдалих у саобраћајним незгодама и поред низа предузетих активности на годишњем светском нивоу, прешао 1,35 милиона људи (WHO, 2019). Иако је до сада постигнут завидан ниво свести о овом проблему, у већини држава није смањено страдање у саобраћају. Ово јасно указује да проблем безбедности саобраћаја, настанка саобраћајних незгода и страдања у саобраћају, још није довољно разјашњен, као ни мере које ће дати адекватне резултате. За дефинисање квалитетних превентивних мера и активности, поред неизоставне подршке на свим државним нивоима, неопходно је и квалитетно сагледавање проблема.

За сагледавање проблема безбедности саобраћаја најважније је у потпуности разјаснити узроке, околности и друге факторе који за последицу имају саобраћајну незгоду. Ово представља изузетно сложен и дуготрајан поступак, јер саобраћајну незгоду прати изузетно велики и сложен сплет околности и утицаја различитих фактора. Веома често се они, могу изузетно брзо и лако мењати, па их некада није могуће ни сагледати у потпуности. С једне стране, због сложености околности настанка незгоде, а са друге, из разлога недовољно развијених модела за анализу, најчешће се као утицајни фактори настанка незгоде, препознају само поједини појавни облици утицаја и пропуста. Они не зависе у сваком свом појављивању од истих утицајних фактора, а што додатно отежава њихово сагледавање и елиминисање из саобраћајног система, и спречавање појаве негативних утицаја на саобраћај.

За правилно разумевање околности под којима се поједини појавни облици (фактори) појављују и имају за последицу саобраћајну незгоду, неопходно је анализирати незгоду са различитих аспеката (мултидисциплинарно), а како би се могли сагледати сви потенцијални утицаји и међузависности. Овакво сагледавање околности настанка саобраћајних незгода у највећој мери омогућавају дубинске анализе, јер мултидисциплинарно анализирају сваку појединачну незгоду и препознају утицаје свих фактора. Поред тога, дубинске анализе, се детаљно и студиозно баве појединачном незгодом у циљу разумевања утицаја појединих околности на њен настанак и последице, као и повезаношћу утицајних фактора који за последицу имају незгоду. Некада овим анализама нису обухваћени сви потенцијални утицаји, јер су анализе фокусиране на само поједине проблеме или појавне облике, што ограничава основни циљ потпуног дефинисања утицајних фактора.

Дубинске анализе саобраћајних незгода представљају изузетно скуп и захтеван метод, који захтева постојање и рад већег броја експерата. Често су усмерене на препознавање одређеног броја најважнијих фактора, или на поједине типове незгоде или ограничени број незгода, што им такође ограничава ефективност.

Због поменутих разлога, у пракси је недовољно примењена ова метода у превентивном раду у безбедности саобраћаја, што за последицу има недовољно препознавање утицајних фактора. За унапређење препознавања и дефинисања утицајних фактора саобраћајних незгода потребно је дугогодишње прикупљање обележја саобраћајних незгода, како би се анализирали и дефинисали сви адекватни утицајни фактори на неком подручју.

Имајући у виду да овај процес захтева проток времена, неопходно је потражити алтернативу за унапређењем модела дубинских анализа у постојећим знањима и искуствима. Имајући у виду да постоји дугогодишња пракса препознавања узрока и околности настанка саобраћајних незгода применом експертиза саобраћајних незгода, то је подстакло на развој модела који ће на основу расположивих знања омогућити квалитетније и ефикасније спровођење дубинских анализа. Експертизама саобраћајних незгода се осим препознавања постојања утицаја на незгоду, дефинише и врста утицаја, односно његов значај за конкретну незгоду. Ово има изузетан значај за међусобно поређење степена утицаја препознатих фактора и рангирање фактора.

Имајући наведено у виду, а у циљу бољег и квалитетнијег препознавања утицајних фактора и њиховог значаја, у докторској дисертацији развијен је модел Бајесове неуронске мреже за препознавање утицајних фактора саобраћајне незгоде уз помоћ искустава из експертиза. Развијени модел на основу стеченог знања из експертиза саобраћајних незгода врши препознавање утицајних фактора на основу обележја саобраћајне незгоде и дефинише њихов значај, а што је и био предмет дисертације. Ово омогућава препознавање утицајних фактора још у почетној фази спровођења дубинске анализе, на који начин је омогућено брже, ефикасније, потпуније, детаљније и јефтиније спровођење дубинске анализе. Поред тога, омогућено је фокусирање дубинске анализе на факторе који су имали утицаја на конкретну незгоду, чиме је избегнуто непотребно трошење расположивих ресурса на прикупљање и анализу осталих фактора. На овај начин, у знатно већој мери, могуће је посветити се препознатим утицајним факторима и детаљније их истраживати, како би се боље разумео њихов утицај и препознали нови утицајни фактори. У докторској дисертацији је сходно дефинисаној хипотези доказано да се експертизама саобраћајних незгода могу утврдити утицајни фактори саобраћајне незгоде и на основу врсте утицаја дефинисати ток дубинске анализе. Развијеним моделом дубинских анализа саобраћајних незгода, омогућава се детаљна анализа утицаја (начина, врсте, типа) препознатих фактора саобраћајне незгоде, на који начин се повећава квалитет и ефективност дубинских анализа.

**Кључне речи:** Безбедност саобраћаја, Саобраћајна незгода, Узроци, Околности, Утицајни фактори, Експертизе, Дубинске анализе

**Научна област:** Безбедност саобраћаја

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

**УДК:**



## **DEVELOPING A MODEL OF IN-DEPTH ANALYSIS OF ROAD ACCIDENTS BASED ON CONTRIBUTORY FACTORS**

**Resume:** According to the latest reports of the World Health Organization (WHO, 2019), the worsening trend of road safety continues world-wide, accounting for over 1.35 million road fatalities, in spite of a series of measures already undertaken at global level. Although an enviable level of awareness of the road safety problems has been achieved to date, majority of states have not succeeded in reducing the number of road casualties. This is a clear indication that road safety problems, the occurrence of road accidents and road casualties, as well as the measures that are likely to yield adequate results, have not been yet clarified sufficiently. In addition to the indispensable support at all state levels, defining quality prevention measures and activities requires understanding of road safety problems in a quality manner.

In order to comprehend road safety problems, the most important thing is to clarify completely the causes, circumstances and other factors having a road accident as a consequence. This is an exceptionally complex and long-lasting process, since road accidents are accompanied by an extremely huge and complicated set of circumstances and impacts of various factors. They can change very often in an extremely fast and easy way, while sometimes it is not possible to comprehend them completely. Due to the complexity of circumstances in which a road accident occurs, on one hand, and for reasons of insufficiently developed analysis models, on the other hand, only certain manifestations related to impacts and failures have been most often recognized as contributory factors to the road accidents occurred. They do not depend on the same contributory factors within each of their manifestations, which makes an additional impediment for their comprehension and elimination from the road traffic system, and prevention of negative impacts on road traffic.

In order to properly understand the circumstances under which some manifestations (factors) having a road accident as a consequence occur, it will be necessary to analyze a road accident from various aspects (i.e. in a multidisciplinary way), so that all potential impacts and their mutual dependence could be grasped. Such a comprehension of circumstances in which road accidents occur is largely enabled by in-depth analyses of road accidents as they provide a multi-disciplinary analysis of each individual road accident and are able to recognize the contribution of each factor involved. In addition, in-depth analyses offer a detailed and studious analysis of an individual road accident, for a better understanding of the impact some circumstances have on its occurrence and consequences, as well as of the links among related contributory factors that are having a road accident as a consequence. These analyses sometimes do not include all potential impacts, as they focus only on specific problems or manifestations, which actually limits the main objective of fully defining those contributory factors.

Conducting an in-depth analysis of a road accident is an extremely expensive and demanding method, requiring the existence and involvement of a larger number of experts. They are often oriented towards recognizing a certain number of the most significant factors, or towards specific types of road accidents, or a limited number of road accidents, which also limits their effectiveness. For these reasons, this method has not been applied sufficiently in practice in cases of carrying out prevention work in road safety, which had as a consequence insufficient recognition of contributory factors. Improvement of identification and definition of contributory factors to road accidents requires a long-lasting collection process of road accident features for the purpose of analyzing and defining all adequate contributory factors in an area.

Given that this process requires some flow of time, it is necessary to search for an alternative solution for improving the model of in-depth analyses within the existing knowledge and experience. The long-standing practice of recognizing the causes and circumstances in which road accidents occur, by using the expertise applicable to road accidents, has encouraged the development of a model that will be able to provide more quality and efficient conduct of in-depth analyses, on the basis of available knowledge and expertise. Apart from recognizing the existence of impacts on a road accident, the expertise relative to road accidents can be used for defining the type of impact, or its significance for the concrete road accident. This is of particular significance for mutual comparison of levels of impacts of recognized factors and ranking of those factors.

Having in mind the abovementioned, and with the aim to recognize the contributory factors and their significance in a better and more quality way, the model of Bayesian neural network for recognition of contributory factors to road accidents, using the experience from expertise, has been developed in the present doctoral dissertation. The model developed on the basis of acquired knowledge from road accident expertise helps recognize contributory factors on the basis of road accident features and defines their significance, which is actually the subject of this dissertation. This enables the recognition of contributory factors even at the initial stage of conducting an in-depth analysis, thus providing a faster, more efficient, more comprehensive, more detailed and more cost-effective conduct of an in-depth analysis. In addition, it enables the in-depth analysis to focus on factors that have had an impact on the road accident in question, which also helps avoid unnecessary spending of available resources for collecting and analyzing other factors. Dedicating the efforts to identified contributory factors and exploring them in more detail can be achieved in that way, even to a higher degree, in order to better understand their impact and recognize new contributory factors. Following the hypothesis defined in this doctoral dissertation, it has been proved that road accident expertise can identify contributory factors to a road accident, and define the in-depth flow on the basis of impact type. The model of in-depth analyses of road accidents developed in that way enables a detailed impact analysis (of methods, categories, types) of recognized road accident factors, which consequently increases the quality and effectiveness of in-depth analyses concerned.

**Keywords:** Road safety, Road accident, Causes, Circumstances, Contributory factors, Expertise, In-depth analyses

**Scientific field:** Road safety

**Scientific subfield:** Prevention and road safety

UDC



# САДРЖАЈ

<b>ЛИСТА СЛИКА И ГРАФИКА .....</b>	<b>V</b>
<b>ЛИСТА ТАБЕЛА .....</b>	<b>VII</b>
<b>ЛИСТА АКРОНИМА И КОРИШЋЕНИХ СКРАЋЕНИЦА .....</b>	<b>VIII</b>
<b>1. УВОД .....</b>	<b>1</b>
1.1. ОБРАЗЛОЖЕЊЕ МОТИВА ЗА ИЗБОР ТЕМЕ .....	2
1.2. УВОД У ПРЕДМЕТ ТЕЗЕ .....	7
1.3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ .....	8
1.4. ДЕФИНИСАЊЕ ПРЕДМЕТА И ЦИЉЕВА ИСТРАЖИВАЊА .....	9
1.5. КРАТАК ОПИС САДРЖАЈА РАДА ПО ПОГЛАВЉИМА .....	10
<b>2. АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА – ОСНОВНЕ ПОСТАВКЕ .....</b>	<b>12</b>
2.1. ПОЈАМ САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ, ОСНОВНИ ПОЈМОВИ.....	12
2.1.1. Анализе саобраћајних незгода.....	18
2.2. НАЈЗНАЧАЈНИЈЕ МЕТОДЕ ЕТИОЛОШКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА .....	19
2.2.1. Експертизе саобраћајних незгода .....	19
2.2.2. Дубинска анализа саобраћајне незгоде .....	21
2.2.3. Case study – Студија случаја.....	23
2.2.4. Анализа понашања .....	24
2.2.5. Научно посматрање .....	25
2.2.6. Експерименти - Crash тестови.....	25

2.3. УЗРОЦИ НАСТАНКА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА.....	27
2.4. ОКОЛНОСТИ НАСТАНКА САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ .....	29
2.5. ЗНАЧАЈ АНАЛИЗЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА .....	31
2.5.1. Значај дефинисања пропуста учесника саобраћајне незгоде.....	32
2.5.2. Спречавање настанка нових саобраћајних незгода – Превентивни значај .....	34
2.5.3. Дефинисање фактора који су имали утицаја на настанак незгоде и последице .....	37
2.6. ЗАКЉУЧЦИ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА, ПРЕПОЗНАВАЊЕ НАЈВАЖНИЈИХ ФАКТОРА НАСТАНКА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА И ПОСЛЕДИЦА.....	40

### 3. **ДУБИНСКЕ АНАЛИЗЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА ..... 43**

3.1. ПОЈАМ, ЗНАЧАЈ И ЦИЉЕВИ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА .....	43
3.2. ЗАКОНСКА ОСНОВА И ПРОПИСИ У ВЕЗИ СА ДУБИНСКИМ АНАЛИЗАМА .....	45
3.3. ПРЕГЛЕД РЕФЕРЕНТНЕ ЛИТЕРАТУРЕ И РЕЛЕВАНТНИХ ИСТРАЖИВАЊА.....	47
3.3.1. Резултати истраживања о бази података дубинских анализа пројекта SafetyNet .....	49
3.3.1.1. SNACS метода - SafetyNet Accident Causation System .....	52
3.3.2. Најбоља пракса у безбедности саобраћаја Европске комисије – пројекат SUPREME.....	54
3.3.2.1. Увод о пројекту SUPREME.....	54
3.3.2.2. Најбоља пракса дубинских анализа према пројекту SUPREME .....	55
3.3.2.3. Препоруке за примену дубинских анализа саобраћајних незгода према пројекту SUPREME.....	56
3.3.3. Методолошке поставке и резултати “On-The-Spot” анализа - Department for transport UK .....	57
3.3.4. Традиција и пракса развоја и усавршавања ANCIS – Аустралијске националне студије дубинских анализа .....	63
3.3.5. Методологија прикупљања и анализе података дубинских анализа саобраћајних незгода у Немачкој – GIDAS база података .....	65
3.3.6. Развој и успостављање методологије вршења дубинских анализа истраживачког центра "MONASH" универзитета.....	67
3.3.7. Примењена пракса дубинских анализа саобраћајних незгода истраживачког центра универзитета у ADELAIDI.....	68
3.3.8. Систематизација методологија дубинских анализа саобраћајних незгода.....	70
3.4. ЗАКЉУЧЦИ И ОДАБИР ФАКТОРА НАСТАНКА НЕЗГОДА И ПОСЛЕДИЦА, НА ОСНОВУ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА .....	73

## **РАЗВОЈ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА ..... 76**

4.1. ЗНАЧАЈ РАЗВОЈА МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА .....	76
4.1.1. Појам модела и применљивост на саобраћај .....	77
4.1.2. Модели у безбедности саобраћаја.....	78
4.2. МОДЕЛИ ЗА ИЗБОР УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА НАСТАНКА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА .....	79
4.3. ЗНАЧАЈ ИЗБОРА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА ПРИМЕНОМ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА .....	82
4.4. ИЗБОР УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА .....	85
4.4.1. Утицајни фактори судара "возило-возило" .....	87
4.4.2. Утицајни фактори судара типа "возило-двоточкаш" .....	90
4.4.3. Утицајни фактори судара на примеру семафоризованих раскрсница .....	93
4.4.4. Остали утицајни фактори значајни за настанак саобраћајних незгода и понашање учесника у саобраћају .....	94
4.4.5. Дефинисање утицајних фактора настанка саобраћајних незгода применом Бајесових мрежа.....	95
4.5. ПРЕДЛОГ НОВОГ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА .....	100
4.5.1. Општи модел дубинских анализа саобраћајних незгода.....	100
4.5.1.1. Циљна популација.....	102
4.5.1.2. Узорачка популација .....	102
4.5.1.3. Узорак .....	103
4.5.1.4. Период реализације .....	106
4.5.1.5. Метод прикупљања података.....	107
4.5.1.6. Минимални сет података који се прикупљају .....	110
4.5.2. Похрањивање података за даље анализе .....	112
4.5.2.1. Утврђивање утицајних фактора настанка незгоде .....	114
4.5.3. Модел дубинских анализа типа "возило-возило" .....	115
4.5.4. Модел дубинских анализа типа "једно возило" .....	117
4.5.5. Модел дубинских анализа типа "возило-пешак".....	119
4.5.6. Модел дубинских анализа типа "возило-двоточкаш" .....	120
4.6. ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ РАЗВИЈЕНИХ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА ЗАСНОВАНИХ НА УТИЦАЈНИМ ФАКТОРИМА .....	122

## **АНАЛИЗА ТЕСТИРАЊА РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА ДУБИНСКЕ АНАЛИЗЕ ..... 124**

5.1. ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА .....	124
5.2. ТУМАЧЕЊЕ РЕЗУЛТАТА .....	139

5.3.	КВАНТИФИКАЦИЈА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА НА МОДЕЛ ДУБИНСКЕ АНАЛИЗЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА.....	147
6.	<b>ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА .....</b>	<b>154</b>
6.1.	НАУЧНИ ДОПРИНОС ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ.....	156
6.2.	ПРАКТИЧНИ ЗНАЧАЈ ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА ДУБИНСКЕ АНАЛИЗЕ.....	160
6.3.	ПРАВЦИ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА .....	162
7.	<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>164</b>
	<b>БИОГРАФИЈА АУТОРА .....</b>	<b>177</b>

## ЛИСТА СЛИКА И ГРАФИКА

Слика бр. 3.1	– Место дубинске анализе саобраћајних незгода у „животном циклусу пута“ .....	44
График бр.3.1	– Кораци у процесу дубинске анализе, Bjorkman (2008).....	51
График бр.3.2	– Утицајни фактори и међузависности фактора према SafetuNet-у, за незгоде са једним возилом .....	53
График бр.3.3	– Утицајни фактори и међузависности фактора према SafetuNet-у, за незгоде у сустизању .....	53
График бр.4.1	– Општи модел процеса дефинисања утицајних фактора применом дубинских анализа саобраћајних незгода.....	86
Слика бр. 4.1	– Регресије развијеног модела у односу на стварне вредности .....	89
Слика бр. 4.2	– Бајесова мрежа најопштији модел за одређивање значајних фактора саобраћајне незгоде.....	99
График бр. 4.2	– Шематски приказ функционисања модела .....	101
График бр. 4.3	– Расподела утицајних фактора.....	104
Слика бр. 4.4	– Схематски приказ базе података.....	113
График бр. 5.1	– Број стварних и препознатих утицајних фактора по незгодама.....	131
График бр. 5.2	– Заступљеност препознатих и утицајних фактора .....	132
График бр. 5.3	– Поређење утицајних и најчешће препознатих фактора који нису имали утицаја из контролног узорка незгода.....	133
График бр. 5.4	– Препознати фактори према врсти утицаја на незгоде .....	134
График бр. 5.5	– Однос препознатих и утицајних фактора код незгода са учешћем пешака .....	135
График бр. 5.6	– Процент препознатих утицајних фактора према типовима свих незгода.....	135



График бр. 5.7	– Однос препознатих и утицајних фактора код незгода са учешћем једног возила.....	136
График бр. 5.8	– Процент препознатих утицајних фактора код незгода са учешћем једног возила.....	137
График бр. 5.9	– Однос препознатих и утицајних фактора код незгода са учешћем два возила.....	138
График бр. 5.10	– Процент препознатих утицајних фактора код незгода са учешћем два возила.....	138
График бр. 5.11	– Непрепознати фактори према дефинисаним групама незгода.....	143
График бр. 5.12	– Препознати фактори без утицаја према дефинисаним групама незгода.....	144
График бр. 5.13	– Препознавање значаја првог по реду утицајног фактора.....	145
График бр. 5.14	– Препознавање значаја другог по реду утицајног фактора.....	146
График бр. 5.15	– Препознавање значаја обједињена прва два утицајна фактора.....	146
График бр. 5.16	– Значај и ранг препознатих утицајних фактора.....	150
График бр. 5.17	– Учесталост и степен значаја препознатих фактора на настанак саобраћајних незгода.....	151

## ЛИСТА ТАБЕЛА

Табела бр. 4.1 – Препознати утицајни фактори Бајесовом мрежом на основу обележја саобраћајне незгоде .....	100
Табела бр. 4.2 – Неопходан узорак саобраћајних незгода на територији Републике Србије.....	105
Табела бр. 5.1 – Дефиниције препознатих утицајних фактора саобраћајних незгода на анализираном узорку, према CaDAS протоколу .....	125
Табела бр. 5.2 – Дефиниције типова саобраћајних незгода из анализираног узорка, према CaDAS протоколу .....	127
Табела бр. 5.3 – Утицајни фактори дубински анализираних саобраћајних незгода .....	128
Табела бр. 5.4 – Број утицајних и препознатих фактора саобраћајних незгода .....	130
Табела бр. 5.5 – Утицајни и препознатих фактори настанка саобраћајних незгода према значају .....	149

## ЛИСТА АКРОНИМА И КОРИШЋЕНИХ СКРАЋЕНИЦА

AAHTWO	–	Accident Analysis Heavy Trucks TWO - Holand
ABS	–	Anti-lock braking system
ACASS	–	Accident Causation Analysis with Seven Steps
ACEM	–	Australasian College for Emergency Medicine
ANCIS	–	Australian National Crash In-depth Study
ANN	–	Artificial neural networks
BASt	–	Federal Highway Research Institute (BASt) of the German
CaDAS	–	A Common Road Accident Data Framework In Europe
CARE	–	Community Road Accident Database
CASR	–	Centre for Automotive Safety Research ADELAIDI
CCIS	–	Co-operative Crash Injury Study
CHILD	–	Child helth intellectual and lifestyle development
CPS	–	Crown Prosecution Service in England,
DAF	–	Произвођач теретних возила
EACS	–	European Accident Causation Survey
ECBOS	–	Enhanced coach and bus occupant safety
ERSO	–	European Reintegration Support Organisations
ERSO	–	European Road Safety Observatory
ESP	–	Electronic Stability Programme
ETAC	–	European Truck Accident Causation
EuroNCAP	–	European New Car Assessment
EY	–	Европска Унија
FAT	–	Немачка асоцијација за истраживања у аутомобилској индустрији
FRRI	–	Federal Road Research Institute, Институт за истраживања на путевима
GIDAS	–	German In-Depth Accident Study

JIC	-	Јединствени информациони систем
MAIDS	-	Motorcycle Accidents In Depth Study
MS Acces	-	Microsoft Access
MUARC	-	Monash University Accident Research Centre
NPRA	-	National Petrochemical & Refiners Association
OECD	-	Organisation for Economic Co-operation and Development
OTS	-	On the Spot study
PENDANT	-	Pan-European Co-ordinated Accident and Injury Database
PIARC	-	WORLD ROAD ASSOCIATION GUIDE
RISER	-	roadside infrastructure for safer European roads
SafetyNet	-	Integrated Project
SNACS	-	SafetyNet Accident Causation System
SUPREME	-	Summary and publication of best practices in road safety in the member states
TeRN	-	Tecnologie per le Osservazioni della Terra e i Rischi Naturali
TNO	-	истраживачка организација Холандија
TRL	-	Transport Research Laboratory Berkshire,
VSRC	-	Vehicle Safety Research Centre at Loughborough University, Nottinghamshire
WHO	-	World health organization

# 1.

## УВОД

Према подацима Светске здравствене организације, стање безбедности саобраћаја у свету и даље има тенденцију погоршања, а смртно страдање у саобраћају је прешло 1,35 милиона људи годишње (WHO, 2019). Према истом извору, свакодневно, у саобраћају смртно страда око 3.700 лица и до 50 милиона људи бива повређено, а саобраћајне незгоде су постале осми водећи узрок смрти на свету, при чему се процењује да би до 2030. године могле постати пети. Саобраћајне незгоде представљају један од значајнијих узрока смрти свих старосних категорија, а водећи за популацију младих (до 29 година) (WHO, 2018). Иако је Генерална скупштина УН донела глобални план деценије акција за безбедност саобраћаја 2011-2020. године, а који је у значајном броју земаља прихваћен и имплементиран, досадашњи резултати показују да постављени циљеви нису ни приближно остварени (WHO, 2019). Такође, осим смртног страдања људи, у саобраћајним незгодама настају и велике материјалне штете и повреде, а што све заједно ствара изузетно велике социјалне трошкове. Процењује се (Antić et al, 2012) да једна саобраћајна незгода, у зависности од насталих последица, може представљати трошак од најмање 3.082,00 € (лако повређени у Републици Србији) до 309.753,00€, (погинули у Републици Србији), док према другим ауторима горња вредност трошкова саобраћајне незгоде са погинулим може достићи 356.962,00 € (PIARC, 2011), 317.317,00 € (Ross, 2012), па до чак 2.299.016,00 € (Министарство транспорта Велике Британије, 2013).

Данас у све већем броју земаља постоји развијена свест да се безбедношћу саобраћаја може управљати. Успех на пољу успостављања функционалног система безбедности саобраћаја између земаља је веома различит.

Поједине земље су улагањем великих напора успеле да остваре одржив систем безбедности саобраћаја којим се може ефикасно управљати. Најдаље су отишле Велика Британија, Шведска и Холандија. Успостављање ефикасног система безбедности саобраћаја у овим земљама пратио је развој институција, организација, научне области безбедности саобраћаја, као и неизоставни део системског функционисања и координација и кооперација између свих субјеката безбедности саобраћаја. Ове земље су се водиле опште прихваћеним стандардом у области безбедности саобраћаја, који подразумева да повећање степена моторизације, као и повећање перформанси саобраћајног система не сме да буде разлог повећања броја саобраћајних незгода, погинулих и повређених лица у саобраћајним незгодама. Спровођењем квалитетних истраживања узрока и околности страдања у саобраћају, успостављен је системски приступ праћења стања безбедности саобраћаја, а са друге стране формирана квалитетна основа за превентивно деловање у безбедности саобраћаја.

## 1.1. ОБРАЗЛОЖЕЊЕ МОТИВА ЗА ИЗБОР ТЕМЕ

Превентивно деловање захтева препознавање фактора који утичу на настанак саобраћајне незгоде, а затим анализу и утицај тих фактора на насталу саобраћајну незгоду. Дакле, за формирање мера за превентивно деловање није довољно препознати само основне утицајне факторе, јер се на основу тога не могу формирати адекватне мере за превентивно деловање. Наиме, препознавањем једног фактора, као што је примера ради фактор човек, није могуће утврдити којим и каквим мерама је неопходно деловати на фактор човек да би се смањио број саобраћајних незгода. За то је у конкретним ситуацијама потребно детаљно анализирати на који начин фактор човек доприноси настанку саобраћајних незгода, па сходно томе препознати како се може утицати превентивно на фактор човек.

По сличном принципу, за сваки од основних фактора настанка саобраћајне незгоде, могуће је дефинисати велики број фактора који утичу на настанак незгоде, па их је неопходно препознати, систематизовати и формирати базу на основу које је могуће развијати мере за превентивно деловање у саобраћају.

У Европи је за утврђивање узрока и околности саобраћајних незгода развијен и усвојен програм дубинских анализа саобраћајних незгода од стране European Road Safety Observatory (ERSO), а детаљно разрађен у оквиру поглавља 5 пројекта SafetyNet (Bjorkman et al. 2008). Пре тога, из сличних разлога, Универзитет у Аделаиди је 1975. године започео примену дубинских анализа саобраћајних незгода, а у наставку и даље развија кроз већи број спроведених дубинских анализа саобраћајних незгода (McLean et al. 1979; Baldock et al. 2008; Wundersitz 2012). Такође је у Аустралији 2003. године спроведена прва Аустралијска национална дубинска анализа саобраћајних незгода у којој су анализиране саобраћајне незгоде две државе (Викторија и Нови јужни Велс) за период 2000-2003. (Fildes et al. 2003).

У Великој Британији је спроведено више дубинских анализа различитих категорија учесника у саобраћају, под називом "On-The-Spot accident research" (Hill and Cuerden 2005, Mansfield et al. 2008, Cuerden et al. 2008). У оквиру SUPREME пројекта Европске комисије једна од целина била је и извештај дубинских анализа саобраћајних незгода (European Commission, 2007).

Дубинске анализе саобраћајних незгода представљају систематизован план акција које се спроводе након настанка саобраћајне незгоде, у циљу утврђивања основних и осталих фактора који су утицали на настанак и последице саобраћајне незгоде. Основне акције дубинских анализа представљају провере утицаја пута и путне околине на настанак и последице саобраћајне незгоде. Осим провере утицаја пута на саобраћајне незгоде, проверава се и утицај возила (техничке исправности и карактеристика), возача и окружења, односно других учесника у саобраћајном систему. С тим у вези, у оквиру пројекта SafetyNet дефинисано је преко хиљаду обележја незгоде, које је неопходно прикупити за анализу, а у оквиру метода познатог као SafetyNet Accident Causation System (SNACS) (Reed and Morris, 2008a).

Методологија спровођења дубинских анализа саобраћајних незгода, обухвата анализу утицаја пута, возила, лица и окружења, као и анализу међусобног утицаја тих фактора истовремено. Ипак, светска искуства показују да је највеће тежиште у оквиру методологија дубинских анализа саобраћајних незгода, анализа утицаја пута на настанак саобраћајне незгоде. Током спровођења ове фазе дубинске анализе, независни тим стручњака утврђује и анализира изглед и стање пута, као и утицај пута на саобраћајну незгоду. Овом анализом утврђује се да ли су пут и путна околина допринели настанку саобраћајне незгоде и да ли би евентуално измене у карактеристикама пута (геометрија, објекти и опрема пута и слично) могле допринети избегавању саобраћајне незгоде или смањењу последица.

У наставку се дубинским анализама утврђује утицај возила на саобраћајну незгоду. У овој фази утврђује се да ли су неки од фактора везаних за техничку исправност возила, односно стање и карактеристике возила, могли утицати на настанак саобраћајне незгоде или последица. Такође, утврђује се зависност настанка појединих типова саобраћајних незгода у зависности од карактеристика возила.

Дубинским анализама се такође утврђује утицај човека (возача, пешака и сл.) на саобраћајну незгоду, где се проверава психофизичко стање човека учесника саобраћајне незгоде, утврђују потенцијални разлози за небезбедно или неадекватно понашање које је било од утицаја на саобраћајну незгоду. Ова фаза, најчешће се састоји од анкетирања и интервјуа учесника саобраћајне незгоде, где се плански конципираним питањима утврђује психофизичко стање лица. Важан аспект оваквих интервјуа и анкета је поверљивост података, којом се гарантује учеснику незгоде да подаци које он наведе не могу бити коришћени у друге сврхе. Такође, могуће је спроводити и одговарајуће тестове (алко-тестове, дрога-тестове и слично) и друге здравствене прегледе у циљу егзактнијег утврђивања психофизичког стања возача, односно других учесника у саобраћају. Утицај фактора окружења се, као свеприсутни фактор, непосредно утврђује са осталим описаним факторима.

У оквиру дубинских анализа треба посматрати све факторе везане за настанак саобраћајних незгода, факторе пута са околином, возила и човека. С друге стране, Ренумака et al. (2014) су вршили дубинске анализе саобраћајних незгода путничких возила испитујући искључиво утицај фактора човек на настанак саобраћајне незгоде. Rich et al. (2013) су пратили утицај старости возила на тежину последица саобраћајних незгода у Данској, како би утврдили утицај фактора возило на последице саобраћајних незгода. Aidoo et al. (2013) су у оквиру дубинских анализа утврђивали утицај пута и путне околине на одлуке возача да напусте место незгоде након судара са пешаком, а што је имало за последицу већи број смртних случајева. Nakamies-Blomqvist, (1993) су показали да постоји зависност врсте (типа) судара од старости возача, а Eberhard (1996) је указао на неопходност дефинисања предиктора небезбедног понашања возача у зависности од година старости.

Значај што детаљније и поузданије анализе саобраћајне незгоде су показали De Raedt and Ponjaert-Kristoffersen (2001) утврдивши да је са повећањем нивоа знања о специфичности сваке незгоде могуће боље предвиђање специфичности настанка саобраћајних незгода. На овај начин доказан је значај дефинисања фактора, који утичу на настанак саобраћајне незгоде. Разноврсност фактора које би било потребно анализирати дубинским анализама је велика, наиме неки наизглед мање битни фактори, могу показати јаку везу са настанком одређеног типа саобраћајних незгода или незгода у одређеним околностима. Повезаност више фактора (међузависност) и њихов утицај на настанак саобраћајне незгоде су показала многа истраживања, где је доказана веза појединих фактора на настанак саобраћајне незгоде. Нека од истраживања су показала да старији возачи чешће узрокују незгоде при скретању у лево (Preusser, et al., 1998) и у сустизању (Stamatiadis et al., 1991). Nakamies-Blomqvist, (1993) су показали да 44 % старијих учесника у незгоди није било свесно опасности пре настанка незгоде у односу на 26% младих возача. На овај начин доказана је повезаност одређеног броја фактора, али је и отворен пут за утврђивање повезаности још већег броја фактора и њихов утицај на незгоде.

Сложеност фактора који могу утицати на настанак саобраћајне незгоде и околности под којим утичу, показао је и De Raedt (2000), који је у свом раду анализирао везу између когнитивних/неуропсихолошких фактора и способности возача, а у циљу утврђивања повезаности са стварањем опасности у саобраћају и саобраћајним незгодама. На овај начин доказана је повезаност различитих фактора основног фактора човек на настанак саобраћајне незгоде, чиме је дат значај на спровођењу детаљних дубинских анализа у овом делу. Сложеност и специфичност утицајних фактора на настанак саобраћајне незгоде су доказали и Odenheimer et al. (1994), који су у свом раду направили искорак дефинишући индексе за утицај пута на настанак саобраћајне незгоде. Наведени аутори су испитали и утврдили поузданост индекса (фактора) пута на настанак саобраћајне незгоде на узорку од 30 конкретних студија случаја саобраћајних незгода.

У Србији, Закон о безбедности саобраћаја на путевима (члан 156, став 7) (СГ РС, 41/2009, 53/2010, 101/2011), од 2009. до 2018. године, је предвиђао да управљач пута спроводи независне оцене утицаја пута на настанак саобраћајне незгоде са погинулим лицем на државним путевима. Од 2018. ова обавеза је дефинисана Законом о путевима и то чланом 91 (СГ РС, 41/2018, 95/2018), а обавеза је проширена на све категорије путева.



Од ступања на снагу Закона о безбедности саобраћаја на путевима до 2015. године нису спровођене независне оцене утицаја пута. Од 2015. године управљач државних путева је започео редовно спровођење ових анализа. На територији града Београда, током 2016. године, први пут су спроведене дубинске анализе саобраћајних незгода са погинулим лицима, у периоду од годину дана. И поред добре праксе, у Србији још нису дефинисане процедуре нити одговарајући правилници за спровођење дубинских анализа саобраћајних незгода, па није могуће униформно спроводити, доследно, у потпуности и комплетно, независне оцене утицаја пута и дубинске анализе саобраћајних незгода.

У досадашњој пракси за потребе утврђивања кривичне или прекршајне одговорности учесника саобраћајне незгоде најчешће су коришћене експертизе (вештачења), које детаљно анализирају узроке и околности настанка саобраћајне незгоде. Утврђивањем узрока и околности настанка саобраћајне незгоде препознају се фактори који су имали утицај на настанак и последице саобраћајне незгоде и дефинише се врста њиховог утицаја. Према методологији саобраћајно-техничког вештачења, утицаји могу бити на настанак саобраћајне незгоде, допринос настанку незгоде, на могућност избегавања саобраћајне незгоде и на последице саобраћајне незгоде.

Вештачење саобраћајне незгоде у Србији обухвата поступак детаљне анализе времена и места незгоде, пута и околине пута, задобијених повреда, насталих оштећења и евентуалних недостатака возила, трагова саобраћајне незгоде, утврђивање места судара, сударних брзина и међусобних позиција учесника незгоде у карактеристичним ситуацијама (Pešić et al. 2009). У процесу анализе утицаја сваког од наведених елемената проверава се утицај основних фактора настанка незгоде у конкретним околностима. Утврђивањем утицаја одређеног фактора (човек, возило, пут са околином) даље се врши анализа врсте утицаја, што за последицу има детаљну анализу препознатих фактора.

Важан елемент саобраћајно-техничког вештачења је и спровођење временско-просторне анализе саобраћајних незгода, на који начин се утврђују услови и околности који су претходили саобраћајној незгоди и који су утицали на настанак незгоде (Antić et al. 2009a,b). На овај начин омогућена је и провера могућности избегавања саобраћајне незгоде, односно смањења последица, а што је изузетно значајно за сагледавање појединачних утицаја сваког фактора и могућност раздвајање утицаја фактора по учесницима незгоде.

Квалитет као и ниво детаљности прикупљених података на основу којих се врши саобраћајно-техничко вештачење, директно утичу на поузданост утврђивања фактора и околности настанка саобраћајне незгоде, као и дефинисања пропуста учесника незгоде. Значајно ограничење у саобраћајно-техничком вештачењу представља расположив број улазних података, што често може онемогућити поуздано утврђивање узрока и околности настанка саобраћајних незгода и дефинисање пропуста. Унапређењем система прикупљања података од стране увиђајних екипа и дефинисањем неопходних података за вршење саобраћајно-техничког вештачења, као и укључивањем стручног лица на увиђају, евентуално би се могао делимично превазићи овај недостатак.

Увођењем методологије вршења увиђаја, која је предвиђена CADAS протоколом Европске Комисије и присуством стручног лица на лицу места приликом вршења увиђаја, у значајној мери ће се превазићи проблем квалитета и квантитета материјала, олакшати и омогућити квалитетно спровођење експертиза и других анализа. Прикупљањем података о саобраћајним незгодама по систематизованом поступку и обезбеђивањем квалитетног материјала за стручне анализе, у великој се мери смањују трошкови накнадног и додатног прикупљања података и убрзава и олакшава процедура превентивног деловања у безбедности саобраћаја.

Поређењем добијених резултата на основу саобраћајно-техничких вештачења у Републици Србији и расположивих резултата спроведених дубинских анализа широм света и Београду, може се утврдити висок степен међусобне усаглашености добијених резултата. Како у Републици Србији до сада не постоји дефинисана пракса спровођења дубинске анализе саобраћајних незгода, а њихова имплементација је ограничена због великих трошкова и потребног времена, неопходно је развити модел којим ће се на основу расположивих знања и искустава поједноставити и омасовити спровођење дубинских анализа.

Методологија експертиза је у примени дуги временски период и њена искуства и резултати се могу користити за препознавање и дефинисање основних утицајних фактора и унапређење модела вршења дубинских анализа. На овај начин би на основу постојећих искустава било могуће доношење одлука о начину спровођења дубинске анализе и факторима које је неопходно сагледати.

Развојем оваквог модела омогућава се препознавање утицајних фактора на почетку вршења дубинске анализе, што омогућава боље сагледавање врсте утицаја тих фактора на конкретну незгоду. Такође, на основу искустава из експертиза могу се препознати и дефинисати параметри који указују на могућност утицаја појединих фактора, а што ће бити од изузетног значаја за развој и усавршавање модела дубинских анализа саобраћајних незгода базираног на утицајним факторима.

Како је велики број фактора који би могли имати значајан утицај на настанак и последице саобраћајних незгода, то ће тестирање модела указати на неопходан број фактора за поуздано утврђивање утицаја на саобраћајне незгоде. Дефинисањем фактора који су неопходни за поуздано утврђивање утицаја на саобраћајне незгоде, омогућава се да на брз и једноставан начин управљач може доносити одлуке да ли је за конкретну незгоду неопходно вршити дубинску анализу, као и шта је све неопходно дубинском анализом истражити и у којој мери. Такође, развој оваквог модела дубинских анализа омогућава скраћивање процеса реализације и смањивање трошкова, јер се истраживање усмерава и базира само на факторе који су значајни за конкретну незгоду, а не на прикупљање свих унапред дефинисаних фактора.

Овакав модел може имати пресудан утицај на већу примену дубинских анализа у Републици Србији, као и широм света, а са прилагођавањем броја и врсте фактора за свако подручје на ком се желе прикупљати подаци.

Дефинисањем утицајних фактора на почетку дубинске анализе, смањује се потребан рад тима по једној саобраћајној незгоди, као и непотребно исцрпљивање ресурса, што може омогућити анализе других незгода. На овај начин олакшава се превентивно деловање на препознате факторе на конкретном подручју.

## 1.2. УВОД У ПРЕДМЕТ ТЕЗЕ

У пракси је присутан велики број различитих модела за утврђивање узрока и околности саобраћајних незгода, које су примењивали различити аутори Hauer (2009), Elvik (2011), Lord and Mannering (2010), Savolainen et al. (2011) и др. Simončić (2004) је развио модел за анализу последица у сударима два возила заснован на Бајесовим пробабилистичким мрежама, које узимају у обзир карактеристике учесника, услове околине и карактеристике пута. За процене настанка саобраћајних незгода, најчешће је као метод коришћена дескриптивна статистика (Ryb et al., 2009; Broughton, 2008) или логистичка регресија (Mendez et al. 2010; Hutchinson and Anderson, 2011; Cooper et al., 2010; Yau, 2004). Један број аутора се бавио и развојем модела за процену настанка саобраћајне незгоде (Kockelman and Kweon, 2002; O'Donnell and Connor, 1996).

Имајући у виду различите наведене моделе утврђивања фактора на настанак саобраћајне незгоде, у оквиру дисертације ће бити развијен модел дубинских анализа заснован на утицајним факторима, дефинисаним на основу знања и искустава из експертиза саобраћајних незгода. Ови фактори би указивали на узроке и околности настанка саобраћајних незгода узимајући у обзир поједина обележја улазне параметре саобраћајне незгоде. Овај модел ће омогућити да се на основу појединих обележја незгоде, применом Бајесове неуронске мреже препознају најважнији утицајни фактори који ће омогућити спровођење дубинских анализа саобраћајних незгода на брз, једноставан и поуздан начин.

Развијени модел би најпре решавао проблем оправданости и неопходности дубинске анализе саобраћајне незгоде, а потом служио за дефинисање утицајних фактора које треба дубински анализирати. Наиме, у зависности од утврђених фактора, примењени модел дубинских анализа би, на основу претходних искустава из резултата спроведених експертиза, дефинисао утицај сваког од основних и појединачних фактора и указао на потребу за дубинском анализом. Наиме, дефинисао би које основне и појединачне факторе треба даље дубински анализирати и на који начин, а у зависности од типа незгоде. Развој модела дубинских анализа заснованог на утицајним факторима би могао послужити и за усмеравање различитих анализа саобраћајних незгода, као и на усавршавање методологије препознавања и прикупљања обележја од утицаја на настанак саобраћајне незгоде и последице.

### 1.3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Дубинске анализе саобраћајних незгода представљају сложен процес системског анализирања околности настанка саобраћајне незгоде, са циљем утврђивања свих фактора који су имали утицаја на настанак и на последице саобраћајне незгоде. У докторској дисертацији, утицајни фактори ће бити систематизовани кроз три основна фактора, Човек-Возило-Пут са околином, због ограниченог приступа утицају само фактора Окружење. Унутар сваког од ова три основна фактора постоји значајан број фактора који указују на утицаје тих основних фактора на настанак саобраћајне незгоде.

Досадашња пракса у свету показује да се дубинске анализе због сложености и великих трошкова најчешће спроводе само за саобраћајне незгоде са најтежим последицама (са погинулим, односно тешко повређеним лицима). Дубинске анализе, по правилу, спроводе вишечлани мултидисциплинарни тимови стручњака, међу којима се налазе водећи стручњаци из области безбедности саобраћаја, као што су саобраћајни инжењери, машински инжењери, грађевински инжењери, доктори медицине, патолози, психолози, представници МУП-а, али и други појединци који се баве безбедношћу саобраћаја. Примена дубинских анализа саобраћајних незгода није широко заступљена, а што за последицу надаље има недовољно препознавање фактора који утичу на настанак саобраћајних незгода.

Развојем модела за препознавање утицајних фактора на саобраћајну незгоду, препознатих и дефинисаних на основу искустава из експертиза саобраћајних незгода, могуће је смањити трошкове и поједноставити примену дубинских анализа саобраћајних незгода. Наиме, препознавањем незгода за које је неопходно спровести дубинске анализе, као и усмеравањем неопходних активности дубинске анализе на конкретне факторе, убрзава се спровођење и смањују трошкови.

Имајући у виду да је тема докторске дисертације развој модела дубинских анализа заснованог на утицајним факторима саобраћајних незгода, применом искустава, знања и методологије експертиза саобраћајних незгода, полазна хипотеза би била:

- ***Ефективност и квалитет дубинских анализа се може унапредити на основу експертиза саобраћајних незгода***

Из овога, односно потребних истраживања ради доказивања полазне хипотезе, произилазе помоћне хипотезе:

- ***Експертизама саобраћајних незгода је могуће утврдити утицајне факторе везане за саобраћајне незгоде;***
- ***На основу анализа узрока и околности настанка саобраћајних незгода може се дефинисати ток дубинских анализа.***

## 1.4. ДЕФИНИСАЊЕ ПРЕДМЕТА И ЦИЉЕВА ИСТРАЖИВАЊА

Успостављање тренда смањења броја саобраћајних незгода захтева константно квалитетно превентивно деловање, а за шта је неопходно правилно препознавање фактора, који за последицу имају саобраћајне незгоде. Како је саобраћајна незгода најчешће последица међусобног дејства већег броја фактора, то сагледавање појединачних утицаја и дефинисање утицајних фактора представља изузетно сложен задатак. За њихово препознавање неопходно је применити адекватне анализе које ће омогућити сагледавање свих потенцијалних утицаја, а што омогућавају дубинске анализе саобраћајних незгода. Осим препознавања одређених утицајних фактора, за превентивно деловање изузетан значај има и степен опасности препознатог фактора. Наиме, неће сваки од фактора имати подједнак утицај на настанак незгоде и последица, па је неопходно дефинисати и тај ниво утицаја, како би се адекватно дефинисале превентивне мере.

У циљу превентивног деловања, у безбедности саобраћаја развијен је велики број модела којима се препознају и дефинишу утицајни фактори настанка саобраћајних незгода. Мали је број модела који имају могућност препознавања и степена опасности, што чини резултате тих модела изузетно значајним. Експертисе саобраћајних незгода, као један од модела анализе саобраћајних незгода, који омогућава дефинисање степена утицаја препознатог фактора на настанак незгоде, може дати изузетне резултате у комбинацији са осталим моделима који препознају већи број фактора. За развој модела који би приликом дефинисања утицајних фактора узимао у обзир постојање утицаја и степен стварног утицаја сваког препознатог фактора, неопходно је узети у обзир резултате оба модела. Како се дубинским анализама саобраћајних незгода анализирају сви потенцијални утицаји на саобраћајну незгоду (Pešić et al. 2014.), то би један од бољих модела могао бити остварен применом резултата експертиза у дубинским анализама, у циљу рангирања препознатих утицајних фактора.

Ефикасност развијеног модела у великој мери зависи од изабраних, дефинисаних и усвојених утицајних фактора. Наиме, правилним одабиром као и комбинацијом утицајних фактора могу се постићи бољи резултати него употребом великог броја утицајних фактора. Велики број утицајних фактора захтева и значајно време за прикупљање и обраду податак, што чини метод мање ефикасним. Имајући то у виду неопходно је дефинисати минимални сет података који омогућавају квалитетно препознавање утицајних фактора настанка и последица саобраћајних незгода.

**Предмет докторске дисертације** представља избор и дефинисање најважнијих утицајних фактора и/или сета фактора значајних за развој и дефинисање модела дубинских анализа саобраћајних незгода, заснован на примени знања и искустава из експертиза саобраћајних незгода. За дефинисање и развој модела дубинских анализа саобраћајних незгода најпре је неопходно препознати утицајне факторе који су у вези са настанком саобраћајне незгоде (Маскау, 1985), а потом и класификовати утицајне факторе и утврдити њихов утицај на конкретну незгоду (Pešić et al., 2010).

Наиме, један или више фактора могу утицати на настанак саобраћајне незгоде, док остали фактори могу бити околности и/или утицати на последице саобраћајне незгоде, односно могућност избегавања саобраћајне незгоде, што јасно указује на постојање различитог степена утицаја сваког од фактора. Коришћењем знања и искустава из експертиза могуће је дефинисати у којој мери су издвојени фактори имали утицај на насталу незгоду и сходно томе се могу рангирати фактори који се дубински анализирају.

**Циљ докторске дисертације** је дефинисање модела дубинских анализа саобраћајних незгода, базираног на експертизама саобраћајних незгода као систему за одлучивање за избор утицајних фактора настанка и последица саобраћајне незгоде.

Приликом развоја модела биће анализирани потенцијални фактори настанка саобраћајних незгода, у циљу препознавања њиховог утицаја и процени степена утицаја на незгоде. Биће дат посебан осврт на дефинисање и утврђивање најважнијих утицајних фактора на настанак саобраћајне незгоде и последице. Такође ће бити развијен и тестиран модел дубинске анализе саобраћајних незгода заснован на препознавању утицајних фактора од стране Бајесове неуронске мреже.

## 1.5. КРАТАК ОПИС САДРЖАЈА РАДА ПО ПОГЛАВЉИМА

Докторска дисертација је, сходно дефинисаном предмету и циљу и неопходним анализама, подељена у седам целина.

У уводу је указано на величину проблема последица саобраћајних незгода и сложеност разумевања узрока и околности њиховог настанка. Такође, указано је и на досадашњу праксу у примени различитих метода за препознавање и дефинисање фактора који утичу на саобраћајне незгоде, као и потребу за усавршавањем и унапређењем постојећих модела применом расположивих знања и искустава. Дефинисани су предмет и циљ истраживања и дате основне и пратеће хипотезе докторске дисертације.

У другом поглављу дате су основне поставке анализа саобраћајних незгода и појашњење различитости приступа у анализама саобраћајних незгода, етиолошких и феноменолошких анализа. У наставку су наведене најважније етиолошке анализе за препознавање и дефинисања утицајних фактора настанка и последица саобраћајних незгода. На основу приказа различитих метода, у анализирању саобраћајних незгода, појашњена је разлика фактора који узрокују настанак саобраћајне незгоде и осталих фактора који на њу утичу, односно на последице. Посебно је указано на различите аспекте значаја анализе саобраћајних незгода и приказана су два концепта ових анализа, превентивни и репресивно превентивни аспект.

У оквиру репресивно превентивног аспекта анализа, посебно је стављен акценат на методу експертиза саобраћајних незгода, као и њен циљ и сврху за утврђивање одговорности за незгоду и последице, а као последица спроведене санкције се јављају и ефекти на превенцију. С друге стране, превентивни аспект тежи дефинисању што већег броја утицајних фактора, а који се могу касније класификовати и квалификовати. Дакле, прављењем разлике између ова два аспекта, направљена је анализа и разлика између квалитета и квантитета добијених података тим анализама. У наставку су дефинисани утицајни фактори и могући утицаји сваког од препознатих фактора, како би се појаснио њихов утицај на незгоде.

Треће поглавље детаљно објашњава методе дубинских анализа саобраћајних незгода, а посебно је објашњен значај ове методе за адекватно прикупљање података о саобраћајним незгодама и факторима који утичу на настанак и последице саобраћајних незгода. У наставку је дат преглед референтне литературе, преглед научних радова и истраживања из области дубинских анализа саобраћајних незгода. Посебни акценат је дат на литературу која проучава анализе саобраћајних незгода и дефинисање утицајних фактора настанка саобраћајне незгоде и последица. Анализирана су искуства у вршењу дубинских анализа саобраћајних незгода у земљама које су ову праксу најдуже примењивале и унапређивале. Дат је преглед методологија које су примењиване и осврт на добијене резултате и евентуално препознате утицајне факторе у свакој од анализираних пракси. У оквиру овог поглавља наведени су и утицајни фактори на саобраћајне незгоде, као и фактори који утичу на њих при настанку незгоде и последица.

Четврто поглавље се бави значајем развоја и развојем модела дубинских анализа на основу утицајних фактора. Дат је приказ модела избора одређених фактора који ће бити посматрани, као и значај правилног избора тих фактора. Приказани су резултати до сада извршених анализа утицаја појединих фактора у свету и код нас. У наставку је дат предлог модела дубинских анализа и то општи модел и модели према типовима саобраћајних незгода. И на крају је дата процена ефеката развијеног модела на квалитет препознавања утицајних фактора на настанак незгоде и последица.

Добијени резултати применом развијеног модела на примерима дубинских анализа на територији града Београда и Републике Србије су приказани у поглављу пет. На основу добијених резултата је извршена квантификација појединих препознатих утицајних фактора и указано на значај њиховог даљег анализирања. Такође је указано на могућности и ограничења развијеног модела за поједине типове незгода, а што омогућава даље усавршавање овог модела.

У последњем шестом поглављу, дати су закључци спроведених анализа и приказ како научних доприноса, тако и практичног значаја предложеног модела за вршење дубинских анализа саобраћајних незгода. Такође, дати су и правци даљих истраживања у области унапређења модела вршења дубинских анализа саобраћајних незгода.

# 2.

## АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА – ОСНОВНЕ ПОСТАВКЕ

### 2.1. ПОЈАМ САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ, ОСНОВНИ ПОЈМОВИ

Саобраћај као засебна привредна грана развијао се са потребом за премештањем робе, а касније и циљем да се одређена растојања савладају за што краће време. У почетку се то могло задовољити и на релативно безбедан начин, малим брзинама и са малим бројем саобраћајних јединица. Са даљим развојем повећан је број саобраћајних јединица и повећане су брзине, а што је за последицу имало стварање првих конфликата и саобраћајних незгода.

У почетним фазама развоја, сматрало се да су незгоде последица грешке појединца и да су његов лични проблем, а не проблем друштва. Прве саобраћајне незгоде су се догађале најчешће због несавршености возила (1834. Глазгов – експлозија котла) или недовољног искуства возача (1896. Лондон) (Dragač and Vujić, 2002). Повећањем обима саобраћаја постало је јасније да се овим проблемом мора системски бавити друштво. Сходно томе, започињу први напори ка управљању саобраћајним ситуацијама, а касније и управљању целим саобраћајним системом, како би се смањиле нежељене последице. Да би се ово постигло неопходно је било да се стручно анализирају уочене негативне последице, посебно саобраћајне незгоде, јер су њихове последице најтеже.



Основни проблем саобраћајних незгода представљају смртно страдала и тешко повређена лица, као најтеже последице незгода. Да би се схватио обим проблема неопходно је указати да у Сједињеним Америчким Државама (САД) на годишњем нивоу смртно страда 32,719 лица (2013.) и на територији земаља Европске заједнице (ЕУ), око 25,900 лица (CARE 2015). У целој Европи, према неким проценама, број смртно страдалих износи око 40 000, док је у Србији, у последњих неколико година, у саобраћајним незгодама гинуло између 600 и 700 људи сваке године (Pešić et al, 2014).

Други проблем саобраћајних незгода представљају трошкови саобраћајних незгода, а који често нису очигледни на први поглед, јер се у пракси повезују само са учесницима незгоде, а што је погрешно. Да то није случај, показују различита истраживања која показују да се трошкови саобраћајних незгода крећу око 3% бруто домаћег производа (САД, 2013). У трошкове саобраћајних незгода осим видљивих последица (материјални трошкови настали у незгоди (возила, пут, путно окружење)), спадају сви трошкови који прате једну саобраћајну незгуду, као што су, административни трошкови (полиција, хитне службе...), медицински трошкови лечења, изгубљена зарада, спреченост за рад, судски трошкови и други пратећи трошкови у зависности од тежине последица незгоде. Оно што је значајно указати је да трошкови саобраћајне незгоде коштају сваког запосленог грађанина државе, јер се највећи број тих трошкова финансира из државног буџета, па је у интересу свих да се перманентно смањује број незгода, односно губици у саобраћају.

За анализирање последица саобраћаја неопходно је прикупити и систематизовати све последице, како би могле бити стручно анализирани. У сврху анализирања формиране су различите базе података о обележјима саобраћаја, на различитим нивоима и различитим обимом података. Оно што је био основни проблем развоја јединствених (усаглашених) база података на светском нивоу и проблем поређења добијених резултата, јесте неусклађеност података. Основ за неусклађеност података између држава је био различито тумачење појма саобраћајне незгоде. Наиме, на светском нивоу не постоји универзална дефиниција саобраћајне незгоде, већ у зависности од земље до земље дефиниције се разликују.

Када је реч о саобраћајним незгодама прва помисао је да је дошло до отказивања неког од елемената у саобраћајном систему. Последице таквог догађаја могу бити временски губици, претрпљени страх, материјална штета, повреде или смртни случај. У појединим незгодама не мора настати чак ни материјална штета, већ се због отказивања неког елемента саобраћајног система могу створити временски губици. Такође, у сличним ситуацијама учесници саобраћаја могу доживети страх за свој или живот својих ближњих, што свакако представља негативан ефекат саобраћаја. Да би праћење незгода имало смисла, мора се поставити граница, шта је то саобраћајна незгода и када ће она бити анализирана као саобраћајна незгода.

Велики број држава, посебно неразвијених или у развоју, није уопште водио евиденције о страдањима у саобраћају. У циљу успостављања система праћења саобраћајних незгода Комитет Уједињених Нација за унутрашњи транспорт 1956. године дао је прву препоруку дефиниције саобраћајне незгоде, која гласи:

*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. (Lipovac, 2008)*

Као што се може видети ова дефиниција не обухвата незгоде са материјалном штетом, јер у том моменту није било реално пратити и ове незгоде на светском нивоу. Циљ је био да се на Светском нивоу почну пратити и сагледавати најтеже саобраћајне незгоде, како би било могуће пратити смртно страдање у саобраћају по регионима. Многе државе су усвојиле ову препоруку и примениле дату дефиницију, а неке су чак отишле и корак даље и почеле евиденцију и незгода са материјалном штетом.

Друге земље су пак дефиницију прихватиле делимично, а један број земаља је није прихватио. Оно што је од изузетне важности је да је ова дефиниција обухватила све незгоде са возилима у покрету, не само моторним возилима, а посебно је значајна категорија бициклиста, као посебно рањива категорија учесника у саобраћају, коју је неопходно такође доследно пратити. Такође, ова дефиниција је изузетно значајна јер је за место незгоде предвидела сва места јавно доступна за саобраћај, чиме су покривене многе површине којима се интензивно саобраћа, а нису део саобраћајне мреже неког града или државе. Такође, значајно је и то да је дефиницијом дат значај месту започињања незгоде, а не месту судара или настанка последице, чиме су обухваћене и незгоде у којим је дошло до силаска возила са коловоза, а потом и последица.

Када је реч о дефиницијама саобраћајних незгода могу се разликовати две категорије: нормативне и научне дефиниције. **Нормативне дефиниције** су оне које су дефинисане у правним актима неке државе, закону, стандарду или другим подзаконским актима и везане су за конкретну државу. Недостатак ових дефиниција је у томе што су подложне промени и зато су ограничене у времену и простору, јер се закон може изменити и предвидети другачију дефиницију, а што би за последицу имало немогућност усклађивања са претходним начином евиденције. Република Србија је имала дефиницију саобраћајне незгоде са датом препоруком Уједињених нација, а тренутно важећа дефиниција је у потпуности у складу са њом и гласи:

*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. (ЗоБС, чл. 7, тач. 82.).*

При чему је јасно дефинисано шта је то пут.

*ПУТ је изграђена, односно утврђена површина коју као саобраћајну површину могу да користе сви или одређени учесници у саобраћају, под условима одређеним законом и другим прописима. (ЗоБС,чл. 7, тач.2).*

Због бољег разумевања узрока и околности настанка саобраћајних незгода, а у циљу превентивног деловања у безбедности саобраћаја, тежи се јединственој дефиницији. Тако су научници Webser, Rivers и Baker дали предлог и залажу се за следећу дефиницију саобраћајне незгоде (Lipovac, 2008):

*Саобраћајна незгода је “догађај у серији догађаја који обично производи смрт, повреду или имовинску штету”.*

Иако је процес усаглашавања нормативних дефиниција у току, разлике између дефиниција у појединим државама се временом смањују, тако да временом све дефиниције теже **Научној дефиницији** саобраћајне незгоде, која гласи:

*Саобраћајна незгода је догађај на путу или другом месту отвореном за саобраћај или који је започет на таквом месту, у коме је учествовало најмање једно возило у покрету и у коме је једно или више лица повређено или је настала материјална штета.*

У Србији су до 1996. године биле евидентирани само саобраћајне незгоде са обележјем кривичног дела, а након 1996. године евиденцијом МУП-а обухваћене су све незгоде код којих се врши увиђај саобраћајне незгоде. Доношењем Закона о безбедности саобраћаја 2009. године, направила се значајна промена у евиденцијама увођењем Европског извештаја. Значајан број саобраћајних незгода са мањом материјалном штетом више није био евидентан, јер полиција није вршила увиђај тих незгода, па самим тим није било ни података на основу којих би те незгоде биле унете у тада постојећу базу података (Јединствени информациони систем - ЈИС) МУП-а.

Оно што је значајно напоменути, а тиче се праћења саобраћајних незгода и прикупљања података о обележјима саобраћајних незгода, је и то да је у Србији формирана база података о обележјима саобраћаја при Агенцији за безбедност саобраћаја Републике Србије, која би требало да обједини све податке о саобраћају добијене из различитих извора (МУП, Јавно предузеће путевима Србије, здравствене установе, Истраживања, Осигурања и сл.).

Једна од значајних база Европске Уније је база података CARE која садржи податке о саобраћајним незгодама са погинулим или повређеним лицима, али не садржи податке о незгодама са материјалном штетом. Остале базе чине збирне податке из националних статистичких извештаја.

База IRTAD је, такође међународна база података о саобраћајним незгодама, која садржи збирне податке о незгодама са повређеним и погинулим учесницима у саобраћају. Садржи податке о изложености: становништва, моторних возила, стопи употребе сигурносних појасева. Податке за базу IRTAD свака држава доставља појединачно. Без квалитетно формиране базе података са свим значајним обележјима саобраћаја, изузетно је тешко анализирати саобраћајне незгоде и у потпуности схватити механизам настанка незгоде, а што је суштински важно за превентивно деловање.

Основне факторе настанка саобраћајних незгода у пракси представљају учесници незгоде и то лица, животиње и предмети који су непосредно учествовали у саобраћајној незгоди или трпе њене последице. С друге стране, различите методе покушавају да прошире разумевање утицаја и ван ових основних и на друге факторе, који су посредно имали утицаја на конкретну незгду. Имајући у виду циљ ових метода, учеснике у саобраћајној незгоди можемо грубо поделити у две категорије и то на активне и пасивне учеснике саобраћајне незгоде. Под активне учеснике саобраћајне незгоде, у општем смислу можемо подвести лица (возила, предмете и сл.) која су непосредно учествовала у незгоди, док је категорија пасивних учесника саобраћајне незгоде знатно шира и из тог разлога се често не сагледава нити анализира. Пасивни учесници саобраћајне незгоде могу бити пут, путно окружење, друштвено прихватљиви ставови, систем обуке, утицај окружења и слично. Фактор пут се издваја као фактор који има константан пасиван утицај на саобраћај, али његов утицај у појединим незгодама може бити и активан.

Важно је напоменути да није могуће све активне учеснике у саобраћају сврстати у јединствену категорију, због њихових специфичности и начина учешће у саобраћају. Од начина учествовања у саобраћају највише зависи и начин њиховог понашања, односно неопходна знања, обученост, ставови и слично, како би безбедно учествовали у саобраћају. Дакле при анализи саобраћајних незгода чак ни ову категорију учесника не би требало посматрати као јединствену, већ би сваку од поткатегија активних учесника требало анализирати у складу са специфичностима конкретне категорије.

Активни учесници саобраћајне незгоде често могу бити и возила, што је опет прихватљиво са аспекта кретања у време незгоде или непосредно пре незгоде. Возила могу имати двојак утицај као активни учесници незгоде, могу бити узрочници (откази возила) и могу имати утицаја на могућност избегавања незгоде (карактеристике - перформансе возила), или као пасивни учесници имати утицаја на тежину последица (системи пасивне заштите). Имајући све ово у виду, свакако, један од значајних активних учесника саобраћајне незгоде свакако мора бити и возило.

Пут као утицајни фактор настанка саобраћајне незгоде најчешће је пасивни учесник, али важно је указати да утицај пута није увек пасиван. Пут се као активни учесник појављује у ситуацијама када је реаговање возача у саобраћају изнуђено појединим променама на путу, недостацима или аномалијама, које возачи не могу благовремено да уоче, па су принуђени на реаговање. Пут често може и својом геометријом и другим карактеристикама имати активан утицај на настанак незгоде у одређеним околностима.

Ово наизглед може деловати нејасно, јер коловоз увек има исте карактеристике и то на све учеснике у саобраћају, али не настаје увек саобраћајна незгода. Ова чињеница доприноси разумевању да на настанак незгоде по правилу има утицаја много више фактора него што се на први поглед може видети и да фактор пут у неким незгодама може бити активни учесник незгоде.

Као пасивни учесници незгоде готово увек се налазе, као што је већ речено, пут и путна околина. Наиме, пут, осим што у неким околностима може имати утицаја на стварање услова за настанак незгоде, готово увек има утицаја на начин вожње и кретање учесника у саобраћају. У зависности од карактеристика пута (ранг саобраћајнице, ширина коловоза, пешачке стазе и сл.) и путне околине, возачи и други учесници у саобраћају процењују безбедне услове за саобраћање и сходно томе бирају начин вожње у датим условима.

Од карактеристика пута, односно његовог степена пасивне безбедности, зависи колике ће последице незгоде бити при некој саобраћајној незгоди. Пасивно небезбедни путеви, са стрмим незаштићеним ивицама и косинама, грађевинским објектима у близини пута, другим фиксним објектима у близини коловоза и слично, свакако сами по себи представљају потенцијално опасне путеве, а у случају незгоде имају директног утицаја на настанак последица.

Под пасивним учесницима у саобраћајној незгоди, често се налазе и системи стицања знања и вештина за безбедно учествовање у саобраћају, јер од њих зависи процена возача да ли је његово кретање у конкретним околностима безбедно. Често се ови утицаји на конкретну незгоду ни не разматрају, нити се сматрају значајним, посебно код утврђивања кривичне одговорности за незгоду.

Под значајном категоријом пасивних учесника у саобраћајним незгодама се издвајају и путници у возилу, лица која се превозе у возилу или заједно путују са неким, а посредно могу утицати на понашање тог учесника у саобраћају, а у зависности од друштвено прихватљивог понашања, као и социјалног понашања возача или путника. Наиме, није редак случај да поједини возачи, а посебно категорија младих возача, у присуству других лица, а посебно вршњака имају потребу за доказивањем, па често се у саобраћају понашају небезбедније него што би се иначе понашали да су сами.

Као што се може видети из наведених примера пасивних учесника саобраћајних незгода може имати изузетно много, који посредно кроз понашање активних учесника утичу на настанак незгоде. Имајући то у виду, када се анализира саобраћајна незгода, од изузетног је значаја анализирати што већи број пасивних утицаја, како би се њихов негативан утицај јасно препознао као евентуални утицајни фактор на настанак незгода.

## 2.1.1. АНАЛИЗЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Анализе саобраћајне незгоде представљају процес утврђивања околности и чињеница у вези са насталом незгодом, анализу саставних елемената (обележја), са циљем утврђивања узрока, који су за последицу имали незгоду. Приступу у анализи саобраћајних незгода се могу поделити у две групе, и то **феноменолошке** и **етиолошке** анализе. Наведени приступи су различити и међусобно се допуњују, тако да оба представљају незаменљиве методе.

Феноменологија је наука о појавама, која изучава зависност појаве од околности које владају у време његове појаве. У саобраћају, феноменологија изучава саобраћајну незгоду у зависности од околности које владају у време настанка незгоде (месец, дан, сат, возило...), без детаљног изучавања узрока настанка незгоде. Феноменологија посматра и анализира статистички узорак саобраћајних незгода које су се догодиле у неком простору и времену, и утврђује заступљеност појединих околности настанка незгоде у том узорку. Феноменолошким анализама се препознају извори настанка незгоде и они се елиминишу без утврђивања узрока њихове појаве. Феноменологија омогућава схватање проблема и конкретних извора опасности, посебно броја и структуре незгода, просторне расподеле незгода, временске расподеле незгода, промене броја незгода у јединици времена – тренда, итд.

Етиологија је наука о пореклу и узроцима и њен буквални превод би био "дати разлог, повод", што указује на њену суштину, а то је утврђивање разлога настанка одређене појаве. Сходно томе, етиологија саобраћајних незгода проучава разлоге (узроке) настанка саобраћајних незгода, односно тражи одговор на питање зашто се догодила саобраћајна незгода. Она детаљно изучава факторе безбедности саобраћаја човек–возило–пут–окружење, са циљем препознавања и дефинисања што већег броја утицаја сваког од поменутих фактора на незгоду. Циљ етиолошких анализа није само спречавање ризика настанка незгоде у конкретном простору и времену, као што је то случај код феноменолошких анализа, већ и разумевање законитости настанка саобраћајне незгоде у одређеном простору и времену. Исходи добијени етиолошким анализама нису везани само за места, већ за сваки од фактора настанка саобраћајних незгода и требало би да су универзални и преносиви у простору и времену.

Етиолошким анализама анализира се ток догађаја пре настале саобраћајне незгоде, и то што даље у прошлост, како би се разумели сви потенцијални утицајни фактори и њихова интерференција. Етиологија посматра незгоде као след догађаја, који претходи конкретној незгоди и покушава да одговори на питање које су карике у низу догађаја допринела и у којој мери настанку незгоде. Имајући то у виду, сваки низ догађаја, за сваког од учесника незгоде, мора бити испитан посебно и до најситнијих детаља.

Етиолошке анализе саобраћајних незгода јасно указују да је свака саобраћајна незгода резултат низа претходних догађаја, да до саобраћајне незгоде не долази као последица само једног узрока, већ увек постоји више међусобно повезаних утицаја и увек су присутни утицаји различитих фактора.

Оно што се генерално може закључити је да циљ етиологије саобраћајних незгода није само отклањање опасности на једном конкретном месту где се догађају саобраћајне незгоде, већ је циљ смањивања ризика настанака незгода у саобраћају уопште.

## 2.2. НАЈЗНАЧАЈНИЈЕ МЕТОДЕ ЕТИОЛОШКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Методe које се примењују код етиолошких анализа су методe које се баве конкретним узроцима, разумевањем утицајних фактора који стварају узроке саобраћајних незгода на одређеном броју незгода или, пак, на једној незгоди. Такође, ове методe су прилагођене да на различите начине досегну жељени ниво података пре настанка појединих утицаја, како би се системски приступило изналажењу решења. Имајући у виду циљеве етиолошких анализа, можемо их поделити на Експертизе саобраћајних незгода, Дубинске анализе саобраћајних незгода, студија случаја, анализе понашања, научно посматрање, експерименте и остале методe.

### 2.2.1. ЕКСПЕРТИЗЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Једна од најчешће коришћених и најзначајнијих етиолошких анализа, која даје изузетно значајне резултате у разумевању узрока и околности настанка саобраћајних незгода, су експертизе саобраћајних незгода. Основна сврха и циљ експертиза саобраћајних незгода је утврђивање начина настанка односно околности под којима се догодила саобраћајна незгода, као и пропуста учесника незгоде, који је имао утицаја на настанак незгоде, могућност избегавања незгоде и последице незгоде (Lipovac et al., 2009, Vujanić and Lipovac, 2011, Pešić et al., 2015). Имајући то у виду, експертизе саобраћајних незгода служе за утврђивање узрока настанка саобраћајних незгода и утицајних фактора који су допринели настанку саобраћајних незгода или последица.

Експертизе саобраћајних незгода се у пракси најчешће врше за потребе правосуђа и то тужилаштва, судова и дисциплинских поступака, а знатно мање у циљу превентивног деловања у безбедности саобраћаја. Експертизе саобраћајних незгода могу се вршити и по захтеву организација, предузећа или појединаца, са циљем разјашњења околности настанка саобраћајне незгоде, штете на возилу, објектима или настанка повреда, при чему је најчешће циљ да се за потребе права, утврде чињенице са саобраћајно-техничког аспекта. Значајна карактеристика експертиза је да их могу спороводити вештаци.

Циљ утврђивања узрока настанка саобраћајне незгоде и последица у експертизама, кроз претходну анализу околности под којима се догодила саобраћајна незгода, огледа се у утврђивању кривичне, прекршајне и друге одговорности учесника незгоде, и зато се најчешће саобраћајна незгода посматра са правног аспекта. Експертизе саобраћајних незгода се најчешће ослањају на законску легислативу и у складу са њом анализирају незгоду. Циљ им је да утврде које од законских обавеза учесници саобраћајне незгоде у конкретним околностима нису поштовали, а што је имало утицаја на наста-нак саобраћајне незгоде и последица. Анализа тока и околности настанка са-обраћајне незгоде важне су и у циљу превентивног рада, односно управљања у безбедности саобраћаја.

Имајући претходно у виду, експертизе представљају сложене активности вештака на утврђивању чињеница у вези са настанком саобраћајне незгоде. За овај рад је неопходно коришћење научних, стручних и техничких достигнућа, а у складу са важећим правилима струке и законским прописима. Оно што је најважније за правилно вршење експертиза саобраћајних незгода је потреба за постојањем претходног знања, искуства и вештина за правилно учачавање и тумачење трагова и осталих околности настанка саобраћајне незгоде. Од вештака се најчешће тражи комплексна анализа саобраћајне незгоде, која захтева мултифункционална знања, како би се помоћу њих реконструисао ток саобраћајне незгоде по појединим карактеристичним фазама. Експертизе се у највећем броју случајева спроводе на основу увиђајне документације формиране од стране полиције и осталих докумената прикупљених у конкретном процесу. Имајући то у виду, вештак је приликом израде експертизе ограничен доступном и обезбеђеном документацијом од стране надлежних органа и ниво детаљности и поузданости експертизе зависи од прикупљених чињеница.

У процесу експертиза саобраћајних незгода детаљно се анализирају услови настанка саобраћајне незгоде (временски услови, стање коловоза, видљивост, прегледност и сл.), након чега се дефинишу правила безбедног учешћа у саобраћају у датим околностима. Потом се анализирају прописана правила понашања на месту и у време незгоде, као и правни оквир безбедног понашања. У даљем процесу спровођења експертиза се анализирају повреде учесника незгоде, настала оштећења на возилима, трагови и место судара (Marković et al. 2009, Воžović et al. 2009). Након стручне анализе применом мултифункционалних знања, наведених чињеница, дефинише се место судара и брзине учесника незгоде, на основу којих се спроводи временско-просторна анализа саобраћајне незгоде (Vuĳanić et al. 2009, Antić et al. 2009a,b). Овако добијени подаци о начину настанка незгоде омогућавају вештацима поређење са условима безбедног учешћа у саобраћају, након чега се дефинишу узроци и околности настанка саобраћајне незгоде и последица.

Уколико се до појединих чињеница не може поуздано доћи на основу претходно прикупљених доказа, тада се у оквиру експертиза саобраћајне незгоде могу вршити и делимичне реконструкције које омогућавају проверу техничке могућности настанка незгоде на неки од описаних начина. Овај процес омогућава елиминацију утицаја појединих фактора или елиминацију појединих навода о околностима настанка незгоде, у случају да нису у складу са техничким могућностима.



Један од задатака експертиза саобраћајних незгода је и утврђивање утицаја на тежину последица саобраћајне незгоде, односно, процену висине штете и утврђивање узрока и/или доприноса њеном настанку. У проценама штете експертизе се користе како би се доказала економска вредност настале штете у незгоди, као и допринос сваког од учесника настанку или увећању те штете.

Оно што је значајно напоменути је да се експертизама анализирају и утицаји преостала два фактора, и то фактора возило и пут на незгоду и последице. Једино шта не припада у потпуности експертизама незгоде је анализа утицаја окружења.

Исход експертиза саобраћајних незгода је налаз и мишљење вештака, који мора бити израђен јасно, недвосмислено и сагласно задатку вештачења. У Налазу и мишљењу морају бити јасно раздвојене целине налаза у коме вештак на основу материјалних чињеница утврђује параметре судара и мишљење у коме вештак износи свој суд о пропустима учесника незгоде, а на основу утврђених чињеница у налазу (Pešić et al. 2009).

## 2.2.2. ДУБИНСКА АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ

Имајући у виду чињеницу да су саобраћајне незгоде друштвени проблем, неопходно је у потпуности разумети околности настанка саобраћајне незгоде и дефинисати утицајне факторе, како би се могло утицати на овај проблем. У циљу разумевања околности настанка незгоде развијене су и прве дубинске анализе саобраћајних незгода, како би анализом свих расположивих обележја препознале и дефинисале околности које доводе до одређеног типа саобраћајних незгода. Наравно сврха препознавања и дефинисања утицајних фактора је да се превентивно делује на местима на којима постоје слични фактори и опасност од настанка саобраћајних незгода. Прве дубинске анализе саобраћајних незгода су за циљ имале препознавање недостатака појединих возила и биле су финансиране од стране произвођача возила, да би касније доживеле пуну примену анализирајући све утицаје свих препознатих фактора (**Човек-Возило-Пут-Окружење** (Ч-В-П-О)).

Једна од значајнијих врста етиолошких анализа су дубинске анализе, које по свом обиму чине најсвеобухватнију анализу утицајних фактора настанка саобраћајне незгоде. Циљ дубинских анализа би требало да буде препознавање и схватање утицаја појединих фактора на настанак саобраћајних незгода и последица, а посебно утврђивање међузависности одређеног броја препознатих фактора и њихов утицај на незгоду. Дакле, дубинске анализе би требало да дају одговор на питања који фактори су имали утицаја на саобраћајну незгоду и у садејству којих фактора може доћи до саобраћајне незгоде неког типа.

Дубинске анализе саобраћајних незгода представљају независну анализу саобраћајне незгоде од стране мултидисциплинарног тима експерата, који са различитих аспеката анализирају утицаје на настанак саобраћајне незгоде. Први услов за спровођење дубинских анализа је да постоји независан тим стручњака који врше анализу саобраћајне незгоде. Чланови тима морају бити независни, и то од државних органа, управљача пута, полиције и других истражних органа и институција и сл. Само независан тим (структурално, финансијски и функционално) може професионално сагледати све утицајне факторе без ограничења и условљавања, тако да је ово неизоставан услов. У тиму је неопходно да постоје стручњаци различитих струка, али који се баве облашћу саобраћаја, саобраћајног машинства, грађевинарства, мехатронике, психологије, медицине, како би свака од побројаних струка анализирала поједине од фактора из свог домена у вези утицаја на незгоду.

Оно што је важно напоменути је да дубинска анализа саобраћајне незгоде не представља експертизу саобраћајне незгоде, иако се у значајном делу процеси спровођења донекле преклапају. Дубинска анализа и експертизе саобраћајних незгода су у једном делу анализе готово идентичне, односно, дубинске анализе у себи садрже и делом примену методологије експертиза саобраћајних незгода. Имајући то у виду, неопходно би било да у тиму за дубинске анализе буду и саобраћајни стручњаци који поседују знања и вештине из анализа, односно експертиза незгода, или су вештаци.

Може се рећи да су по обиму дубинске анализе опширније истраживање од експертиза, јер осим анализе материјалних доказа везаних за непосредно место саобраћајне незгоде, анализирају и остале утицајне факторе, који су постојали и пре настанка опасне ситуације. Дубинске анализе откривају факторе који су довели до настанка опасности, или пак на други начин утицали на незгоду. Приликом вршења дубинских анализа подаци о саобраћајној незгоди се прикупљају од стране тима који их врши, тако да нису ограничене радом других служби или организација као експертизе. Дакле, тим за дубинске анализе може потпуно независно од других институција прикупљати податке о саобраћајној незгоди, па квалитет извршене анализе зависи само од њиховог рада.

Дубинска анализа саобраћајне незгоде започиње добијањем обавештења да се догодила незгода и тада независни тим стручњака излази на место незгоде и прикупља све расположиве податке о учесницима незгоде, повредама, возилима, путу и другим околностима саобраћајне незгоде. На терену се врше сва неопходна мерења и утврђивања важних чињеница, а могу се непосредно обавити и разговори са учесницима незгоде. У зависности од изабраног метода дубинских анализа разговори са учесницима незгоде се могу обављати и накнадно, а са повређенима се разговара у здравственим установама, где се добијају и подаци о повредама лица. Подаци о возилима се могу прикупити на месту незгоде или накнадним прегледом, у зависности од прихваћеног метода. Остали подаци о лицима учесницима незгоде могу се прибавити на друге начине, путем провере прекршајних и казних евиденција или разговора. Сви прикупљени подаци се похрањују у адекватним базама података, како би се могли детаљно и упоредо анализирати, а за шта је неопходно да постоји лице које је овлашћено за рад са поверљивим подацима. На основу свих прикупљених података утврђују се утицајни фактори настанка незгода и последица.

Сврха и циљ дубинских анализа саобраћајних незгода је препознавање фактора који имају утицаја на незгоде и разумевање њиховог утицаја у конкретним околностима. Препознавање законитости под којима се догађају поједини типови саобраћајних незгода, такође представљају значајан исход ових анализа. Дубинске анализе, за разлику од експертиза, имају искључив циљ превентивног деловања у саобраћају и то их издваја од осталих анализа. Препознавање утицајних фактора омогућава деловање на конкретном месту где се догодила саобраћајна незгода, али и превентивно деловање на местима на којима се нису догодиле саобраћајне незгоде, али их карактеришу препознати утицајни фактори.

Оно што је важно напоменути, за ефикасно спровођење дубинских анализа неопходна је подршка свих државних институција и органа, који ће доношењем законских аката и својим радом допринети квалитету прикупљених података. Изостанак сарадње са неком од значајних институција (полиција, хитна служба, тужилаштво, судови...) може у великој мери онемогућити препознавање стварних утицајних фактора, због изостанка одређених података о незгоди. Имајући то у виду за ефикасно спровођење дубинских анализа неопходно је да највише тело задужено за безбедност саобраћаја у држави успостави процедуре деловања и међусобне комуникације, како би се дубинске анализе спроводиле на најбољи могући начин и даље пун ефекат.

### 2.2.3. CASE STUDY – СТУДИЈА СЛУЧАЈА

Студија случаја је врста етиолошке анализе која укључује детаљно испитивање одређеног догађаја (случаја), као и услова под којима се испитивање врши. Дакле, базирана је на анализи појединачног случаја који се жели истражити до "најситнијих" детаља и као такав представља изузетан метод за мале узорке. Под појмом "случај" се мисли на једну саобраћајну незгоду, једног појединца (возач, пешак...), једну одабрану групу (породица, возачи, путници, корисници алкохола и наркотика и сл.) итд.

Суштина овог типа истраживања је у проучавању малог броја случајева, а најчешће само једног, али изузетно детаљно и до најситнијих елемената, и то у реалном контексту догађаја и времена. Циљ овог истраживања је да се на детаљној анализи једног случаја препознају сви могући утицаји и на основу препознатих утицаја, изведу уопштени закључци за сличне ситуације.

Специфичне карактеристике студија случаја су, као и код дубинских анализа, да се спроводе од стране стручњака различитих професија, прикупљају се и анализирају различите врсте података, квантитативни и квалитативни, прикупљају се биографски подаци, врши анализа прошлости (историјат), али и опис тренутног понашања, сагледавају се субјективни и објективни подаци. Код студије случаја присутно је уважавање историјског, социјалног и културног контекста, који је од суштинске важности за разумевање појединачног случаја, као и узимање у обзир физичког контекста, односно окружења посматране појаве.

Предности резултата добијених студијом случаја су квалитет и реалност добијених података, а подаци су јасни и самообјашњавајући, нема потребе за додатним тумачењем и процењивањем. С друге стране, недостаци могу бити то да није поновљива, подаци нису доступни унакрсној провери, па могу бити субјективни, пристрасни, селективни, резултати се тешко могу генерализовати на ширу популацију, не даје економичну и усмерену процену, дуго трају и захтевају веће трошкове.

Такође, велики обухват прикупљених података има за последицу и велики број нерелевантних података за незгоду, а што може отежавати јасније дефинисање стварних утицаја и успоравање процеса доношења адекватних закључака. Дакле, студија случаја може дати изузетно квалитетне податке о узроцима и околностима настанка једне (или неколико) саобраћајних незгода и последица. С друге стране, добијени резултати се не могу уопштити и користити за превентивно деловање, па је препорука да се студија случаја треба користити само за специфичне и појединачне случајеве, који се значајно разликују од уобичајених незгода.

#### 2.2.4. АНАЛИЗА ПОНАШАЊА

Анализа понашања је веома значајан етиолошки метод који на основу познавања личности (знања и ставова), окружења и обележја саобраћајне ситуације, тумачи, открива и анализира шаблоне понашања, у циљу уочавања недостатака. Сврха је пројектовање ефикаснијих мера за унапређење понашања учесника у саобраћају. Када је реч о анализи понашања у саобраћају, гледано са саобраћајног аспекта, значајнија је анализа свесног понашања, јер се резултати таквих анализа могу практично и брзо применити у превентивном раду. Са аспекта саобраћајне психологије, подједнако је значајан и несвесни део понашања, јер он даје основне предиспозиције личности према одређеним моделима, односно шаблонима понашања.

Анализа понашања се може спровести коришћењем различитих метода, од разговора и интервјуа, преко структурисаног интервјуа, експеримента, посматрања у стандардним условима до експерименталног посматрања и реализовања студије случаја. Анализа понашања обухвата праћење и евидентирање одређеног понашања посматране популације учесника у саобраћају, у вези са унапред дефинисаним циљевима и задацима. Због тога је неопходно јасно дефинисати циљеве, као и услове вршења анализе, јер се у зависности од њих могу добити драстично различити резултати. За анализу понашања такође је веома важно правилно дефинисати узорак посматрања и његову структуру, јер од тога зависи репрезентативност. Имајући то у виду, анализа понашања у саобраћају захтева темељне претходне анализе и пилот истраживања, како би се добили репрезентативни узорци, на основу којих би се даље могле предузимати превентивне мере у саобраћају.

Анализа понашања се издваја као једна од најпоузданијих метода за сагледавање фактора човек у саобраћају, јер омогућава праћење стварног понашања у конкретним околностима. Анализа понашања омогућава препознавање небезбедних начина понашања и довођење у везу таквог понашања са појединим карактеристикама личности. Анализа понашања омогућава и препознавање група учесника у саобраћају на које се мора деловати посебним мерама (кампањама, едукацијом, санкцијом и сл.), како би се њихово понашање унапредило и достигао жељени ниво понашања.

### 2.2.5. НАУЧНО ПОСМАТРАЊЕ

Посматрање је основни метод сваке науке и чини је циљано и објективно опажање, регистровање (евидентирање) и тумачење појава и догађаја који су доступни посматрачу. Постоји више врста посматрања, и то могу бити: обично и научно посматрање, натуралистичко посматрање и посматрање уз помоћ инструмената и сл. Овај метод је незаменљив кад су у питању процеси, понашања, догађаји који се могу одвијати и пратити једино у аутентичним, "природним" условима, тј. које није могуће вештачки изазвати ни симулирати. Такође, незаменљиви су када се жели сагледати стварно стање без утицаја на учеснике, јер само тако се може искључити њихова несвесна или свесна корекција уобичајеног понашања ка друштвено пожељном.

У безбедности саобраћаја најчешће се примењују код дубинских студија случаја, студија интеракције и разговора. За разлику од несистемског (свакодневног) посматрања, научно посматрање као метод прикупљања примарних података има три битне карактеристике систематског посматрања (Lipovac, 2008):

- Оно је систематски планирано, организовано и усмерено посматрање на специфичне циљеве истраживања;
- Резултати посматрања догађаја, појава и процеса систематски се региструју;
- Резултати посматрања се пажљиво проверавају и контролишу ради сазнања о потпуности и веродостојности спроведеног поступка посматрања и вредности добијених података.

### 2.2.6. ЕКСПЕРИМЕНТИ - CRASH ТЕСТОВИ

Експеримент је научни метод заснован на стручном и детаљном посматрању појава и процеса у контролисаним условима и околностима, који се могу мењати у току експеримента.

Експеримент се мора унапред детаљно и квалитетно испланирати, како би се реализовао по утврђеној процедури, што би требало да омогући стручно посматрање и праћење важних обележја. За разлику од научног посматрања где посматрач не утиче на посматрану појаву и околности, код експеримента се вештачки – циљано и планирано делује на стварање одређених услова и по потреби помену услова, како би се утврдили ефекти (Lipovac, 2008). Методе експеримента омогућавају да се на непосредан начин дође до узрочно-последичних односа и веза посматране појаве са околностима и догађајима који је прате у експерименту.

Експеримент, као научни метод у саобраћају, заживео је најпре са аспекта утврђивања поузданости појединих елемената или система на возилима. Потом су коришћени као различити "crash" тестови, који су се у саобраћају развијали и усавршавали још од развоја авио индустрије, а касније се примењивали и код возила, у циљу унапређења квалитета и перформанси возила. Са унапређењем перформанси возила дошло се до закључка да је неопходно тестирати и системе заштите људског тела, па се у наставку развио и модел "тест лутки" ("Sierra Sam", 1949; Hybrid I,II,III (1970-1977)), које су симулирале људско тело.

Основни циљ "crash" тестова је да се утврде механизми настанка незгода и повреда у саобраћају и истраже могућности спречавања или, смањивања повреда, унапређењем перформанси возила. Код ових истраживања могу се методологије поделити на две најважније групације, а то су истраживања чији је циљ унапређење система за избегавање саобраћајних незгода (активна безбедност) и истраживања система за смањивање броја и тежине повреда у незгодама (пасивна безбедност).

У безбедности саобраћаја су најпознатији EuroNCAP-а тестови и према њиховој стандардној процедури обављају се следећи тестови:

- Тест чеоног судара
- Тест бочног судара
- Тест заштите главе – бочни удар шипком

Осим реалних "crash" тестова, у пракси постоје и различити софтверски пакети који у значајној мери могу симулирати настала оштећења и последице, а њихов принцип рада је базиран на резултатима стварних "crash" тестова и подацима прикупљеним на основу анализираних саобраћајних незгода и насталих последица за познате услове догађања незгода. Овај начин приказивања "crash" тестова је више намењен презентацији него стварној анализи, јер као што је речено, софтвер приказује последице на основу претходних искустава и анализа (модела), што свакако не мора бити апсолутно поуздано, за разлику од реалних "crash" тестова.

## 2.3. УЗРОЦИ НАСТАНКА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Свака анализа саобраћајних незгода у суштини има за циљ схватање разлога због којих настаје саобраћајна незгода и дефинисање узрока настанка саобраћајне незгоде. Као што је већ и описивано, адекватно и потпуно сагледавање настанка саобраћајне незгоде, а посебно разумевање узрока и околности настанка представља изузетно сложену активност. У појединим случајевима није могуће сагледати све утицаје, јер може деловати велики број појединачних утицаја, при чему поједини од тих утицаја могу деловати само у моменту незгоде, па их није могуће препознати и анализирати. Ови појединачни утицаји (фактори) могу самостално или у садејству довести до настанка грешке неког од учесника у саобраћају, у одређеним околностима, али што не мора увек бити правило (законитост). Начињена грешка од стране неког од учесника саобраћаја може имати за последицу настанак опасне ситуације, а која се може претворити у саобраћајну незгоду.

Када је реч о узроцима саобраћајних незгода, најчешће се под узроцима препознају и дефинишу само споља видљиве манифестације, односно грешке које су за последицу имале настанак незгоде. Дакле, под узроцима саобраћајних незгода најчешће се дефинишу поступања неког од учесника у саобраћају, која су у конкретним околностима довела до стварања опасности и незгоде. Ова грешка (поступак) у другим условима саобраћаја не би довела до саобраћајне незгоде, под условом да не постоје и утицаји осталих фактора који су били на месту и у време настанка незгоде. Дакле, грешка која се самостално јави у саобраћају, не мора увек довести до саобраћајне незгоде, већ у специфичним околностима доводи до незгоде. Свакако, за анализу саобраћајне незгоде неопходно је утврдити која је грешка и под којим осталим утицајима довела до незгоде. На овај начин једино се могу утврдити стварни узроци настанка незгоде и дефинисати остали утицаји на незгоду.

При препознавању и дефинисању узрока саобраћајне незгоде веома је важно разликовати стварне од потенцијалних (апстрактних) опасности које су постојале у време и на месту настанка саобраћајне незгоде. Најчешће саобраћајну незгоду не прати само једна опасност, већ се у тако сложеним ситуацијама истовремено сустиче више опасности и због тога је изузетно тешко поуздано утврдити која од тих опасности је у конкретним околностима за последицу имала настанак незгоде. Поставља се питање како доказати да нека друга грешка није имала за последицу настанак незгоде, већ баш та која је препозната. Задатак експертиза саобраћајних незгода и дубинских анализа је да се на адекватан начин разлучи у конкретним околностима који су утицаји довели до настанка опасности и саобраћајне незгоде, односно шта је узроковало настанак опасности.

За правилно дефинисање узрока настанка незгоде важно је разјаснити да одређена грешка у саобраћају не мора сама по себи увек бити узрок настанка незгоде, а како се то често у пракси прихвата. Одређена грешка је само појавни облик, израз на који су се поједини узрочни фактори манифестовали у конкретним околностима, тако да за последицу има незгоду.

Постоје случајеви и када постоји околност која је довољна да самостално изазове грешку и да због те грешке настане саобраћајна незгода. У оваквим случајевима се грешка може поистоветити са узроком саобраћајне незгоде.

Упрошћено речено, хронологија настанка незгоде може се описати на следећи начин: прво треба да постоје одређени утицајни фактори који представљају потенцијалне опасности (умор, деконцентрација, стање возила, коловоза ...), али исти самостално не доводе до саобраћајне незгоде, а када дође до истовременог утицаја више фактора, њихов утицај се акумулира и повећава све до тренутка када почиње да утиче на стварање грешака у саобраћају. У зависности од врсте настале грешке или утицаја осталих срединских фактора грешка може прећи у потенцијалну опасност, а која због осталих утицајних фактора има за последицу настанак саобраћајне незгоде. На пример, због утицаја алкохола (често препознаваног као узрок) возач непрописно претиче или неприлагођава брзину кретања и због погрешне процене неблаговремено предузима кочење и долази до незгоде. У другој ситуацији, исти возач конзумира алкохол, али не прекорачује брзину и тада утицај алкохола не ствара конкретну опасност већ само апстрактну, тако да само алкохол не мора бити узрок незгоде.

Иако су неке грешке карактеристичне за неке узроке, врста грешке не зависи само од узрока због кога настаје, него и због саобраћајне ситуације и других околности. На пример, ако возач управља возилом под утицајем алкохола и ако на свом путу у току вожње мора да изврши више претицања, велика је вероватноћа да ће направити грешку у извођењу ове радње. С друге стране, ако возач не мора извршити ни једно претицање, али зато мора више пута уступити првенство пролаза, или предузимати неку другу радњу, онда се повећавају изгледи да направи другу врсту грешке. У првом описаном случају као узрок саобраћајне незгоде би било препознато предузимање претицања од стране возача, а у другом неуступање првенства у пролазу, а што јесте у конкретним околностима споља видљива манифестација психофизичког стања возача. Стварни узрок настанка саобраћајне незгоде (утицај алкохола) може бити скривен уколико се не утврде све околности настанка незгоде. Слично томе, исти возач у истим околностима може доживети саобраћајну незгоду са пешаком, где је пешак својим начином кретања изненадио возача и створио опасност, а у таквим околностима психофизичко стање возача не мора имати утицаја на незгоду, јер и возач који не би био под утицајем алкохола не би имао техничких могућности да избегне незгоду, па у овом случају алкохол не би имао утицаја на незгоду, већ би то било само понашање пешака. Важно је додатно појаснити да све грешке које се направе у саобраћају не морају увек за последицу имати настанак незгоде, већ се оне могу манифестовати:

- саобраћајном незгодом;
- конкретном опасношћу (опасне ситуације у којима је угрожено једно или више лица или имовина);
- апстрактном опасношћу (повећањем ризика али стицајем околности нико конкретно није угрожен);
- повредом заштитног прописа (противправно понашање које за последицу нема саобраћајну незгоду нити конкретну или апстрактну опасност).



Имајући то у виду неопходно је детаљно анализирати сваку појединачну грешку како би се утврдили њени стварни утицаји на конкретну саобраћајну незгоду. Систем праћења само споља видљивих обележја саобраћајних незгода не обезбеђује да се потпуно и прецизно утврди број и структура грешака учесника у саобраћају које доводе до саобраћајних незгода. У пракси је најшире распрострањено доношење суда о узроцима незгода на основу оваквих појединачних карактеристика незгоде, односно грешака. Ово је посебно својствено за полицију и тужилаштво, који без детаљне анализе, на основу првог препознатог или најјачег утицаја доносе суд о узроку незгоде. Експертизе саобраћајних незгода у великој мери ту могу помоћи, јер се помоћу њих могу поуздано утврдити стварни узроци настанка незгоде. Осим експертиза саобраћајних незгода и дубинске анализе такође дају одговоре на питања који је од препознатих утицаја у конкретним околностима имао највећи утицај на настанак саобраћајне незгоде.

## 2.4. ОКОЛНОСТИ НАСТАНКА САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ

Сложеност саобраћајне ситуације која претходи настанку саобраћајне незгоде, као и сложеност ланца догађаја који претходе незгоди, јасно указују да при настанку незгоде мора деловати већи број појединачних утицаја, како би се незгода догодила баш на одређеном месту и у одређено време. Препознавањем свих потенцијалних утицаја се омогућава даља селекција врсте утицаја, а што је већ објашњено и издвајају се фактори који су узроковали саобраћајну незгоду и остали фактори који су имали утицаја на њу. Сви утицајни фактори који су у вези са насталом саобраћајном незгодом, а нису је узроковали, називају се околностима настанка саобраћајне незгоде. Чест је случај погрешног тумачења утицаја појединих фактора, па се, уместо околности, неки фактори погрешно дефинишу као узрочни и обрнуто. Погрешно тумачење ових фактора доводи у ситуацију да се не препознају прави утицајни фактори, због којих настаје незгода, а препознају се мање битни фактори.

Свакако број узрочно везаних утицајних фактора је најчешће знатно мањи од броја осталих утицајних фактора, односно околности. Околности често имају изузетан значај на насталу незгоду, или пак на њене последице, иако је нису директно проузроковали, тако да утицај околности није без значаја и не треба га занемарити из детаљне анализе. Поједине околности често могу допринети настанку незгоде или утицати на могућност избегавања незгоде (клизав коловоз, умор, квалитет пнеуматика и др.), или пак имати директан утицај на последице (већа брзина – теже последице и сл.) саобраћајне незгоде. Такође, околности настанка саобраћајне незгоде у неким случајевима не морају имати утицаја на настанак незгоде и последице, већ само постоје као пратећа околност која има утицаја на начин реаговања учесника у незгоди (нпр. разговор, светлост, тмурно време и сл.). За превентивно деловање је од изузетног значаја сагледавање утицаја фактора околности настанка незгоде, јер омогућавају елиминисање настанка услова који погодују појави одређеног утицајног фактора.

За утврђивање одговорности и разумевање разлога настанка саобраћајне незгоде од пресудног значаја је разликовање врсте утицаја препознатих фактора, јер од тога зависи степен одговорности за насталу незгоду и последице. Дефинисање врсте утицаја такође је значајно и за препознавање степена утицаја (значаја) препознатог фактора на незгоду, што омогућава рангирање значаја појединих фактора. Ово омогућава планирање и усмеравање превентивног деловања у циљу спечавања будућих незгода, деловањем на најзначајније факторе.

Поједини од фактора околности иако нису у узрочној вези са настанком незгоде, могу допринети њеном настанку или пак под другим околностима бити узрочници. Ови фактори су веома слични факторима који узрокују незгоду по питању њиховог утицаја на настанак незгоде, и као такви се сматрају изузетно небезбедним. Примера ради геометрија хоризонталне кривине ("корпаста" кривина) може узроковати настанак незгоде иако је основни узрок вожња небезбедном брзином.

Следећу групу чине фактори који имају утицај на могућност избегавања незгоде. Ова категорија фактора по свом утицају на незгоду следи претходну, јер да не постоји, опасна ситуација би била избегнута и не би настала саобраћајна незгода. Примера ради вожња брзином већом од ограничене у условима када пешак створи изненадну и опасну препреку, која би могла бити избегнута интензивним кочењем и предузимањем скретања при дозвољеној брзини.

Трећу категорију утицајних фактора из групе околности представљају фактори који нису у вези са настанком незгоде, а њихов утицај се огледа на повећање тежине последица. Од ових фактора не зависи да ли ће настати саобраћајна незгода, већ она и без њиховог утицаја настаје, али су због њиховог утицаја последице много веће. Ови утицајни фактори су значајни за анализе јер могу утицати на последице, па самим тим и тежину незгоде и врсту одговорности учесника незгоде. Као примери ових утицаја могу се навести пасивно небезбедни елементи возила или пута или пак брзина већа од ограничене која нема утицај на могућност избегавања незгоде.

Последња категорија препознатих утицајних фактора су утицајни фактори који стварају апстрактну опасност и у конкретним условима нису имали утицаја на незгоду. Велики је број ових примера и могу бити везани за геометрију коловоза, техничко стање возила или пак психофизичко стање лица. Постојање неисправности на кочном уређају, примера ради у незгоди која није захтевала интензивно кочење, или пак лоша геометрија коловоза у незгоди са пешаком, нису имали утицаја у конкретним околностима, али у ситуацији када би било важно зауставити возило или проћи граничном брзином неким делом пута би за последицу имали настанак незгоде. Ове факторе, на први поглед, не би требало разматрати приликом анализе појединачне незгоде, јер од њих не зависи ни настанак ни последице незгоде, али њихов утицај не може бити занемарен, јер су свакако имали одређени утицај на стварање или деловање осталих утицајних фактора, или на њихову међусобну условљеност. Са друге стране, ови фактори у неком другом склопу околности могу имати утицаја на незгоду, иако у конкретном случају нису имали, па када се препознају неопходно их је детаљније и анализирати.

## 2.5. ЗНАЧАЈ АНАЛИЗЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

За унапређење безбедности саобраћаја неопходно је располагати подацима о тренутном стању безбедности саобраћаја, као и проблемима који утичу на смањење безбедности. За препознавање проблема, неопходно је анализирати појавне облике тих проблема, а међу којима су најдоминантније саобраћајне незгоде. Имајући то у виду неопходно је спроводити различите анализе саобраћајних незгода, како би се сагледали сви потенцијални утицаји и фактори који доводе до њих.

Имајући у виду да је саобраћајна незгода најчешће последица непоштовања прописаних правила саобраћаја, то анализа саобраћајне незгоде омогућава утврђивање постојања (не)поштовања, као и препознавање врсте прекршаја, а који за последицу има настанак саобраћајне незгоде. Дакле, анализа саобраћајне незгоде даје основ са кривично-правну и материјалну одговорност неког од учесника у саобраћају. Уколико не би постојала анализа саобраћајне незгоде, тада не би било могуће поуздано утврдити ни ко је одговоран, ни у којој мери за настанак незгоде и последица.

Без правилног сагледавања свих проспута не би било могуће ни адекватно и праведно санкционисање непоштовања прописа, а што је обавеза заштитног система друштва. Ове анализе, осим ефекта у домену материјално-правне одговорности, могу имати утицаја и на унапређење правног оквира функционисања саобраћајног система, препознавањем одређених недостатака које за последицу имају грешке учесника у саобраћају и настанак незгоде.

Осим утврђивања одговорности за настанак саобраћајне незгоде, анализе саобраћајних незгода омогућавају сагледавање и препознавање фактора који имају утицаја на њихов настанак. На овај начин препознају се и дефинишу фактори који у одређеним околностима за последицу имају настанак незгоде. Ово омогућава јасно дефинисање услова који доводе до настанка саобраћајне незгоде, а што је основ за превентивно деловање у циљу њихове елиминације. Дакле, препознавање утицајних фактора и модела њиховог утицаја на настанак незгоде, омогућава развој мера и алата који ће спречавати појаву препознатих утицаја на конкретном месту или другом месту са сличним факторима.

Дакле, анализе саобраћајних незгода омогућавају како утврђивање кривично-правне одговорности учесника незгоде и санкционисање, тако омогућавају и превентивни рад у безбедности саобраћаја, препознавањем фактора који доводе до незгода.

## 2.5.1. ЗНАЧАЈ ДЕФИНИСАЊА ПРОПУСТА УЧЕСНИКА САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ

Један од најзначајнијих начина одржавања стабилног саобраћајног система је доследно утврђивање евентуалног непоштовања законом прописаних правила и норми у саобраћајном систему. Свако непоштовање одређених правила најчешће ствара апстрактну опасност у саобраћају. Често те апстрактне опасности због различитих утицајних фактора прерасту у конкретне опасности (Vuјanić, et al., 2010), од којих неке за последицу имају и настанак саобраћајне незгоде. Да би се смањио број непоштовања, неопходно је перманентно анализирати саобраћајне незгоде, како би се препознавала доминантна непоштовања прописа, вршило санкционисање и елиминисање тих непоштовања.

Заштитни систем државе, предвидео је три врсте санкционисања учесника у саобраћају, који не поштују прописана правила и норме. За непоштовање прописа који нису за последицу имали настанак веће материјалне штете или повређивање лица Закон о безбедности саобраћаја је предвидео прекршајно кажњавање. У зависности од врсте и тежине ученог непоштовања саобраћајног прописа, прописана је и адекватна санкција, која најчешће предвиђа новчано кажњавање и евентуално забрану управљања возилом у предвиђеном периоду и кажњавање казним поенима. Уколико је приликом непоштовања одређеног прописа дошло до настанка саобраћајне незгоде са малом материјалном штетом, тада је закон предвидео и обавезу финансијског обештећења оштећеног лица у таквом догађају.

У ситуацијама када непоштовање неког од саобраћајних прописа има за последицу настанак саобраћајне незгоде са већом материјалном штетом, повређеним и/или погинулим лицима, тада је прописана кривична одговорност. Санкције прописане за кривичну одговорност далеко превазилазе санкције прописане за прекршајну одговорност, што значајно мења и ниво одговорности. За кривичну одговорност је у већини случајева предвиђена санкција лишавања слободе лица које је учинило кривично дело, а са могућношћу да казна буде преиначена у новчану или другу санкцију.

Први од значаја анализе настале саобраћајне незгоде је утврђивање вредности стварно настале штете у саобраћајној незгоди. Као што је већ речено, у зависности од висине штете, она може бити мала материјална или велика материјална штета. Прва од улога анализе саобраћајне незгоде је да поуздано утврди висину настале штете, како би се адекватно определила одговорност лица које је узроковало незгоду.

Анализа саобраћајних незгода са обележјем кривичног дела (велика материјална штета, повређена и погинула лица) има задатак да правилно дефинише пропусте и прекршаје учесника саобраћајне незгоде. Код ове врсте саобраћајних незгода најважнији део анализе представља препознавање свих прекршаја који су начињени у саобраћајној незгоди и разумевање њихове евентуалне узрочне повезаности са настанком незгоде и утицаја на последице.

Као што је речено, кривична одговорност предвиђа одговарајуће санкције, па је сходно томе од изузетне важности правилно разграничење начињених пропуста и њима следствених последица, од других пропуста и евентуалног утицаја на последице.

Сложеност догађања саобраћајне незгоде је више пута навођена и описивана са различитих аспеката, па је неопходно навести и да се приликом настанка незгоде често прави више различитих прекршаја и то често од стране више учесника незгоде. Мали је број саобраћајних незгода у којима само један учесник у саобраћају начини један пропуст и то за последицу има саобраћајну незгоду и последице. Значајно већи број незгода је у којима више учесника чини неки од прекршаја, при чему тежина тих прекршаја није идентична, а посебно утицај тих прекршаја на настанак саобраћајне незгоде и њене последице.

Експертисе саобраћајних незгода утврђују све начињене прекршаје, сваког од учесника саобраћајне незгоде, укључујући и пасивне учеснике, нпр. управљача пута и дефинишу утицаје начињених прекршаја на незгоду и последице. Правилно дефинисање и утврђивање узрочне везе прекршаја и последице је од највећег значаја за правилно санкционисање непоштовања прописа. Наиме, у појединим ситуацијама одређени прекршај би неспорно за последицу имао саобраћајну незгоду, али прекршај другог учесника у незгоди има утицај на настале последице. У тим случајевима не би било исправно повезати и настанак и последице незгоде само за прекршај који је узрочно везан за незгоду, већ се они морају дефинисати сходно стварним утицајима. Примера ради, у саобраћајној незгоди у којој је дошло до судара због преласка једног возила на супротну саобраћајну траку, путник из другог возила задобија смртне повреде, јер није користио сигурносни појас. У описаном примеру неопходно је експертисама утврдити и разграничити разлог настанка незгоде од разлога настанка последица, те дефинисати пропусте сходно томе.

Значај правилног дефинисања везе између начињеног прекршаја и настале последице се огледа у правном сагледавању стварних последица појединих пропуста, а самим тим и правилном опредељивању адекватне санкције. Неадекватно опредељивање утицаја појединих пропуста на последице би довело до санкционисања појединих учесника у саобраћају који нису одговорни за одређене последице или за незгоду, само зато што су начинили неки од прекршаја у вези са настанком незгоде. Дакле, у овом сегменту, улога анализе саобраћајне незгоде са правног аспекта је да се адекватно препознају пропусти сваког од учесника незгоде и сходно томе дефинише њихова одговорност, на основу које ће бити санкционисани.

У анализама саобраћајних незгода повремено се јавља проблем адекватног разграничења утицаја појединих прекршаја на последице. Један од честих прекршаја, чије се последице никада не могу поуздано дефинисати, је непоштовање ограничења брзине. Наиме, у незгодама где је један учесник у незгоди узроковао настанак незгоде, тешко је дефинисати у којој мери је непоштовање ограничења брзине допринело настанку последица, али неспорно је да би последице биле мање.

Није ово усамљени случај, када једноставно анализа саобраћајне незгоде не може дати одговоре на сва питања и јасно разграничити када је одређена последица искључиво настала као последица једног конкретног пропуста. С друге стране, и само препознавање утицаја других фактора помаже правосудном систему за правилно дефинисање санкције, сходно процењеном утицају на незгоду. Дакле, и у оваквим ситуацијама анализа саобраћајне незгоде омогућава боље, мада непотпуно, сагледавање степена утицаја појединих прекршаја и помаже дефинисању адекватне санкције од стране правосудног система.

Са аспекта правосудног заштитног система неопходно је анализом саобраћајне незгоде дефинисати све пропусте у једну од пет категорија пропуста. Најважнија је категорија пропуста узрочно везаних за настанак саобраћајне незгоде, јер она дефинише одговорност за насталу незгоду и опредељује ко је главни узрочник незгоде. Затим, категорија пропуста који су допринели настанку саобраћајне незгоде, дакле, такође категорија која је у вези са узроком и опредељује остале пропусте који су узроковали незгоду. Пропусте у вези са могућношћу избегавања незгоде, у које спадају пропусти који имају везе са настанком незгоде, јер се због њих није могла избећи незгода, али је нису проузроковали. Пропусте у вези са тежином последица, који немају утицај на настанак или могућност избегавања незгоде, већ су само допринели или узроковали последице незгоде је следећа група пропуста. И последњу категорију представљају пропусти, који нису у вези са насталом саобраћајном незгодом, али су настали у току саобраћајне незгоде, или непосредно пре незгоде и са аспекта правосудног система оне се морају санкционисати иако нису у вези са конкретном незгодом.

## 2.5.2. СПРЕЧАВАЊЕ НАСТАНКА НОВИХ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА – ПРЕВЕНТИВНИ ЗНАЧАЈ

Анализе саобраћајних незгода осим кривично-прекршајног-правног значаја, за разјашњење правне одговорности појединих учесника у незгоди, имају и другу, још сложенију и далекосежнију улогу. Оне омогућавају разумевање механизма настанка саобраћајне незгоде и препознавање утицајних фактора, који доводе до настанка саобраћајне незгоде, а што је основ за превентивни рад у безбедности саобраћаја. Дакле, само свеобухватно и квалитетно анализирање појединачних саобраћајних незгода може дати одговор на питања како, зашто и под којим околностима се догађају саобраћајне незгоде. Одговори на ова питања омогућавају разумевање процеса настанка незгоде и предузимање мера и акција како би се уочени негативни утицаји елиминисали или бар смањили у мери да не узрокују настанак саобраћајних незгода и последица.

Перманентно упоређивање и праћење добијених резултата анализа саобраћајних незгода омогућава дефинисање доминантних утицајних фактора настанка незгода на неком подручју.

Такође омогућава и препознавање карактеристичних амбијената под којима настају незгоде или одређени типови незгода. Ово опет омогућава дефинисање сетова мера које имају за циљ уклањање уочених проблема и унапређење безбедности саобраћаја на том подручју.

Системско праћење резултата анализа саобраћајних незгода омогућава формирање различитих база података о обележјима саобраћајних незгода, што омогућава спровођење различитих врста анализа и дефинисање адекватних мера за унапређење безбедности саобраћаја. Анализе саобраћајних незгода су најбољи извор података о специфичностима које прате настанак саобраћајних незгода. Ове анализе омогућавају, у зависности од потреба и врсте анализе, системско праћење утицајних фактора на неком подручју, или само појединих типова саобраћајних незгода, или других изабраних категорија. Све ово омогућава сагледавање стања саобраћајног система, препознавање опасних места, деоница, или пак услова за настанак незгоде и превентивно уклањање потенцијалних опасности, које могу довести до незгода.

Анализа саобраћајне незгоде омогућава праћење утицаја препознатих фактора, као и сагледавање и уочавање повезаности појаве и деловања одређених фактора истовремено. На овај начин омогућава препознавање или дефинисање појединих шаблона настанка саобраћајних незгода. Дефинисањем шаблона било би могуће у великој мери олакшати процес унапређења безбедности саобраћаја, јер би се омогућило елиминисање појединачних утицаја унутар препознатог шаблона и прекидањем ланца догађаја спречити настанак незгоде. Сагледавањем појединачних утицаја сваког од фактора човек-возило-пут-окружење, унутар анализе саобраћајне незгоде, унапређује се препознавање већег броја утицаја, као постојање међусобних утицаја препознатих основних фактора. Анализе некада не могу јасно дефинисати утицаје појединих фактора на незгоду, јер се ти утицаји јављају само у међусобној корелацији одређених фактора и околности, па их је могуће препознати само у тим условима.

За превентивни аспект проучавања саобраћајних незгода су подједнако значајни сви утицајни фактори, посебно утицаји фактора пут и околина, јер они стварају и дефинишу амбијент за безбедан саобраћајни систем. Са превентивног аспекта значајна је и анализа утицаја фактора возило као једног од елемената безбедности у саобраћајном систему, на који се може посредно утицати, кроз различите контроле, али у домену фактора пут и околине могу се постићи најбољи резултати. Сагледавање утицаја пута и окружења на настанак саобраћајних незгода омогућава уочавање перманентних извора опасности у саобраћајном систему, јер без обзира на остале факторе, они увек постоје и представљају потенцијалне опасности за настанак саобраћајне незгоде. Препознавањем одређених карактеристика инфраструктуре, као честих узрочника или пратећих фактора настанка незгода, омогућава се њихово истицање као опасних елемената, а што за последицу може имати елиминацију тих елемената из система, чиме се у знатној мери унапређује систем и смањује број потенцијално опасних ситуација и могућих незгода. Препознавање инфраструктурних проблема омогућава унапређење саобраћајног система елиминацијом уочених проблема на конкретном месту и препознавањем сличних проблема на осталом делу инфраструктуре, чиме се унапређују перформансе саобраћајног система.

Имплементирањем препознатих утицаја инфраструктуре на основу анализа саобраћајних незгода, могу се осим унапређења тренутног стања постићи и промене у приступу планирања, пројектовања и изградњи будућих елемената саобраћајног система. На овај начин се једном препознати утицаји инфраструктуре на настанак и последице саобраћајне незгоде могу системски уклопити у свим будућим инфраструктурним елементима и на тај начин створити безбеднији саобраћајни услови.

Као што је већ речено, осим значаја препознавања утицаја фактора пут и околина у нешто мањој мери је значајно и препознавање утицаја фактора возило, посебно што се возило не истиче у већој мери као узрочник незгода, него више као фактор утицаја на последице. Уочавање појединих утицаја фактора возило на настанак незгоде или последице, може утицати на унапређење система контроле техничке исправности возила или пак, на успостављање одређених стандарда које возила морају испунити на одређеном подручју. Све ово за циљ би требало да има елиминацију фактора возило као узрочника настанка саобраћајних незгода и смањење његовог утицаја на последице незгода. Прописивањем минимално потребне опреме возила, или постављањем услова поседовања одређене класе заштите коју возила морају испунити, може се значајно унапредити ниво безбедности, посебно са аспекта пасивне заштите и умањења последица незгоде. Увођењем савремених система контроле возила и подстицајем употребе таквих возила би се могао стратешки повећати и ниво безбедности јер би се на тај начин смањио утицај фактора човек, а готово елиминисао утицај возила на настанак незгода.

Иако превентивни рад у безбедности саобраћаја најбрже и најбоље ефекте може дати у оквиру фактора пут и околина, неизоставан је и рад на унапређењу фактора човек, јер је његов утицај свакако најдоминантнији код саобраћајних незгода. Анализе саобраћајних незгода, а посебно поједине од анализа (дубинске анализе, интервју и сл.) омогућавају детаљну анализу фактора човек у конкретној незгоди. Препознавање појединих негативних модела понашања учесника у саобраћају, на основу анализа саобраћајних незгода, омогућава системско планирање активности на променама тих нежељених понашања у саобраћају.

У зависности од препознатих модела понашања, превентивни рад може бити репресивно-превентивни рад, и то према одређеној категорији учесника или према уоченом понашању, или само превентивни. Репресивно-превентивни рад има за циљ да се нежељена понашања готово тренутно елиминишу и одређеном казном санкционишу, што представља репресивни део рада, док превентивни део утиче да се уочено понашање не понавља код истог учесника у саобраћају, као и да се у целокупној популацији учесника у саобраћају дестимулише појава тог понашања у будућности.

Осим посредног спровођења превентивног рада, анализе саобраћајних незгода омогућавају директан превентивни рад на свим уоченим проблемима, који су у вези са настанком незгода. Резултати анализе понашања учесника у саобраћају дају могућност превентивног рада и у систему образовања, едукације и васпитања, како би се нежељена понашања системски елиминисала код учесника у саобраћају.



Такође, ово омогућава и перманентно деловање на категорије учесника у саобраћају, поготово оне које не поштују правила, путем превентивно пропагандног рада и применом различитих медија за деловање на учеснике у саобраћају, како би им се утицало на свест и схватање значаја избегавања конкретне небезбедне понашања у саобраћају. Дакле, анализе саобраћајних незгода усмеравају превентивни рад, јер оне дефинишу проблеме понашања учесника у саобраћају, на које се мора деловати одређеним мерама.

Превентивно деловање у саобраћајном систему без јасно дефинисаних проблема на основу извршених анализа и дефинисаних реалних циљева би за последицу имало велика улагања и слабе резултате, јер се не би деловало само на постојеће проблеме, те би остварени ефекти били мали. Насумично превентивно деловање без поуздано дефинисаних проблема, може имати и нежељене контра ефекте и утицати на погоршање стања безбедности саобраћаја. Имајући то у виду, анализе саобраћајних незгода су неизоставни део превентивног рада у безбедности саобраћаја и као такве се морају редовно спроводити, како би се превентивни рад правилно усмеравао и остваривао максималне ефекте.

### 2.5.3. ДЕФИНИСАЊЕ ФАКТОРА КОЈИ СУ ИМАЛИ УТИЦАЈА НА НАСТАНАК НЕЗГОДЕ И ПОСЛЕДИЦЕ

Дефинисање фактора који су имали утицаја на саобраћајну незгоду представља циљ већине анализа саобраћајних незгода, без обзира о којој врсти анализа је реч. Посебан задатак у дефинисању утицајних фактора представља разумевање стварног утицаја препознатих фактора и адекватно дефинисање његовог утицаја у конкретној незгоди. Најсложенији задатак анализа саобраћајних незгода представља јасно разграничење утицаја појединих фактора, посебно што већина фактора међусобно конвергира и ствара заједничке утицаје, што у многоме отежава разграничење утицаја сваког појединачног фактора.

Сагледавањем околности под којима се догодила саобраћајна незгода кроз њену анализу, омогућава вршење различитих специфичних анализа, које омогућавају детаљније сагледавање утицаја сваког препознатог фактора. Само детаљно анализирање, првенствено појединих фактора, а потом и свих фактора који су једновремено утицали, може се стварно разумети разлог настанка пропуста, који је за последицу имао незгоду.

Већ је раније објашњено да се под узроцима настанка незгоде најчешће препознају само појавни облици збирних утицаја препознатих фактора, који су за последицу имали грешку и настанак незгоде. Дакле, за дефинисање одговорности за насталу саобраћајну незгоду је довољно утврдити појавни облик, односно понашање које је за последицу имало настанак незгоде, јер се на тај начин дефинише ко је начинио пропуст.

За утврђивање степена утицаја других учесника у незгоди на настанак незгоде и последице, неопходно је анализирати и друге могуће утицаје на настанак незгоде или последице, наравно не залазећи дубље у разлоге њиховог настанка, већ само у појавне облике. На овај начин се може јасно дефинисати који од учесника саобраћајне незгоде је створио опасну ситуацију у саобраћају (узроковао саобраћајну незгоду) и да ли су остали учесници у саобраћајној незгоди имали утицаја (допринели настанку или тежини последица). Ово је довољан степен да би се утврдила кривично правна одговорност и утврдио степен утицаја сваког учесника незгоде. На основу овако добијених резултата, суд има могућност да определи степен одговорности учесника незгоде и сходно томе пропише одговарајућу санкцију.

У кривично правној одговорности, као што је већ објашњено, утврђује се да ли је одређено понашање (последица утицаја различитих фактора) неког од учесника незгоде имало утицаја на стварање опасне ситуације (узрок незгоде), или пак на њене последице (Stevović, 2010). За ово је неопходно дефинисати факторе који су у вези са настанком саобраћајне незгоде и факторе који су утицали на последице. Фактори који су узроковали саобраћајну незгоду се могу појавити у облику узрочно везаних фактора за настанак незгоде, доприносиоцих фактора настанку, или пак фактора који су утицали на могућност избегавања незгоде. Фактори који узрокују саобраћајну незгоду су најчешће понашања појединих од учесника, као што је предузимање одређене радње у саобраћају када нису постојали безбедни услови (скретање, претицање, обилажење, ступање на коловоз, довођење у заблуду других учесника и сл.) и често је утицај ових фактора у директној вези са кршењем неког од саобраћајних прописа.

Основни утицајни фактори, без обзира на утицаје других препознатих фактора би у конкретној незгоди свакако довели до настанка незгоде, и зато се они могу сматрати основним пропустима за настанак незгоде. У групу утицајних фактора на настанак незгоде, а који нису у узрочној вези, су утицаји фактора који доприносе настанку незгоде. Ови фактори заједно са основним узрочним факторима такође за последицу имају настанак незгоде, али за разлику од основних узрочних, они их прате и у садејству са њима узрокују незгоду. Питање је да ли би ови фактори и самостално, да нема основних фактора узроковали незгоду, али би у одређеном броју случајева и они узроковали. Фактори који су имали утицаја на могућност избегавања незгоде, за разлику од претходне две групе фактора, самостално не могу изазвати незгоду у конкретним условима који су били у време настанка незгоде. Постојање ових фактора спречава неког од учесника незгоде да својом реакцијом избегне прелазак створене опасне ситуације у саобраћајну незгоду. Ови пропусти по тежини свакако нису у равни пропуста који узрокују незгоду, алу су у вези са њеним настанком и као такви су посебно значајни са аспекта дефанзивног понашања у саобраћају и превенције настанка незгода.

Фактори који не утичу на настанак саобраћајне незгоде нису ништа мање значајни од фактора који су у вези са настанком незгоде. Иако не стварају конкретну опасност у саобраћају, због које настају незгоде, они старају небезбедно окружење, односно потенцијалне опасности. Наиме, ови фактори само по себи неће изазвати саобраћајну незгоду, поготово гледано са аспекта одговорности за настанак незгоде.

Ови фактори могу посредно имати утицаја на понашање учесника у саобраћају и евентуално посредно утицати на стварање других фактора који ће узроковати незгоду. Њихов посредни утицај није могуће правно доказати, тако да у домену кривичне одговорности не постоји њихова веза са евентуалним узроком незгоде. Са аспекта одговорности њихов утицај је на тежину насталих последица најважнији. Као што је већ речено, иако ови фактори не узрокују незгоду, они веома често директно утичу на величину последице. Утицај на последице веома често може бити и значајнији од утицаја на настанак незгоде, јер су у неким случајевима последице далеко теже (скупље) од самог настанка незгоде или пак дефинишу тежу квалификацију пропуста. Од насталих последица незгоде директно зависи врста одговорности учесника незгоде (прекршајна или кривична), као и врста санкције (новчана надокнада, забрана управљања, лишење слободе). Дакле, утицај фактора везаних за последице незгоде је изузетно значајан и зато их треба детаљно анализирати и сходно добијеним резултатима утицати на њихову елиминацију.

Са аспекта превентивног значаја дефинисања утицајних фактора настанка саобраћајне незгоде, свакако је значајно дефинисање утицајних фактора на претходно описан начин. Осим тога, за превентивно деловање у безбедности саобраћаја значајно је и разумевање стварних узрока појаве одређених споља видљивих понашања у саобраћају. Дакле, суштина превентивног деловања је у откривању разлога зашто је дошло до грешке неког од учесника, а не само да ли је дошло до грешке и које врсте грешке. Утврђивање утицајних фактора на појавни облик грешке је изузетно сложен процес и веома често ограничен различитим условима средине и других фактора.

Адекватно сагледавање могућих утицаја је веома често везано за субјективну страну учесника у незгоди, што се може анализирати само у домену који омогући неко од учесника незгоде и не може се спроводити без његове спремности за сарадњом. Такође, анализа субјективних утицаја такође је условљена и заштитом података о личности и другим законима којима се штите лична права и подаци о лицима, па је и то ограничавајући фактор у прикупљању већег броја појединачних утицајних фактора. Имајући то у виду у пракси је веома тешко доћи до већег броја субјективних утицајних фактора, па се они групишу на тај начин на који се могу препознати, на основу доступних података о лицима.

Када је пак реч о факторима возило, пут и окружење, тада не постоји ограничење у детаљности анализа које ће бити вршене у циљу утврђивања стварних утицаја појединих фактора на незгоду. У зависности од циљева истраживања и самих истраживања, узрок насталог пропуста се код ових фактора може испитати до крајњих граница, односно целокупна генеза настанка проблема и међусобних утицаја на проблем се може анализирати како би се утврдили сви утицаји.

У овој групи анализа, као што је већ речено, постоји два основна циља и то, први, да се прикупи и препозна што је могуће већи број стварних утицајних фактора на саобраћајну незгоду, а затим, да се испита степен њихов утицај и евентуални међуутицај тих фактора на незгоду. С друге стране, ова анализа омогућава и утврђивање међусобних утицаја појединих фактора, који утичу заједно на незгоду, што омогућава дефинисање најчешћих амбијената настанка саобраћајне незгоде или пак модела (шаблона) настанка незгоде.

Правилно препознавање, утврђивање и дефинисање појединих препознатих утицајних фактора омогућава с једне стране адекватно санкционисање стварних пропуста, а са друге стране организацију, планирање и спровођење превентивног деловања у безбедности саобраћаја. Имајући ово у виду анализе саобраћајних незгода су неопходне како би се могло доћи до ових података и системски деловало у безбедности саобраћаја. Спровођење што већег броја различитих анализа саобраћајних незгода, омогућава прикупљање већег броја препознатих утицајних фактора и омогућава детаљнију и поузданију анализу и препознавање оних фактора чији је утицај најдоминантнији. Ово омогућава стратешко деловање у безбедности саобраћаја, и константно унапређење примењених мера и метода, како би се ефекти увек унапређивали.

## 2.6. ЗАКЉУЧЦИ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА, ПРЕПОЗНАВАЊЕ НАЈВАЖНИЈИХ ФАКТОРА НАСТАНКА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА И ПОСЛЕДИЦА

Анализе саобраћајних незгода могу се вршити за различите потребе и на различите начине, применом различитих метода и алата, а у зависности од циља и сврхе конкретног истраживања. Неке од метода дају поузданије податке, неке друге мање поуздане, али свака примењена метода даје одређене податке који су њој својствени и као такви су од изузетног значаја, за разумевање узрока и околности настанка саобраћајних незгода. Повећањем броја примењених метода и повећањем узорка анализираних саобраћајних незгода, може се унапређивати систем препознавања и дефинисања адекватних утицајних фактора настанка саобраћајних незгода и последица, и на тај начин унапредити рад у превенцији саобраћајних незгода.

Поједине од анализа имају за циљ да утврде одговорност учесника незгоде и оне анализом и дефинисањем пропуста, откривају ко је од учесника одговоран за који од учињених пропуста. На овај начин ове анализе утврђују и препознају узрочнике и остале утицајне факторе настанка саобраћајне незгоде. Иако им је циљ утврђивање одговорности појединих учесника незгоде, оне посредно утврђују и разјашњавају шта је за последицу имало настанак незгоде. Такође, ове анализе дефинишу препознате факторе у групе које узрокују незгоду или оне који су у вези са последицама. Ове анализе омогућавају у наставку доделу тежинских коефицијената или бар разумевање повезаности појединих утицаја препознатих фактора са настанком незгоде и последицама.

Друге од анализа су усресређене на анализе само појединих фактора или пак појава и детаљно их истражују. Примера ради различити интервјуи, анкете, фокус групе и слично дају незаменљиве резултате у погледу анализе знања, ставова, искустава учесника саобраћајних незгода, које је готово немогуће на друге начине и помоћу других метода утврдити.

Резултати оваквих анализа, које су примера ради усредсређене на фактор човек, омогућавају незаменљиво квалитетне податке за сагледавање утицаја људског фактора на настанак и последице саобраћајних незгода. Свакако, анализе утицаја фактора човек се класичним истраживањима не могу сагледати у тој мери, јер значајан број података, као и личних ставова и аспеката није јавно доступан. На овај начин препознати утицајни фактори свакако допуњују класичне анализе саобраћајних незгода и олакшавају разумевање појединих појавних облика и грешака. Дакле овакве анализе иду корак даље и омогућавају утврђивање стварних утицајна, скривених иза фактора човек, а не само појавних облика утицаја на настанак и последице незгоде.

Различите анализе и тестирања возила такође омогућавају сагледавање утицаја фактора возило на незгоде и последице. Ово такође представља специфичну врсту анализа и као таква је посебно значајна за елиминацију или утврђивање потенцијалних утицајних фактора возило. Овде се посебно издваја анализа утицаја возила на последице незгоде, јер код узрока то је најчешће мање спорно утврдити. Код утицаја на последице је веома сложена ситуација и у зависности од техничких карактеристика возила, опреме и правилне употребе, зависи могућност настанка одређених последица и њихове тежине.

Све ово потврђује да свака метода има своје предности и недостатке и да није могуће на брз и једноставан начин сагледати све утицаје на настанак незгода и последица. С друге стране, једна од анализа саобраћајних незгода у својој методологији обједињује готово све остале методе и врсте анализа и даје најшири спектар могућности сагледавања свих утицајних фактора. Недостатак дубинске анализе као методе је баш та свеобухватност, јер захтева време и финансијска средства за реализовање и не могу се добити одговори на брз и једноставан начин о утицајним факторима настанка незгода и последица. Како ова метода захтева много времена и новца, неопходно је на основу претходних метода, стеченог знања и искуства из тих метода унапредити и поједноставити методу дубинских анализа, како би у наставку дала брже и јефтиније резултате препознавања утицајних фактора саобраћајних незгода.

Оно што је сврха свих анализа саобраћајних незгода је да се поуздано утврде у најмању руку они утицајни фактори који су узроковали саобраћајну незгоду, односно чије присуство само по себи у конкретним условима има за последицу настанак незгоде. Када се дефинишу ови фактори дефинисани су најдоминантнији утицаји на настанак саобраћајних незгода. Свакако, ове утицаје би требало елиминисати одмах по препознавању, јер само њихово постојање може поново имати за последицу настанак саобраћајне незгоде. Досадашња искуства различитих анализа показују да у основне факторе настанка саобраћајних незгода најчешће спадају погрешно изведене радње у саобраћају, непоштовање првенства у пролазу, грешка у комуникацији учесника у саобраћају, грешка у маневру, погрешно сагледавање саобраћајне ситуације. Према Статистичком извештају о стању безбедности саобраћаја у Републици Србији у 2018. години, Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије из 2019. године, као основни утицајни фактори настанка саобраћајних незгода су препознати: предузимање непромишљених радњи од стране возача у 38,8% случајева, погрешно извођење радњи у саобраћају од стране возача (21,3%), пропусти возача због лошег психофизичког стања, непажње, расејаности (10,5%), пропусти пешака (9,8%), пропусти возача због неискуства, непримереног и не-

прописног понашања (5,2%), утицај пута и путне околине (4,8%), специјални случајеви (3,7%), пропусти возача због неадекватне видљивости, прегледности, односно комплетног доживљаја виђења пута и саобраћаја (3,3%), утицај неисправности возила (2,6%). У једном од истраживања у Вирџинији, (BWL, 2016), у коме су рађена истраживања о узроцима незгода, дошло се до неколико главних узрочника настанка саобраћајних незгода у Вирџинији. Као главни узрочници незгода препознати су: мало одстојање између возила, употреба телефона, умор, узнемиравање возача од стране других путника у возилу и брзина. Као што је већ и раније напоменуто у оваквим анализама и у Републици Србији и у Вирџинији се као фактори узрока саобраћајних незгода јављају појавни облици одређеног понашања, које се може сагледати општим анализама саобраћајних незгода. За разумевање разлога настанка ових грешака неопходно је детаљно анализирати сваки појавни облик грешке и утврдити утицајне факторе који су довели до таквог понашања.

Осим утврђивања основних утицајних фактора настанка саобраћајне незгоде, од стране Агенције за безбедност саобраћаја Републици Србије препознати су и остали утицајни фактори настанка саобраћајних незгода током 2018. године. Као остали утицајни фактори су препознати: клизав коловоз због временских прилика, лош или неадекватно одржаван коловоз, утицај пружања пута, недостатак бицикличке стазе или траке у насељу, неодговарајућа/непостојећа или недовољно уочљива саобраћајна сигнализација и/или опрема пута, неисправност светала или показивача правца, остале неисправности на возилу, неисправност уређаја за заустављање, неприлагођена брзина условима саобраћаја и стању пута, пропусти возача који се односе на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације, губитак контроле над возилом, возач под утицајем алкохола, неискуство возача које је допринело незгоди, немарна, безобзирна и ужурбана вожња, утицај кише, суснежице, снега, магле, дима и др. невидљивост код возача, утицај фарова сусретног возила (заслепљеност возача), неопрезно ступање на коловоз пешака, а да се претходно није уверио да то може безбедно да учини, утицај тамне одеће пешака на настанак саобраћајне незгоде, вожња украденог возила која је допринела понашању возача и настанку саобраћајне незгоде, и испадање или падање лица са/из возила у покрету, укључујући и повређивање путника у јавном превозу. Као што се може видети међу осталим утицајним факторима препознат је значајно већи број фактора, јер као што је већ речено саобраћајна незгода није последица најчешће утицаја само једног фактора, већ већег броја фактора који заједно утичу на стварање услова за настанак незгоде. Оно што је значајно напоменути је да и ови препознати, остали утицајни фактори нису последица детаљних истраживања већ само појавних облика грешака учесника у саобраћају. За даља и детаљнија истраживања узрока настанка препознатих фактора, неопходно је развити и имплементирати систем дубинских анализа саобраћајних незгода, како би се препознали стварни утицаји. Ово захтева системски приступ и организацију на нивоу државе, која би објединила рад свих хитних служби и омогућила тиму стручњака приступ релевантним подацима и рад на тако детаљном истраживању.

# 3.

## ДУБИНСКЕ АНАЛИЗЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

### 3.1. ПОЈАМ, ЗНАЧАЈ И ЦИЉЕВИ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА

Дубинска анализа саобраћајних незгода је препозната као савремени алат за унапређење безбедности саобраћаја на путевима. У свету је првобитно развијена као алат који има задатак да утврди да ли су пут или путна инфраструктура проузроковали или допринели настанку саобраћајних незгода и последица. Изворно су развијане у сврху унапређења аутомобилске индустрије и унапређења безбедности возила, али су модификоване и проширене на све факторе безбедности. Дубинска анализа саобраћајних незгода је препозната као такозвано реактивно средство за побољшање безбедности саобраћаја на путевима и по правилу се спроводи на оним местима на којима су се већ догодиле саобраћајне незгоде (Слика бр. 3.1).

Дубинске анализе спадају у етиолошке анализе и детаљно анализирају сваки од потенцијалних утицаја на настанак саобраћајних незгода и последица. С друге стране спровођењем дубинских анализа омогућава се прикупљање великог броја фактора који су имали утицаја на саобраћајну незгоду, што омогућава формирање база података и утврђивање стварног утицаја појединих фактора на настаanak одређених типова незгода. Имајући то у виду, од велике је важности спровођење дубинске анализе саобраћајних незгода, због тога што само релевантне, детаљне и независне анализе могу идентификовати стварне узроке саобраћајних незгода, што надаље омогућава превентивно деловање.

Дубинске анализе саобраћајних незгода имају задатак да спроведу објективну мултидисциплинарни анализу саобраћајне незгоде, чији ће резултати омогућити разумевање настанка саобраћајне незгоде, а што ће омогућити препознавање утицајних фактора и дефинисање адекватних мера. Оно што је важно за правилно спровођење дубинских анализа неопходно је обезбедити независност у раду експерата који анализирају саобраћајну незгоду, јер се само тако може постићи адекватно утврђивање и правилно дефинисање стварних утицаја на незгоду. Дубинска анализа, такође, има индиректан утицај на побољшање стандарда у безбедности саобраћаја, као што су стандарди у саобраћајном пројектовању, пројектовању путева и стандарди за стварање безбедних услова у саобраћају. Дакле, имајући све наведено у виду значај спровођења дубинских анализа се огледа у стварном препознавању утицајних фактора на настанак и последице саобраћајних незгода и постојању међусобног утицаја тих фактора који доприносе настанку незгода и последица.



Слика бр. 3.1 - Место дубинске анализе саобраћајних незгода у „животном циклусу пута“<sup>1</sup>

Прави значај дубинских анализа, иако се сматрају реактивном анализом, омогућава препознавање утицајних фактора и дефинисање њиховог утицаја, што омогућава планирање и спровођење адекватних мера на даљем спречавању утицаја препознатих негативних фактора. Дубинске анализе на овај начин омогућавају превентивно деловање у безбедности саобраћаја и то на два нивоа. Први ниво представља дефинисање адекватних мера за конкретну локацију на којој се догодила незгода, на који начин се елиминишу препознати фактори и унапређује место незгоде. Други ниво се постиже кроз препознавање утицајних фактора и дефинисање сличних места са сличним утицајним факторима, где се може превентивно деловати истим мерама, како би се унапред спречио потенцијални настанак незгода.

Дубинске анализе системски анализирају саобраћајну незгоду и то детаљно сваки од основних фактора човек-возило-пут-окружење и дефинишу евентуалне утицаје на насталу незгоду или њене последице. Сходно добијеним резултатима могуће је планирати одређене мере и активности, како би се на глобалном нивоу унапредило стање безбедности саобраћаја.

<sup>1</sup> Пешић Д, Антић Б, Липовац, К. Безбедност саобраћаја - Методе и Анализе, Универзитет у Београду Саобраћајни факултет 2019. Стр. 149.



## 3.2. ЗАКОНСКА ОСНОВА И ПРОПИСИ У ВЕЗИ СА ДУБИНСКИМ АНАЛИЗАМА

У циљу смањења броја страдања у саобраћају на транс европским путевима, 29. новембра 2008. године, Скупштина Европске Уније прописала је директиву 2008/96/ЕС о побољшању безбедности путне инфраструктуре, а у складу са претходним резолуцијама 57/309 од 22. маја 2003. године, 58/9 од 5. новембра 2003. године, 58/289 од 14. априла 2004. године, 60/5 од 26. октобра 2005. године и 62/244 од 31. марта 2008. године, које се односе на унапређење глобалне безбедности саобраћаја на путевима. Европска директива 2008/96/ЕС доноси основе за управљање безбедношћу саобраћаја на мрежи транс европских путева (TeRN). Ова директива је почела са применом од 19. децембра 2010. године. Посебно значајна Резолуција која исходи из ове Директиве је резолуција А/RES/64/255, од 10. маја 2010. године, која је дала документ Уједињених Нација под називом "Деценија акције за безбедност саобраћаја на путевима 2011–2020."

Сходно Европским тенденцијама и у Републици Србији, Законом о безбедности саобраћаја на путевима из 2009. године, чланом 156, прописана је између осталог и обавеза управљача пута да врши независну оцену утицаја пута на насталу саобраћајну незгоду, у случају саобраћајне незгоде са најмање једним погинулим лицем. Њена сврха је да увидом у постојеће делове путева утврди недостатке путне инфраструктуре, које управљачи пута морају елиминисати редовним или инвестиционим одржавањем и другим мерама за побољшање безбедности учесника у саобраћају.

*Члан 156 (ЗоБС, Службени Гласник Р. Србије бр. 41/2009)*

*У случају саобраћајне незгоде са најмање једним погинулим лицем, управљач јавног пута дужан је да на основу независне оцене, у року од месец дана, утврди узрок, односно допринос јавног пута настанку, односно последицама саобраћајне незгоде и предузме мере у циљу унапређење безбедности пута.*

Утврђивање недостатака путне инфраструктуре је један од задатака дубинских анализа саобраћајних незгода. Ово произилази из чињенице да је обавеза извештавања држава чланица Европске Уније о факторима настанка саобраћајних незгода са смртним исходом, дефинисана директивом.

У изменама Закона о безбедности саобраћаја из 2018. године дошло је до брисања члана 156. С друге стране доношењем Закона о путевима (СГ РС 41/2018), чланом 91 дефинисана је обавеза управљача пута да је у случају настанка саобраћајне незгоде са погинулим лицем у обавези да спроведе независну оцену утицаја пута на насталу незгоду. Независна оцена мора се спровести у периоду од највише деведесет дана од дана настанка незгоде, при чему је обавеза Министарства унутрашњих послова, да у року од шездесет дана обавесте управљача пута о насталој незгоди и Управљач пута у року од 30 дана спроведе независну оцену.

Оно што је посебно значајно је да је овим законом дефинисано да Министар прописује садржину и начин спровођења независних оцена утицаја пута. Такође, овим законом, чланом 105, прописано је да Републички Инспектор, има овлашћење да наложи, између осталог и спровођење независне оцене утицаја пута на настанак незгоде.

**Члан 91 (Закон о путевима, СГ РС 41/2018)**

*У случају саобраћајне незгоде са најмање једним погинулим лицем, министарство надлежно за унутрашње послове доставља извештај о саобраћајној незгоди надлежном управљачу јавног пута, у року од 60 дана од дана настанка саобраћајне незгоде.*

*У случају настанка саобраћајне незгоде из става 1. овог члана, управљач јавног пута дужан је да обезбеди независну оцену доприноса јавног пута настанку, односно последицама саобраћајне незгоде (у даљем тексту Независна оцена), у року од 30 дана од дана пријема извештаја о саобраћајној незгоди из става 1. овог члана.*

*Управљач јавног пута дужан је да достави Независну оцену инспекцији за јавне путеве у року од 30 дана од дана њеног пријема.*

*На основу Независне оцене, у којој је утврђено да је пут допринео настанку, односно последицама саобраћајне незгоде, управљач јавног пута у року од 60 дана од дана добијања Независне оцене предузима мере ради унапређења безбедности пута и спречавања настанка саобраћајних незгода, односно тежих последица саобраћајних незгода.*

*Министар, уз сагласност министра унутрашњих послова, прописује садржину извештаја о саобраћајним незгодама.*

*Министар ближе прописује садржину и начин спровођења Независне оцене.*

Осим закона који прописују обавезу вршења независних оцена утицаја пута, неопходно је напоменути да на процес вршења дубинских анализа има изузетан значај и Закон о заштити података о личности. Како дубинске анализе прикупљају податке о саобраћајној незгоди и учесницима незгоде, то је од изузетног значаја да подаци који се тичу личности не буду јавно доступни. Имајући у виду одредбе овог закона, чланови тима за дубинске анализе, уколико нису овлашћена лица, не би смели бити у додиру са подацима о личностима и другим поверљивим подацима који су дефинисани овим законом. У појединим земљама ово се превазилази на тај начин што поједини чланови тима, они које имају додира са поверљивим подацима о лицима, посебно полагају заклетву за чување тих података пред државним тужилаштвом (Велика Британија), на који начин се омогућава поверљивост тих података.

### 3.3. ПРЕГЛЕД РЕФЕРЕНТНЕ ЛИТЕРАТУРЕ И РЕЛЕВАНТНИХ ИСТРАЖИВАЊА

У последњих петнаестак година у развијеним земљама света долази до значајног развоја и примене дубинских анализа саобраћајних незгода, као алата за превентивно деловање у безбедности саобраћаја. Да традиција употребе овог алата није тако млада говоре чињенице да су још 1962-63. године у Аустралији (Robertson, 1964) спровођене дубинске анализе саобраћајних незгода у циљу утврђивања механизма повређивања. У наставку је на територији Аустралије спровођено више дубинских анализа од стране експертских тимова са два велика универзитета Adelaid и Monash. Пракса им је била да мултидисциплинарни тимови излазе на места незгода, прикупљају податке и детаљно их анализирају, како би дефинисали утицајне факторе настанка незгода и последица.

Да се и у Европским земљама радило на имплементацији овог алата говори чињеница да је у Немачкој још 1970. године покренут први, тзв. „тим за дубинско истраживање“ (Otte, 2003) од стране немачких произвођача аутомобила. Након тога, 1973. године, Савезни институт за истраживање путева је основао независни тим на Медицинском универзитету у Хановеру (у сарадњи са Техничким факултетом у Берлину) за дубинске анализе (Otte, 1994). До 1984. године, овај тим се развијао и прикупљао репрезентативне податке на подручју Хановера, а од 1985. године, дефинисан је циљ да се на годишњем нивоу прикупљају подаци о 1000 саобраћајних незгода (Otte, 2003). На овакав начин прикупљени подаци су били од суштинског значаја за побољшање безбедности аутомобила и из тог разлога развила се јака сарадња са произвођачима аутомобила. Ова јака сарадња је резултовала 1999. године, заједничким пројектом између FAT-а и BASt-а под називом „Немачка студија дубинских анализа саобраћајних незгода“ (у даљем тексту GIDAS) (Otte, 2003). Пројекат је касније географски проширен и основан је други тим у Дрездену.

У Шведској дубинске анализе саобраћајних незгода спроводе се од 1997. године (Chalmers, 1998), где постоје посебно одређени независни тимови који су одговорни за спровођење дубинских анализа саобраћајних незгода. Они свој задатак обављају на терену или на месту саобраћајне незгоде, где прикупљају одговарајућу количину информација и анализа. У Шведској постоји три нивоа, односно врсте анализа (Monclus, 2006, Fagerlind, 2010) саобраћајних незгода: прва, која се спроводи на местима на којима више од пет лица погине у саобраћајној незгоди; друга, која анализира чињенице и збирне податке о саобраћајним незгодама, тзв. феноменолошки приступ; и трећа, која подразумева дубинску анализу свих саобраћајних незгода са најтежим последицама.

Према подацима из SUPREME (2007) пројекта при спровођењу дубинских анализа саобраћајних незгода, у Шведској до крајњег закључка долази се анализом различитих докумената и извештаја, као што су: извештај специјализованог тима за дубинску анализу саобраћајне незгоде, полицијски извештаји, информације из евиденција о возачким дозволама, подаци о во-

зилу, извештаји са аутопсије, извештаји о другим спроведеним активностима, итд. Крајњи резултат свеобухватних дубинских анализа представља извештај који обухвата детаљну анализу саобраћајних незгода, заједно са предлогом могућих корекција пута или окружења пута (Monclus, 2006). Посебно занимљив детаљ у вези са спровођењем дубинске анализе саобраћајних незгода у Шведској представља објављивање резултата широј јавности и подношење извештаја управљачу пута и водећој агенцији за безбедност саобраћаја (у овом случају Шведској националној управи за путеве). Поред тога, добијени резултати су доступни за даље анализе, а резултати дубинске анализе се сумирају и јавно објављују у периодичним извештајима (SUPREME, 2007).

Друга, такође, скандинавска земља која је међу првима у своју праксу увела дубинску анализу саобраћајних незгода је Норвешка (Rostoft, 2010). Норвешка је спровела прво пилот истраживање у погледу дубинске анализе саобраћајних незгода 1999. и 2000. године и одмах постигла више него задовољавајуће резултате (Rostoft, 2010). Након тога, будући да је Норвешка уочила веома велики потенцијал дубинске анализе саобраћајних незгода, спроведена је специјализација тимова за спровођење дубинских анализа саобраћајних незгода (Monclus, 2006). Тимови су специјализовани за различите врсте саобраћајних незгода, нарочито за саобраћајне незгоде у којима учествују мотоцикли, саобраћајне незгоде у којима учествују пешаци, саобраћајне незгоде у којима учествују само возила и саобраћајне незгоде у којима учествује једно возило, нарочито специфичне незгоде са више возила, саобраћајне незгоде са комерцијалним возилима, итд.

Како би се олакшала усаглашена примена дубинске анализе саобраћајних незгода на читавој територији Норвешке, 2004. године је припремљен Приручник са упутством за спровођење дубинске анализе саобраћајних незгода, а од јануара 2005. године у потпуности је успостављен систем спровођења дубинских анализа саобраћајних незгода (SUPREME, 2007).

У Уједињеном Краљевству се подаци, који се касније користе за дубинску анализу саобраћајних незгода, прикупљају од стране саобраћајне полиције и тимова за вршење дубинских анализа (Hill and Cuerden, 2005). До сада је у Уједињеном Краљевству спроведено неколико студија дубинских анализа саобраћајних незгода, које су показале значајан утицај на побољшање безбедности саобраћаја на путевима. Подаци о саобраћајним незгодама прикупљени од стране саобраћајне полиције се повезују са подацима о повредама, које се прикупљају од стране медицинских установа. Након прикупљања података, стручни независни тимови анализирају прикупљене податке и истражују узроке било које појединачне саобраћајне незгоде, тражећи узроке у систему човек–возило–пут.

Данас је Уједињено Краљевство, такође, водећа земља када је у питању дубинска анализа саобраћајних незгода, а била је и активни учесник пројекта SafetyNet, којима је остварен значајан утицај на развој методологија за прикупљање података и методологије за спровођење дубинске анализе саобраћајних незгода (Bjorkman, 2008). Посебно значајан детаљ који се односи на Уједињено Краљевство и дубинску анализу саобраћајних незгода јесте развој националних база података STATS19 и STATS20 (Dupont, 2008), које

садрже велики број променљивих и параметара који се прикупљају на месту истраге саобраћајних незгода. Ови подаци у великој мери олакшавају каснију дубинску анализу саобраћајних незгода, нарочито у делу који се тиче претходно прикупљених података о такозваним могућим утицајним (доприносећим) факторима који су у вези са настанком саобраћајних незгода.

Француска је, такође, једна од водећих земаља у Европској унији, која спроводи дубинске анализе саобраћајних незгода. Дубинске анализе саобраћајних незгода спровode независни, мултидисциплинарни тимови, а надзор над прикупљањем података врши надлежно министарство, у овом случају Министарство саобраћаја Француске (SUPREME, 2007). На почетку имплементације дубинских анализа саобраћајних незгода у Француској спроведене су студије првенствено у истраживачке сврхе, а након првих постигнутих резултата, у Француској је успостављена пракса дубинских анализа саобраћајних незгода.

У Холандији је национално тело за безбедност саобраћаја на путевима основало Агенцију за спровођење независних истрага саобраћајних незгода (Monclus, 2006). У Холандији, такође, независни, мултидисциплинарни тим спроводи дубинске анализе саобраћајних незгода и има задатак да утврди узроке саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода и нарочито да изврши анализе како би се спречиле будуће саобраћајне незгоде и последице, предлагањем одговарајућих мера. Практично, предлог одговарајућих мера се одређује са циљем да се спрече будуће саобраћајне незгоде, а национално тело за безбедност саобраћаја надгледа рад Агенције и спровођење препорука и предложених мера помоћу одговарајућих надлежних управљача и предузећа за путеве.

### 3.3.1. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА О БАЗИ ПОДАТАКА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА ПРОЈЕКТА SAFETYNET

SafetyNet пројекат је интегрисани пројекат развијен као део програма Европске комисије, који је дао темеље Европске организације за безбедност на путевима (ERSO), за разматрања и развоје политика управљања безбедношћу саобраћаја. Пројекат SafetyNet је подељен на седам главних радних пакета, а један од њих бави се развијањем метода за процену и одређивање фактора који доприносе незгодама и развојем базе података узрочника саобраћајних незгода (ERSO, 2008). Незгоде су истражене користећи метод познатији као SafetyNet Accident Causation System (SNACS) (Reed and Morris, 2008a), на који начин су разврстани фактори који за последицу имају незгоде. Такође је спроведена и упоредна студија унутар случајева анализираних методом SNACS и методом Узрока незгода кроз седам корака (ACASS), која је коришћена у истраживању Медицинског факултета у Хановеру (MUN).

Приликом развоја и рада на овом пројекту постојала су два главна циља (Bjorkman, 2008), и то:

- развој база података дубинских анализа саобраћајних незгода на територији Европе, како би се препознали утицајни фактори настанка незгода и
- развије метода која би у будућности помогла истраживачима незгода да боље разумеју и класификују факторе настанка незгода.

Подаци прикупљени у овом пројекту прикупљани су у 6 држава, од различитих тимова, у периоду од 2005. до 2008. године (Bjorkman, 2008). За прикупљање података коришћена је комбинација метода “на лицу места” и “скоро на лицу места”. Мултидисциплинарни тимови су независно истраживали незгоде излазећи на места незгода, утврђујући утицаје фактора возило и пут на незгоду, при чему су спроводили и разговоре са учесницима незгоде. База података утицајних фактора настанка саобраћајних незгода је подељена у два дела. Први део представља скуп променљивих везаних за незгоду, возило, окружење пута и учеснике. Други део који је специфичан, представља базу података узрочника незгода (утицајних фактора) и он је резултат SNACS методе (Bjorkman, 2008).

За прикупљање података у оквиру пројекта развијена је јединствена методологија, која је дефинисала основне кораке у прикупљању података. Први корак свакако представља добијање информације да се догодила незгода. Други корак је дефинисан кроз три могуће варијанте у зависности када се у односу на догађање незгоде врши прикупљање података на терену. Имајући то у виду прва варијанта другог корака би била одлазак на лице места у току вршења званичног увиђаја, где би се вршило обављање разговора са учесницима незгоде и сведоцима, мерење на терену, фотографисање, израда скице лица места, итд. Друга варијанта другог корака би могла бити вршење анализе на терену непосредно након завршеног увиђаја, односно у кратком временском интервалу после увиђаја, где би се вршило мерење на месту незгоде, фотографисање, израда скице лица места, итд. Трећа варијанта другог корака би могла бити ретроспективна анализа, односно накнадна истрага (одлазак на место незгоде дан или два после незгоде) где би се вршило мерење, фотографисање, итд. Уколико се прикупљање података врши на овај последњи начин, могу се користити и полицијски извештаји, или друга слична документа, како би се дошло до већег броја употребљивих података о саобраћајној незгоди.

Трећи корак би био унос општих података у базу података. Четврти корак би био анализа саобраћајне незгоде. Пети корак би био вршење анализе односно реконструкције саобраћајне незгоде (било кроз основне прорачуне или коришћењем симулационих софтвера). На основу извршене анализе саобраћајне незгоде, од стране стручних лица, утврђују се утицајни фактори који су довели до настанака саобраћајне незгоде. При дефинисању утицајних фактора у овом пројекту, фактори су подељени на факторе првог реда и остале факторе утицаја на саобраћајну незгоду.

На крају процеса прикупљања података сви прикупљени подаци о саобраћајној незгоди и подаци добијени на основу извршених анализа унети су и похрањени у базу података (Dupont, 2008). Подаци се у базу података уносе од стране особе која је учествовала у анализи конкретне саобраћајне незгоде. Додавање нове варијабле у базу података, односно новог препознатог утицајног фактора, аутоматски се шифрира и складишти у базу података, тако да се са сваком новом варијаблом база проширује.



График бр.3.1 – Кораци у процесу дубинске анализе, Bjorkman (2008)

Према области узорковања (Bjorkman, 2008) само је у Финској на територији целе државе вршено прикупљање података, док је у осталим земљама (Шведска, Велика Британија, Италија, Немачка, Холандија) вршено у репрезентативним регионима државе. У Шведској и Италији услов за прикупљање података био је да је на лице места позвана хитна помоћ, у Великој Британији и Холандији да је позвана полиција, а у Немачкој да буде бар једно повређено лице, док у Финској није било критеријума. Време прикупљања података у току дана и недеље није било усаглашено, па је у Великој Британији, Финској и Италији вршено свим данима, а у Холандији је тако само за незгоде које су ретроспективно анализирани. С друге стране, у Шведској и Немачкој, прикупљане су само незгоде које су се догодиле радним данима у радно време тима и у Холандији део незгода које су анализирани на лицу места.

За благовремено обавештавање о догађању саобраћајне незгоде (Bjorkman, 2008) у Шведској и Италији коришћен је кол-центар хитних служби, у Финској и Немачкој је успостављен двокружни систем обавештавања преко кол-центра хитних служби и полицијских фреквенција, а у Великој Британији и Холандији су обавештавани искључиво од стране полиције. За прикупљање података коришћени су метод прикупљања података на лицу места (Шведска, Велика Британија, Италија, Немачка и делом у Финској и Холандији (20 случајева) и ретроспективних анализа, у Финској и Холандији (106 случајева). Прикупљање података је вршено од стране мултидисциплинарних тимова у свим државама.

Циљ спроведених анализа није био да се истраже и оцене ефективности нових технологија, већ да се прикажу потенцијали употребе база података о узрочницима (утицајним факторима) незгода и идентификују чести сценарији незгода (Dupont, 2008). SNACS метода помаже у процесу препознавања шаблона који би требало да омогуће фокусирање на најчешће факторе који доприносе незгодама, приликом одређивања контрамера.

### 3.3.1.1. SNACS метода - SafetyNet Accident Causation System

Један од главних задатака унутар SafetyNet пројекта био је развијање методе за боље разумевање фактора који доприносе настанку незгода. Метода анализирања SNACS је развијена и тестирана у оквиру SafetyNet пројекта и представља алат којим се врши селекција и одабир фактора који су довели до незгоде (Reed and Morris, 2008b). Основни принцип анализе је да до незгоде долази када је интеракција између људи, технике и организације таква да се истовремено појављује више различитих захтева на истом месту, а што може бити последица деловања више фактора који заједно доводе до незгоде.

У оквиру SNACS анализе прави се разлика између уочљивих ефеката у облику људских радњи или системских пропуста и узрочних фактора који изазивају незгоде. Посебна пажња посвећена је могућим односима и везама између фактора, које стварају различите ланце узрочника, којима се може доделити одређени ниво поузданости.

Важно је напоменути да је у овој студији, агрегација података (узрочних фактора) одрађена без узимања у обзир тежинског фактора сваког од препознатих фактора на конкретну незгоду, односно без нивоа поузданости за сваки ланац утицајних фактора (Reed and Morris, 2008b). Ово значи да у финалном обједињавању, ланцу утицајних фактора са малом поузданошћу се приписује иста важност као и ланцима утицајних фактора са великом поузданошћу утицаја на конкретну незгоду. Ово може имати за последицу да се поједини од утицајних фактора, који нису доминантно значајни за настанак незгоде, због учесталости у свим незгодама издвоје као најзначајнији, док се други доминантни утицајни фактори могу занемарити.

Најчешћи утицајни фактори (Bjorkman, 2008) који се јављају за незгоде са једним возилом у којима је дошло до напуштања саобраћајне траке су „Правац“ и „Брзина“. Најчешће везе које се јављају између фактора су везе „Правац“ и „Неадекватан план“; „Брзина“ и „Неадекватан план“. Ово чини „Неадекватан план“ најчешћим узроком саобраћајних незгода овог типа. Други најчешћи узрок је „Пропусти у посматрању“ који је најчешће повезан са фактором „Правац“. „Погрешна процена“ се такође јавља релативно често и има везе са „Неадекватан план“, „Недовољно знање“ и „Утицај супстанци“, као узрочницима незгода. Ланац веза „Брзина“, „Неадекватан план“ и „Недовољно знање“ такође је чест сценарио. „Погрешна процена околине“ се такође појављују као важан узрок који показује јаку везу са „Стањем пута“. Људски фактори као што су „Утицај супстанци“, „Недовољно знање“ и „Умор“ и фактор „Стање пута“ могу да доведу до когнитивне грешке као што су „Погрешне



процене околине“, „Неадекватан план“ и „Пропусти у посматрању“ и да допринесу пропустима као што су возња у погрешном правцу или пребрза возња.



График бр.3.2 – Утицајни фактори и међузависности фактора према SafetuNet-у, за незгоде са једним возилом

У подгрупи сустизања возила (Vjorkman, 2008) најчешћа је грешка возача што није разумео шта се догађа испред возила, зато што није било адекватне комуникације са другим учесницима или околином пута. У овој подгрупи као основни фактор препознат је „Тајминг“, а за њим следе „Погрешна процена“ и „Погрешна процена околине“ и чине честе узроке са јаким међусобним везама. У подгрупи чеоних судара „Тајминг“ је најчешће препознат утицајни фактор, а за њим следи „Одстојање“, „Пропусти у посматрању“, „Погрешне процене“ и „Неадекватан план“. Међу осталим факторима се издвајају фактори „Ометање“ и „Непажња“ као најчешћи пратећи фактори.



График бр.3.3 – Утицајни фактори и међузависности фактора према SafetuNet-у, за незгоде у сустизању

У подгрупи незгода у којима је возило ударено од стране другог возила (Vjorkman, 2008) које је напустило своју саобраћајну траку „Тајминг“ је најчешће препознат утицајни фактор, а остали препознати фактори су „Брзина“ и „Правац“. Препознати фактори указују да је настанак незгоде најчешће био повезан са ометањем пажње, као и са возачевим (не)разумевањем саобраћајне ситуације или пажњом возача.

У незгодама на раскрсницама (Bjorkman, 2008) најчешће препознати утицајни фактори су били „Тајминг“ (возач реагује прерано, касни у реаговању или не реагује), „Брзина“ и „Растојање“. Фактор „Тајминг“ се у овој групи незгода јавља знатно чешће од осталих препознатих фактора заједно. Стварање оваквих ситуација у саобраћају је узроковано најчешће „пропустима у осматрању“, „погрешним проценама“ и „неадекватним плановима“, тј. возачевим понашањем.

У незгодама са учешћем пешака (Bjorkman, 2008), „Тајминг“ је најчешћи утицајни фактор, а следи га фактор „Лоша процена“. Код возача се осим „Тајминга“ појавио и утицај фактора „Лоше опажање“. Код незгода са бициклистима различите сметње у прегледности су допринеле смањењу могућности возача да реагују у циљу спречавања настанка саобраћајне незгоде.

На основу спроведених анализа (Bjorkman, 2008) као доминантан утицајни фактор првог реда за већину анализираних незгода може се издвојити фактор "Тајминг", за којим следи "Погрешна процена" и "Грешка у комуникацији" што све указује на значајан утицај фактора човек у настанку саобраћајних незгода. Добијени утицајни фактори и везе између утврђених утицајних фактора указују да је потребно додатно унапређивати рад на квалитетнијем сагледавању фактора човек. Наиме, постојеће методологије дају ограничене резултате у анализи утицаја фактора човек, јер су базиране на анкетним истраживањима, која су подложна личним утицајима.

### 3.3.2. НАЈБОЉА ПРАКСА У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ЕВРОПСКЕ КОМИСИЈЕ – ПРОЈЕКАТ SUPREME

#### 3.3.2.1. Увод о пројекту SUPREME

Циљ SUPREME пројекта је био прикупљање, анализа, сажимање и објављивање пракси из области безбедности саобраћаја на путевима у земљама чланицама ЕУ, Швајцарској и Норвешкој, како би се имплементирала најбоља пракса (SUPREME, 2007). Чињењем резултата истраживања доступним, подстиче се трансфер, прихватање и преузимање, већ примењених успешних модела стратегија и пракси појединих држава од стране држава чланица, које нису активно радиле на појединим пољима. На овај начин се на глобалном нивоу лакше и брже постижу бољи резултати и подиже ниво безбедности саобраћаја у свету.

Мисија овог пројекта је била да на овај начин допринесе смањењу броја саобраћајних незгода са смртним исходом за 50%, а што је у складу са мисијом Европске Комисије, дефинисаном у Белој Књизи „Европска саобраћајна политика за 2010. годину: време за одлуку“ (2001).

Пројекти који се баве дубинском анализом саобраћајних незгода, осим SafetyNet-а и који су анализирани у оквиру пројекта SUPREME су PENDANT, CHILD, RISER, ETAC, EACS, MAIDS и ECBOS (SUPREME, 2007). На извештаје ових пројеката се позивало када су они описивали најбоље праксе везане за дубинске анализе саобраћајних незгода у некој од под(под)категорија, а у оквиру пројекта SafetyNet је идентификована најбоља пракса.

У оквиру категорије статистика и дубинска анализа, разликовало се пет подкатегорија, које су потребне за спровођење истраживања безбедности саобраћаја (SUPREME, 2007), и то:

- подаци о саобраћајним незгодама,
- подаци о изложености,
- подаци о инфраструктури,
- карактеристике учесника у саобраћају,
- дубинска анализа.

Један од циљева је био и развој базе података узрока саобраћаних незгода на основу дубинских анализа саобраћајних незгода. Међу анализираним базама података издвојиле су се две базе као најбоље и то база GIDAS, за коју су коришћени подаци дубинских анализа саобраћајних незгода у Немачкој и база CCIS, која је резултат истраживања повреда проузрокованих саобраћајним незгодама у Уједињеном Краљевству, применом дубинске анализе саобраћајних незгода на месту незгоде.

### 3.3.2.2. Најбоља пракса дубинских анализа према пројекту SUPREME

У сегменту прикупљања података на основу дубинских анализа саобраћајних незгода, до сада се као најдетаљнија база, а и методологија показала методологија која је спроведена у Холандији (SUPREME, 2007) и тицала се дубинских анализа саобраћајних незгода са тешким теретним возилима (AANTWO). Спроведена дубинска анализа ових саобраћаних незгода је осим непосредног изласка на место незгоде и прикупљања свих релевантних података о незгоди обухватала и постојање контролне групе која је праћена и на основу које су прикупљани подаци о навикама и понашању возача тешких теретних возила. Присуство контролне групе код истраживања саобраћајних незгода је често изостављано и контролној групи није придаван већи значај, иако је изложеност веома важан део података о учешћу у саобраћају и саобраћајним незгодама. Овај пројекат је финансиран од стране два велика произвођача теретних возила (DAF и SCANIA), тако да је могао бити у потпуности реализован и спроведен.

Циљеви анализе саобраћајних незгода тешких теретних возила, у оквиру AANTWO пројекта, били су истраживање могућег превентивног деловања у циљу побољшања активне и пасивне безбедности. Такође, циљ је био и подстицање шире међународне примене и хармонизације методологије дубинских анализа незгода у којима су учествовала тешка теретна возила.

Подаци су прикупљени изласцима на места саобраћајних незгода и теренским истраживањем, као и прикупљањем података из полицијских и болничких извештаја. Саобраћајне незгоде су потом реконструисане и анализирани у циљу утврђивања утицајних фактора настанка и последица незгода. У овој студији прикупљени су подаци о 30 саобраћајних незгода са учешћем камиона и за сваку од тих незгода анализирано је конкретно место саобраћајне незгоде и његов евентуални утицај на саобраћајну незгоду.

Податке су прикупили истраживачка организација TNO и Холандска полиција из четири региона покривајући целу провинцију Јужну Холандију (SUPREME, 2007). Подаци су прикупљени у складу са методологијом коју је развио TNO на основу претходних дубинских анализа (MAIDS, EACS). TNO тим је обавештаван од стране полицијског департмана за саобраћајне незгоде о насталој саобраћајној незгоди и од њих је добијао неопходан сет података о конкретној незгоди. Полиција је прикупљала податке о незгодама у складу са полицијском методологијом и такве податке је достављала. За потребе овог истраживања формиране су посебне чек листе и упитници како би били прикупљени сви предвиђени подаци.

Што се тиче узорка, теоретски свака саобраћајна незгода са учешћем тешких теретних возила пријављена је TNO тиму, при чему по процени TNO тима у пракси представља 90% стварних саобраћајних незгода тог типа (SUPREME, 2007). У спроведеној анкети око 45-50% возача тешких теретних возила је одговорило, док су возачи путничких аутомобила одбијали интервјуе, па је стопа враћених анкета око 20%.

Подаци у бази су засновани на подацима који су најчешће или најшире коришћени током сличних истраживања (GIDAS, EACS, PENDANT, MAIDS, CARE). Методологија се може користити за све типове саобраћајних незгода. Департман за правосуђе је дао дозволу TNO тиму да прикупи адресе учесника незгоде. Болнице су такође дале дозволу TNO тиму да приступи медицинским подацима, када је добијена писана дозвола од стране повређених лица.

### 3.3.2.3. Препоруке за примену дубинских анализа саобраћајних незгода према пројекту SUPREME

Најважније препоруке (SUPREME, 2007) су:

1. Државе треба да провере комплетност прикупљених података о незгодама са смртним исходом поређењем различитих извора података,

2. Државе треба да прате ниво извештавања у званичним статистикама саобраћајних незгода успостављањем система извештавања из болница или да постоји јединствени систем електронских података из болница о повредама и података из полицијских извештаја о повредама у незгодама. Осим тога, за праћење незгода са материјалном штетом треба користити податке из осигуравајућих компанија,

3. Државе треба да утврде дугорочни утицај повреда задобијених у саобраћајним незгодама, како би адекватно дефинисали циљеве у вези смањења броја особа које би живеле са трајним последицама,

4. Истраживања понашања на путовањима треба спроводити редовно, како би се прикупили подаци о изложености (нпр. међународна истраживања путовања),

5. Било би драгоцено за друге државе да постоји више расположиве документације у вези примене и праћења реализације методологија.

### 3.3.3. МЕТОДОЛОШКЕ ПОСТАВКЕ И РЕЗУЛТАТИ "ON-THE-SPOT" АНАЛИЗА - DEPARTMENT FOR TRANSPORT UK

Велика Британија је једна од земаља у којима се традиционално врше анализе саобраћајних незгода у циљу разумевања механизма настанка и спречавања будућих незгода. Прве детаљне истраге саобраћајних незгода у Великој Британији започете су 1960-их година, и то од стране Starks and Miller у оквиру Лабораторије за саобраћај (DSIR, 1963) и биле су скромне и углавном засноване на ретроспективним анализама. Ове анализе су спровођене након значајнијег протока времена од незгоде, па је и доступност битних чињеница била ограничена (Cuerden et al., 2008). Касније је на универзитету у Бирмингему формиран мултидисциплинарни тим за анализе саобраћајних незгода (Maskau, 1969), да би у наставку Ashton et al. (1977) спровели прву дубинску анализу на месту незгоде. Лабораторија за саобраћај је током 1970-их започела истраживања саобраћајних незгода на лицу места и то непосредно након настанка саобраћајне незгоде и завршеног увиђаја (Sabey et al., 1975). На овај начин утврђивани су фактори који су имали утицаја на узроке настанка саобраћајне незгоде, у оквиру основних утицајних фактора окружења, возила и учесника незгоде. У исто време одељење за истраживање незгода на Универзитету у Бирмингему, које је такође истраживало саобраћајне незгоде, проширило је своја истраживања укључујући истраживања на лицу места незгода са учешћем пешака. Циљ овог истраживања је био утврђивање зависности задобијених повреда пешака од дијајна возила и брзине у тренутку судара.

Једна од најзначајнијих студија из ове области у Великој Британији је Заједничка студија о повредама задобијеним у незгодама у Великој Британији (CCIS), која је започета 1983. године (Hill et al., 2001). Анализе су вршене ретроспективно и то онда када су постојали услови за то. Ретроспективне анализе саме по себи су једноставније за реализацију јер су потребни мањи ресурси, а и организација рада је једноставнија. Предност је што имају могућност да расположиве ресурсе фокусирају на усавршавање методологије, док с друге стране не омогућавају прикупљање свих битних елемената за анализу незгоде. Наиме, овај метод није погодан код саобраћајних незгода где поједини од података могу лако нестати, као што су трагови, положаји и сл.

У даљем раду на прикупљању података о саобраћајним незгодама у Великој Британији развијена је студија прикупљања података о незгодама под називом "On the Spot" (OTS), чији је циљ да превазиђе бројна ограничења са којима су се сусретали у претходним и другим актуелним истраживањима овог типа (Hill et al., 2001). Значајан недостатак у претходним студијама је што нису прикупљани подаци у вези места незгоде у време настанка незгоде, а што је онемогућавало сагледавање потенцијалних утицаја пута на адекватан начин. Претходне ретроспективне анализе су податке најчешће обезбеђивале из полицијских извештаја, а чија је улога да прикупе податке о незгоди са циљем утврђивања правне одговорности за настанак незгоде. Ово за последицу има прикупљање само дела података неопходних за комплетну анализу незгоде. Имајући претходно у виду у пројекту OTS тежиште је било да се обезбеди присуство искусних стручњака за анализе саобраћајних незгода на месту незгоде у исто време кад и полиције како би се паралелно и независно прикупљали подаци о саобраћајној незгоди. И оваква анализа је ретроспективна, јер се незгода већ догодила, али се тежи да се анализа на терену спроводе у што краћем временском периоду након незгоде, а што би требало да омогући прикупљање најпоузданијих чињеница.

За потребе реализације пројекта OTS формирана су два тима у различитим деловима Велике Британије, тако да заједно обухватају репрезентативни узорак саобраћајних незгода у Великој Британији према категоријама путева, последицама незгода, категорији учесника и сл. Један од тимова је формиран у оквиру Истраживачког центра безбедности возила на универзитету "Loughborough" (VSRC) у Нотингемширу, док је други тим био формиран у оквиру "Transport Research Laboratory" (TRL) у Беркширу (Hill et al., 2001). Ограничавајући фактор за дефинисање подручја истраживања сваког тима је била територијална обухватност здравствених установа са којима је успостављена сарадња. Сарадња са здравственим установама је била успешна у већини случајева, али у неколико случајева TRL тим није добио потребне податке. У оквиру пројекта била је успостављена добра сарадња са хитним службама (ватрогасним, спасилачким и другим), као и са локалним сервисима задуженим за транспорт и поправку возила. Значајну подршку посебно су имали чланови VSRC тима од стране локалне власти и свих структура локалне управе.

Приликом рада на пројекту посебно се водило рачуна о заштити личних података, због могућег нарушавања поверљивости података о личности. У том циљу састављен је споразум са Краљевском тужилачком службом (CPS) којим је дефинисано да ће све радње спровођене у оквиру пројекта бити у складу са смерницама CPS у вези објављивања личних података (Hill et al., 2001). На овај начин обезбеђено је да сви подаци о личностима буду заштићени, а да лица која врше криптовање личних података буду званично обавезана потписаним документом на обавезу чувања тајности личних података.

Оба тима су успоставила изузетну сарадњу са локалном полицијом и у сваком тиму је као члан био један полицијски службеник (Cuerden et al., 2008). Он је у тиму био задужен за безбедност, безбедно стицање на место незгоде, директну и поуздану везу са локалном полицијом и комуникационим системима. На овај начин је обезбеђено благовремено обавештавање о настанку незгода и неометан рад на месту незгоде.

Како би се покрили сви временски периоди организован је систем рада по сменама у оба тима. У оквиру сваког од тимова радила су два тима у сменама од по осам сати, са ротирајућим системом рада смена. Овакав рад тимова је обезбедио подједнаку покривеност свих дана и периода дана, као и неопходан одмор чланова тима (Hill et al., 2001).

Прикупљање података у пројекту је било систематизовано тако да омогући бележење свих података за сва возила и места незгоде која се могу појавити на путевима Велике Британије. Сви корисници пута без обзира на категорију су могли бити повезани једни са другима, као и са околностима конкретне незгоде. Шаблони за прикупљање података су унапред систематизовани и формирани.

За чланове оба тима припремљена је и одржана обука (Hill et al., 2001), које је имала за циљ да се развију основне вештине неопходне за анализу саобраћајне незгоде и упознавање са потенцијалним утицајним факторима. Организован је и обилазак путева у присуству искусних грађевинских и саобраћајних инжењера и других аналитичара саобраћајних незгода, како би им они указали на потенцијалне утицаје пута. Такође, вршене су и симулације незгода у циљу бољег и потпунијег оспособљавања тимова за рад на терену и организовано је присуство полицијском курсу о саобраћајним незгодама. Посебно се радило на препознавању незгода које су настале као последица конзумирања дрога, умора и поспаности, као и специфичностима управљања мотоциклом.

У оквиру методологије OTS, предвиђено је да се подаци прикупљају за све категорије учесника у саобраћају и посебно анализирају утицаји возила, пута и лица учесника незгоде (Mansfield et al., 2008). Имајући то у виду неопходно је детаљно анализирати сваку групу основних утицајних фактора. Сходно томе анализирано је постојање отказа на возилу, оштећења возила, опреме возила, утицај система на возилу на последице незгоде и сл. Такође детаљно су анализирани и утицаји пута и путне инфраструктуре (укључујући пројектне елементе, карактеристике, одржавање и стање коловоза) на саобраћајну незгоду и последице. Анализа утицаја људског фактора (возач, путник, пешак или бициклиста) на саобраћајну незгоду је такође била неизоставни део. Код утицаја људског фактора анализирани су све расположиве карактеристике (пол, старост, обученост, искуство и сл.) и довођене су у везу са задобијеним повредама у саобраћајним незгодама, а у циљу утврђивања и откривања механизма настанка повреда и могућег начина спречавања.

На месту незгоде прикупљају се подаци у складу са претходно припремљеним протоколима и документују се све чињенице видео и фото записима (Hill et al., 2001, Cuerden et al., 2008). Прикупљају се сви релевантни подаци о месту незгоде (карактеристике места незгоде, окружење, временски услови и густина саобраћаја и сл.), за период који је што ближи времену настанка незгоде. То је нарочито важно за податке који могу брзо нестати или се променити, те се касније не могу обезбедити за анализу. Зато се најпре посматрају и обрађују рањиви учесници у саобраћају, јер могу бити брзо одведени са места незгоде од стране хитних служби. У наставку посматрају се "испарљиви" подаци на путу, као што су трагови судара, трагови пнеуматика, оштећења опреме пута, информације о претходном начину кретања, могућем начину доспевања до судара и сл. Врши се и провера евентуалног утицаја других учесника у саобраћају на саобраћајну незгоду.

Прикупљају с, такође и информације о возилима која су учествовала у незгоди и то подаци о броју возила, категорији, врсти, степену оштећења, процењеном броју судара, техничкој исправности и сл. Најпре се испитују мање оштећена и покретљивија возила, потом теже оштећена, а због ризика настанка промена у постојећем стању (Hill et al., 2001, Cuerden et al., 2008). Предузимају се детаљна мерења пута и путног окружења, а све релевантне информације се бележе на скици места незгоде. Коначно на крају се снимају и подаци који трајно остају фиксирани (подаци о повредама, димензије и карактеристике пута и сл.) и све друге информације које се процене да су значајне.

Обим доступних информација је ограничен специфичностима и начином догађања саобраћајне незгоде и није увек исти. За све настрадале бележе се зауставни положаји тела након судара, повреде и чињенице које указују на повреде, као и докази о сударима тела и возила или друге опреме пута. Дакле, циљ ове анализе је да се утврди механизам и узрок настанка повреда. За пешаке и бициклисте бележе се и подаци о одећи коју су носили (особине материјала, покривени делови тела и уочљивост), како би се касније утврђивала могућност уочавања тих лица у конкретним околностима.

Посебно се анализирају карактеристике возила (Hill et al., 2001, Cuerden et al., 2008), као и опрема која утиче на активну и пасивну безбедност. У овим анализама утврђује се поседовање, исправност и могући утицај система за избегавање судара (укључујући ABS, ESP и сл.) на незгоду, потом система за управљање, заустављање и обележавање возила (посебно на бициклима и мопедима), оштећења виталних склопова на возилу (пнеуматици, кочиони систем, систем за управљање и ослањање), карактеристика возила са аспекта заштите путника (структура возила, браници, појасеви, ваздушни јастуци и сл.), процену висине настале штете (попис и опис оштећења, документација и прорачун енергије судара), поседовање и коришћење безбедносних система и опреме у возилу (коришћење сигурносног појаса, ваздушних јастука, постојање затезача, врста безбедносног система за децу). Важан део анализе представља и утврђивање утицаја терета на незгоду и последице.

Фактори утицаја пута посебно се анализирају и бележе са специјалним нагласком на безбедносним карактеристикама и елементима пута, који утичу на активну и пасивну безбедност (Hill et al., 2001, Cuerden et al., 2008). Процењују се специфични фактори, као што су: план и пројектни елементи пута; густина саобраћаја, стање површина коловоза (текстура, температура, трење, запрљаност), даљина видљивости и прегледности, постојећа сигнализација и метеоролошки услови (падавине, ниво осветљености, облачност, видљивост, брзина ветра, температура). Такође, важан део анализа пута је и снимање локалних метеоролошких услова, као и одводњавања и дренаже површине коловоза.

Једна од специфичности могућег утицаја пута је појава евентуалних илузија код возача, условљених специфичним карактеристикама пута и околине пута под одређеним околностима. Истраживачки тимови морају бити увек на посебном опрезу када се ради о оваквим појавама, као и када је регулисање саобраћаја на месту незгоде могло створити заблуде код неког од учесника незгоде о правилима саобраћаја или првенству.



Последњу активност на месту незгоде представљају разговори са учесницима незгоде, односно другим лицима и сведоцима (Hill et al., 2001, Cuerden et al., 2008). Сведоке треба идентификовати на месту незгоде, због могућности каснијих злоупотреба и појаве лажних сведока, па је најбоље одмах извршити разговор са њима. Тада су најсвежије информације у вези незгоде и тада се лако могу сетити свих детаља, а што се протоком времена губи. Приликом спровођења разговора изузетно је важно да се чланови истраживачког тима јасно визуелно разликују (по одећи и обележјима) од полиције, како би се нагласила њихова неутралност и независност. Такође, приликом интервјуа неопходно је јасно навести сврху и циљ интервјуа и загарантовану тајност добијених информација, како би се покушало стећи поверење испитаника у циљу добијања непристрасних и искрених одговора. Ови подаци су у неким случајевима могу бити прикупљани и накнадно слањем упитника. Одзив на упитнике у овом пројекту је достигао приближно 60% послатих упитника. На овај начин дошло се до значајне количине важних информација о узроцима незгода, као и до података о карактеристикама људи учесника незгоде (телесна грађа, пол, старост, врста повреде и сл.).

Накнадна истраживања су спровођена када је било потребе за додатним истраживањем или прикупљањем података које није било могуће прикупити на месту незгоде. Спровођене су накнадне анализе возила (оштећења, опреме и сл.), специфичних карактеристика пута (коефицијента приањања, сила и сл.) и интервјуи. Код анализе незгода у којима је учествовао мотоцикл, недељу дана након незгоде изложено је на место незгоде и вршено снимање у циљу прикупљања података о изложености под сличним условима, а у складу са ОЕСД методологијом. Накнадно су спровођени и различити прорачуни прикупљених података, у сврху утврђивања неопходних чињеница и дефинисања пропуста учесника незгоде (прорачун брзине, начин кретања, промене брзина, међусобна растојања и сл.). Анализа ових података, заједно са прикупљеним подацима о осталим околностима незгоде омогућава адекватно сагледавање свих утицајних фактора и омогућава утврђивање узрока и околности настанка незгоде.

Што се тиче незгода за које се може закључити да је узрок људски фактор, спровођено је истраживање како би се идентификовала улога чулних, перцептивних, когнитивних и личних психолошких фактора. Чланови тима би идентификовали предмете који имају компоненту људског фактора, а затим те податке би прегледали специјалисти за психологију, како би се утврдили кључни узроци.

Представници оба тима (VSRC и TRL), су на заједничким састанцима усаглашавали ставове и дефинисали пропусте, заједно и са представницима наручиоца и других агенција које су сарађивале на овој студији, како би заједно оценили и извели закључке за следеће области: фактори доприноса незгоди; мере превенције незгода и унапређења понашања учесника у саобраћају; повратне информације за истраживаче везано за методологију и унапређене праксе и контролу квалитета. Фактори утицаја на настанак саобраћајне незгоде су класификовани применом методологије коју су развили Wroughton et al. (1998). Узроци незгода су подељени на узрочне факторе (радња, акција или отказе који директно доводе до незгоде) и факторе који су допринели настанку незгоде (разлог због којег је узрочни фактор настао).

Како би се направила градација утицаја сваког од препознатих фактора доприноса настанку саобраћајне незгоде, сваки фактор је шифриран као „сигуран“, „вероватан“ или „могућ“ (Mansfield, 2008). Дакле, "сигурним" су сматрани фактори за које су постојали поуздани докази да су имали утицаја на настанак незгоде. "Вероватним" су сматрани фактори за које постоје докази да си имали утицаја, али тај утицај није могуће у потпуности доказати. "Могућим" факторима су сматрани фактори за које су постојале индиције да су имали утицаја на незгоду, али њихов утицај није јасно доказан.

У бази података свако лице које је имало активну улогу у незгоди описано је тако што су за њега приказане различите интеракције са другим учесницима у саобраћају, возилом, путем и окружењем (Mansfield, 2008). Овај „интеракцијски“ систем омогућава да се сваки активан учесник у саобраћају сврста у седам различитих подкатегија (закон, перцепција, процена, губитак контроле над возилом, конфликт, пажња и утицај одређеног стања). Сваки активан учесник у саобраћају се сврстава у неку од ових седам подкатегија и приписује му се скуп интеракција које описују његове акције које су допринеле настанку незгоде. У пракси утврђено је да је реткост да се једном лицу припише више од три утицаја. Ова битна карактеристика система омогућава да се интеракције између различитих учесника у саобраћају повежу у оквиру базе података, омогућавајући ефективан начин повезивања учесника у саобраћају и њима одговарајуће информација о незгоди за наредне анализе.

Спровођење истраживања саобраћајних незгода на лицу места је за разлику од претходних методологија омогућило прикупљање података који би могли бити трајно изгубљени, као и директан контакт, разговор, интервју учесника и сведока саобраћајне незгоде. Ово омогућава да се добија увид у специфичности и карактеристике места незгоде и понашања учесника незгоде, који омогућавају адекватно и потпуно сагледавање утицајних фактора настанка незгоде.

Анализа саобраћајне незгоде је сматрана коначном када се формира списак утицајних фактора на насталу саобраћајну незгоду, а у складу са раније наведеним принципима. Свакако, за сваки препознати утицајни фактор би било пожељно, дати предлог мера за његово уклањање или смањење утицаја. Фактори су сврставани према следећем редоследу: утицаји на возило (узрочни фактори, фактори доприноса и могуће контрамере) и повреде настрадалих (узрочни фактори и могуће контрамере).

Значај спроведеног истраживања је да омогућава објашњење одређених околности под којима настају саобраћајне незгоде. Сходно томе омогућавају испитивање специфичних околности под којима долази до незгода, предвиђање настанка незгода у зависности од утицајних фактора и превентивно деловање у циљу спречавања незгода и унапређење пасивне безбедности возила и пута. У наставку рада на студији OTS од 2002. године измењен је принцип избора саобраћајних незгода које ће бити анализирани (Hill et al., 2001).

### 3.3.4. ТРАДИЦИЈА И ПРАКСА РАЗВОЈА И УСАВРШАВАЊА ANCIS – АУСТРАЛИЈСКЕ НАЦИОНАЛНЕ СТУДИЈЕ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА

Аустралија је држава која се перманентно бави безбедношћу саобраћаја и има богату историју праћења стања безбедности саобраћаја, са циљем унапређења мера превентивног деловања (Robertson, 1964). У досадашњој пракси спроведена су значајна истраживања са циљем утврђивања околности настанка саобраћајних незгода у Аустралији (CASR, 2019). Многе студије су се бавиле само појединим категоријама учесника, па прикупљени подаци нису били међусобно поредиви нити довољно квалитетни за свеобухватну анализу стања безбедности саобраћаја на нивоу Аустралије. Имајући то у виду 2000. године развијен је и започет нови пројекат под називом Аустралијска национална дубинска студија саобраћајних незгода (ANCIS), који је подржан од стране државних власти, универзитета и осталих значајних субјеката друштва Аустралије (Shields, 2001). ANCIS је заједнички истраживачки програм у који су били укључени универзитет Monash, аутомобилска индустрија Аустралије, Државне, Владине и Осигуравајуће агенције, Дилери делова и возила и чланови Аустралијске аутомобилске асоцијације. Циљ је био да се обезбеди репрезентативни узорак саобраћајних незгода, који може бити искоришћен у циљу повећања безбедности возила и смањења броја незгода и повреда у саобраћају (Fildes, 2003). Подаци о незгодама за овај пројекат прикупљени су из градова Викторија и Нови Јужни Велс. Приликом реализације студије саобраћајне незгоде су анализирани ретроспективном методом дубинских анализа и то одабраног узорка саобраћајних незгода.

Да би незгоде биле анализирани у овој студији први услов је био да су учесници незгоде били задржани на лечењу због последица саобраћајне незгоде (Young, 2010). Други услов био је да је возило у коме је било повређених било путничко возило, произведено након 1989. године и да припада некој од категорија возила: МА (путничко возило), МВ (путничка комби возила), МС (путничко теренско возило), МА (лака доставна возила). Украдена возила која су учествовала у незгодама су избачена из узорка, као и возила која су у незгоди изгорела. Појединачне анализе су спровођене на нивоу „лица“ (особе), а не на нивоу саобраћајне незгоде или возила. Након избора лица које ће бити анализирано, проверавана је повезаност задобијених повреда са конкретном саобраћајном незгодом, чиме је започињан процес дубинске анализе саобраћајне незгоде.

Дубинска анализа саобраћајне незгоде подразумева детаљан преглед повређених лица, преглед возила учесника незгоде, обилазак места незгоде, анализе документације која је обезбеђена од стране полиције, хитних служби, повређених лица или њихових породица (Fildes, 2003). Када је то било могуће спровођен је структурирани интервју са учесницима незгоде, прегледане су њихове историје болести и здравствени картони, како би се поуздано утврдиле њихове повреде, а возила су детаљно анализирани и фотографисана.

За сваку незгоду био је обезбеђен и полицијски записник саобраћајне незгоде, како би се потврдило да је постојала незгода и да је конкретно лице задобило повреде у њој. Где је било могуће вршено је фотографисање возила учесника незгоде, а такође узимане су и димензије возила како би се утврдио степен оштећења и спровела упоредна анализа оштећења.

На крају процеса прикупљања података, мултидисциплинарни тим експерата је вршио анализе прикупљених чињеница и међусобно поређење чињеница како би се утврдиле околности настанка незгоде, разлог повреда као и фактори који су допринели настанку и последицама незгоде. По завршетку наведених анализа, незгоде су уношене у базу података и то без личних података учесника (Fildes, 2003).

Анализе саобраћајних незгода које су похрањене у бази података AN-CIS-а су утврђивале начин настанка незгоде, начине задобијања повреда, узроке повреда, обим и степен оштећења на возилу и друге специфичности незгоде.

Везано за возила анализирани су и подаци о томе да ли је возило имало уграђен ваздушни јастук за возача, путника до возача или бочне ваздушне јастуке и да ли су у незгоди они били активирани, у зависности од типа и врсте судара. Такође, утврђивана је и промена брзине остварена у судару. Структура возног парка и старост возила која су учествовала у незгодама је анализирана и поређена са структуром возног парка у Аустралији.

Поред података о лицима возилима и сударима, прикупљани су и подаци о месту незгоде, и то: важеће ограничење брзине, тип места незгоде (раскрсница, правац и сл.), изглед пута (нивелација, подужни и попречни нагиб и сл.), локација (урбана-рурална средина, мешовито), видљивост у време незгоде, постојање јавне расвете, подељеност коловозних површина, пружање трасе, стање коловоза, начин регулисања саобраћаја и временски услови.

Подаци о месту незгоде су класификовани и анализирани у односу на то да ли је незгода са једним или више возила, као и да ли се незгода догодила у руралној или урбаној средини. Временски услови у време незгоде нису забележени у овом извештају услед потешкоћа у обезбеђивању, тј. накнадном проналажењу тачних података о временским условима на месту незгоде.

Пројекат дубинских анализа саобраћајних незгода у Аустралији је имао за циљ препознавање и прикупљање утицајних фактора настанка саобраћајних незгода и последица (Fildes, 2003). У делу пројекта анализирани су само саобраћајне незгоде са погинулим лицима, док су у другом делу анализирани само незгоде са повређеним лицима и то одређене изабране категорије возила, што у великој мери ограничава могућност уопштавања добијених резултата. Наиме, спроведене анализе нису у потпуности компаративне па ни добијени резултати нису потпуно поредиви. Такође, како је концепт анализа базиран на ретроспективним дубинским анализама, то је количина и квалитет расположивих чињеница био условљен постојећом документацијом, а што је такође било ограничавајући фактор за добијање поузданијих закључака.

Услед ограничености расположивих података утицај пута и путне околине на настанак и последице незгода је у мањој мери утврђен, што представља једно од највећих ограничења овог пројекта (Fildes, 2003). С друге стране, прикупљањем великог броја значајних фактора настанка саобраћајне незгоде постављен је основ за будућа истраживања и унапређење методологије вршења дубинских анализа саобраћајних незгода у Аустралији.

### 3.3.5. МЕТОДОЛОГИЈА ПРИКУПЉАЊА И АНАЛИЗЕ ПОДАТАКА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА У НЕМАЧКОЈ – GIDAS БАЗА ПОДАТАКА

У Немачкој се, као и у многим земљама са традицијом системског рада у саобраћају, на годишњем нивоу презентују и прате званични полицијски подаци о саобраћајним незгодама. Иако су ови подаци корисни, ограничење им је доступност малог броја података који описују специфичности незгоде, дефинишу узроке и настанак повреда учесника у незгоди. Ова ограничења традиционалних извештаја превазиђена су увођењем у праксу редовног спровођења дубинских анализа саобраћајних незгода (Otte, 2003). На овај начин прикупља се значајно већи број података, значајних за разумевање узрочно последичног односа настанка саобраћајних незгода и последица, у односу на уобичајене полицијске извештаје. Да би се ово постигло специјализовани тимови одлазе на место незгоде непосредно након настанка незгоде и прикупљају податке за дубинску анализу. У наставку спроводи се детаљна анализа и реконструкција догађаја уз помоћ прикупљених података са терена, медицинске документације и изјава учесника и сведока (Otte, 2003). Током дубинских анализа прикупљају се информације широког спектра потенцијалних утицаја, а који се могу класификовати у категорије: „дизајн возила–активна и пасивна безбедности“, „биомеханика“, „понашање возача“, „трауматска медицина“, „службе спасавања“, „дизајн саобраћајнице“ и „стање саобраћајнице“ (Otte, 2003).

Први тимови за спровођење дубинских анализа саобраћајних незгода формиран су 1970. године од стране произвођача аутомобила, да би 1973. године Институт за истраживања на путевима (FRRI) званично успоставио независан тим за дубинске анализе саобраћајних незгода на Медицинском универзитету у ХанOVERу (у сарадњи са Техничким универзитетом у Берлину) (Otte, 1994). До 1984. године поменута истраживања су се развила у традиционалну студију анализе незгода на месту догађања, на подручју ХанOVERа и околине (Otte, 2003). 1985. године постављен је циљ да се дубински анализира 1.000 незгода на годишњем нивоу како би се успоставила основа за будуће анализе и процене утицајних фактора (Otte, 2003). Коришћен је статистички план узорковања за одабир незгода које ће се истраживати и прикупљене су информације о различитим аспектима незгоде пре, у току и након њеног настанка, које су унете и похрањене у базу података.

1999. године проширено је подручје истраживања и на округ Дрезден, када је у рад на дубинским анализама укључен и Универзитет у Дрездену, где је формиран још један тим (VUFO, 2018). На овај начин обезбеђен је репрезентативан узорак саобраћајних незгода Немачке, а што су препознали и подржали Федерални истраживачки институт за аутопут (BASt) и Немачка асоцијација за истраживања у аутомобилској индустрији (FAT), који су увели у праксу студију дубинских анализа саобраћајних незгода у Немачкој (GIDAS) (Johannsen et al., 2017). За боље разумевање узрока настанка незгода и последица у Немачкој дефинисан је стратешки план да се на годишњем нивоу база података дубинских анализа допуњава са око 2000 нових незгода. Оно што је овим постигнуто је да се од 2005. године перманентно допуњава база новим препознатим варијаблама и то за око 300-350 на годишњем нивоу.

На оба подручја истраживања стручни тимови су спроводили дубинске анализе саобраћајних незгода сваког дана, у току две шесточасовне смене (прве недеље 00:00-06:00 и 12:00-18:00 сати и друге недеље 06:00-12:00 и 18:00-24:00 сата) (Bjorkman, 2005). Овакав сменски рад омогућује покривеност свих делова дана током године при насумичном избору незгода за анализу. Тимови су били састављени од два техничара, једног доктора и координатора тима који је експерт за анализе незгода. Податке о настанку незгоде и основним обележјима, тим добија непосредно након настанка незгоде од полиције, ватрогасне или медицинске службе. Одабир незгода које ће бити анализирани, зависио је од успостављеног система селекције у зависности од 24 тежинска фактора, као и тога да ли је тим тада био слободан (Otte, 2003).

Оба тима поседују два посебно опремљена возила, са светлосном и звучном сигнализацијом и радио опремом за ванредне ситуације. Возила су такође опремљена и различитим камерама и инструментима за потребе мерења и снимања, а прецизно и поуздано скицирање места незгоде је обезбеђено применом „фотограметрије“ (Bjorkman, 2005).

Најзначајнији подаци предвиђени за прикупљање у дубинском истраживању незгода (Johannsen, 2017) су: услови окружења; дизајн пута; начин контроле саобраћаја; детаљи о незгоди и узроцима; информације о судару (брзина возила у судару, пре судара, убрзање/успорене, EES и сл.); оштећења возила; локација и позиција удара путника и пешака о возило; технички подаци о возилима и информације везане за учеснике у незгоди (тежине, висине и сл.). Подаци прикупљени „на лицу места“ се допуњавају детаљнијим анализама возила (наредног дана), медицинским подацима, а комплетирају се реконструкцијом незгоде применом рачунарских програма. Сви прикупљени подаци који се тичу личности и приватности су процесуирани према важећим законима о заштити података, а медицинска документација се чува као анонимна у базама података, како не би била нарушена законом загарантована приватност.

За превенцију саобраћајних незгода и повреда учесника у саобраћају, од посебног значаја су системско утврђивање узрока настанка саобраћајних незгода и механизма повређивања. Такође, за превентивни рад неопходно је и системско вођење адекватних евиденција, које омогућавају накнадне анализе и разумевање узрока и околности настанка незгода.

За кодирање узрочних фактора саобраћајних незгода, у GIDAS-у се користи специјалан алат ACASS (Анализа узрока саобраћајних незгода у седам корака), који је 2008. године имплементиран у методологију (Jaensch, 2009). Суштина овог система се заснива на анализи људских фактора путем описивања људских пропуста хронолошким редоследом, од перцепције опасности до конкретне акције и реаговања возача. Овај систем је такође обухватао и факторе возила, пута и околине. Што се тиче људских фактора, поступак се састоји у разматрању логичког редоследа основних људских операција приликом реаговања на опасност. ACASS систем је представљен 2009. године, а касније је модификован путем функција које описују пет категорија људских фактора (Jaensch, 2009) и то:

- Приступ информацијама (да ли је учесник у саобраћају имао приступ свим неопходним информацијама?),
- Пријем информација (да ли је учесник у саобраћају пажљиво посматрао и да ли је препознао све релевантне информације?),
- Вредновање информација (да ли је учесник у саобраћају примио к знању све релевантне информације или да ли је дошло до погрешне процене/погрешног тумачења ситуације или понашања других?),
- Планирање (након правилног схватања и вредновања информација, да ли је направљен одговарајући план реаговања на ситуацију?),
- Операција/акција/реаговање (ако је направљен одговарајући план, да ли је учесник у саобраћају извршио одговарајућу акцију/реаговање?).

Овакав начин прикупљања, анализе и вредновања утицајних фактора настанка саобраћајних незгода и последица омогућава, перманентно унапређивање безбедности саобраћаја на територији Немачке. С друге стране перманентност у раду омогућава утврђивање нових утицајних фактора, који се могу појавити током времена, што опет омогућава њихово благовремено откривање и предузимање адекватних мера и акција. Све ово заједно омогућава квалитетно анализирање и праћење узрока и околности настанка саобраћајних незгода и унапређење система безбедности саобраћаја у Немачкој, а и трансфер искустава на сличне државе.

### 3.3.6. РАЗВОЈ И УСПОСТАВЉАЊЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ ВРШЕЊА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА ИСТРАЖИВАЧКОГ ЦЕНТРА "MONASH" УНИВЕРЗИТЕТА

Monash универзитет је један од два универзитета у Аустралији који су у оквиру свог рада развили истраживачке центре који се баве безбедношћу саобраћаја. Један од аспеката њиховог рада представља и утврђивање узрока и околности настанка саобраћајних незгода. Њихов рад је постао изузетно поштован у области превенције саобраћајних незгода са оснивањем Истраживачког центра Monash универзитета 1987. године под називом Monash University Accident Research Centre (MUARC, 2018).

Овај истраживачки центар је на светском нивоу био међу првим који се бавио превентивним радом у безбедности саобраћаја и може се сматрати пиониром у овој области. У својој тридесетогодишњој пракси бавили су се различитим аспектима утицаја одређених фактора на настанак и последице саобраћајних незгода (Monash, 2018). На овај начин поставили су основе за развој дубинских анализа саобраћајних незгода. Они су најпре анализирали саобраћајне незгоде које се догађају са аспекта једног или више фактора, као што је био утицај прекорачења брзине, вожње под утицајем алкохола, умора и слично. Касније су на основу добијених резултата из анализираних саобраћајних незгода развијали системе превенције и посветили се унапређењу пасивне безбедности возила (Haworth, 2000). Нека од најважнијих истраживања Monash универзитета су базирана баш на утврђивању могућности спречавања настанка повреда у саобраћајним незгодама унапређивањем конструкције возила.

Monash универзитет је захваљујући студиозном раду на анализама саобраћајних незгода и утврђивању утицајних фактора настанка саобраћајних незгода био и један од значајнијих актера спровођења студије дубинских анализа саобраћајних незгода у Аустралији (ANCIS), у оквиру које је анализирано преко 1000 саобраћајних незгода са тешко повређеним лицима (Fildes, 2003).

Незгоде су детаљно дубински анализирани са посебном пажњом на сваки детаљ, како би се боље разумели узроци настанка тих незгода. Праћено је више од 5.000 фактора за сваку појединачну саобраћајну незгоду, како би се препознали доминантни утицајни фактори њиховог настанка и тежине задобијених повреда.

Сви учесници дубински анализираних саобраћајних незгода, који су задобили тешке телесне повреде су интервјуисани о детаљима везаним за саобраћајну незгоду и начин настанка. Након обављеног интервјуа одлажено је на место незгоде, како би се анализирано и утврдило како се догодила незгода и како је лице задобило повреде. Касније су све саобраћајне незгоде биле реконструисане уз помоћ савремених софтвера за реконструкције саобраћајних незгода, а на основу података који су прикупљени између осталог и са савремених уређаја на новијим возилима, са којих је било могуће очитати параметре кретања возила непосредно пре судара.

### 3.3.7. ПРИМЕЊЕНА ПРАКСА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА ИСТРАЖИВАЧКОГ ЦЕНТРА УНИВЕРЗИТЕТА У ADELAIDI

Универзитет у Аделаиди је институција са најдужом традицијом вршења дубинских анализа саобраћајних незгода у свету. Још давне 1962-1963. године су у оквиру Департмана патологије започете дубинске анализе повреда задобијених у саобраћајним незгодама (Robertson, 1964). У наставку се кроз Истраживачки центар за саобраћајне незгоде наставило све до 2002. године, када је овај центар прерастао у Центар за истраживање безбедности саобраћаја (Centre for Automotive Safety Research) (CASR, 2019).



У почетку су дубинске анализе саобраћајних незгода биле фокусиране само на поједине проблеме као што су повреде, утицај прекорачења брзине, незгоде са пешацима и слично (McLean, 1979a,b,c,d,e), а касније су рађене свеобухватне дубинске анализе (Baldock, 2008). Главни циљ ових истраживања је био да се прикупи што већи број расположивих података о саобраћајним незгодама, како би се препознали и анализирали утицајни фактори настанка саобраћајне незгоде. Сходно циљу резултат би био предлагање решења која ће унапредити систем безбедности у саобраћају, смањити страдања и губитке и унапредити систем истраживања и препознавања нових утицајних фактора саобраћајних незгода.

Пројекат дубинских анализа саобраћајних незгода је спровођен од 1975. до 1979. године, а прикупљање података је започето 1976. године и трајало је дванаест месеци (McLean, 1979c). Основна идеја овог пројекта је била да се преиспитају и иновирају већ препознати утицајни фактори, на територији централних делова Аделаида. Укупно је анализирано 304 саобраћајне незгоде, које су изабране случајним избором (McLean, 1979c). За сваку саобраћајну незгоду прикупљани су медицински, технички и социолошки подаци који су у вези са саобраћајном незгодом. Резултати истраживања су објављени у посебним извештајима који су третирали поједине категорије учесника у саобраћају, као што су пешаци (McLean, 1979b), бициклисти (McLean, 1979e), мотоциклисти (McLean, 1979d), комерцијална возила (McLean, 1979a), путничка возила. Дата су још два извештаја са основним подацима и о утицају пута (McLean, 1979c).

У периоду од марта 1998. до фебруара 2000. године спровођене су дубинске анализе на ванградским (руралним) подручјима Аделаида, удаљеним више од 100 km од центра (Anderson, 2000). Услов за вршење дубинске анализе саобраћајне незгоде је био, као и у претходном циклусу, да је повређено лице било транспортовано у здравствену установу и таквих незгода је било 236. Чланови тима су настојали да до места незгоде стигну пре него што са места незгоде буду уклоњена возила учесници незгоде и трагови, а што није увек било могуће. У саобраћајним незгодама са смртним исходом, увиђај је вршен од стране полиције и за те незгоде су подаци преузимани из полицијских извештаја, а место незгоде је обилажено и анализирано у периоду до 24 сата након незгоде. Анализирани узорак саобраћајних незгода применом дубинских анализа, не представља у потпуности репрезентативан узорак на посматраном подручју, јер је радни тим чешће излазио на места незгоде у дневним условима, радним данима, него ноћу и викендом. Репрезентативност саобраћајних незгода које су се догоде ноћу је још мања, јер су анализиране само саобраћајне незгоде које су се догодиле четвртком или петком током ноћи.

Након овог другог циклуса дубинских анализа, уследио је трећи циклус, који је спровођен у периоду од априла 2002. до фебруара 2005. године (Woolley, 2006). У овом циклусу анализиране су незгоде које су се догодиле на јавним путевима у централним деловима Аделаида и неко од учесника незгоде био транспортован у здравствену установу ради пријема. У посматраном периоду анализирано је 286 саобраћајних незгода и анализиране су само саобраћајне незгоде које су се догодиле у дневним условима током радне недеље и евентуално у изабраним периодима ван радног времена али до поноћи.

Ови периоди дежурства су изабрани на основу анализе временске расподеле позива хитној помоћи у вези саобраћајних незгода у претходном периоду, а како би се обезбедио репрезентативан узорак. Дуга традиција вршења дубинских анализа је за последицу имала и повремено мењање и унапређење методологије, у циљу постизања бољих резултата. У тиму за дубинске анализе саобраћајних незгода CASR-а налазе се научници и инжењери истраживачи, психолози и медицински радници и овај рад се сматрао кључним за развој и усавршавање нових научника у области безбедности саобраћаја. Садашњи тим чине саобраћајни инжењер, два машинска инжењера, инжењер мехатронике, грађевински инжењер, два психолога и здравствени радник. Дубинска анализа започиње добијањем обавештења од локалне службе хитне помоћи и то у року од неколико минута након што се хитна помоћ пошаље на терен. У различитим циклусима су бирана различита подручја обухвата, али су чланови тима након добијеног обавештења о незгоди у најкраћем времену стизали до места незгоде.

По доласку на место незгоде, особље CASR тима обавља разговоре са особљем хитних служби, учесницима незгоде и сведоцима. Осим вербалног прикупљања информација фиксирају трагове, врше фотографисање места незгоде, возила и путне инфраструктуре, прикупљају податке о возилима, путу и околностима под којима се незгода догодила, врше дигитално мапирање места незгоде и трагова незгоде и снимање видео записа из смера кретања сваког од учесника незгоде, постојеће саобраћајне мере, формирају ситуациони план места незгоде са траговима кретања учесника незгоде и фиксирају трагове саобраћајне незгоде.

Након прикупљања података на месту незгоде подаци се прикупљају и накнадно из извештаја полиције, здравствених извештаја, интервјуисањем учесника незгоде и сведока, на основу извештаја о обдукцији и извештаја форензичара (алкохола и дроге). Оно што се мора истаћи у методологији је и истраживање историје саобраћајних незгода на месту незгоде и историје понашања у саобраћају возача учесника незгоде. Брзине возила учесника незгоде се утврђују реконструисањем тока догађаја на основу трагова затечених на месту незгоде, ако је то могуће док се у осталим случајевима врши процена. Коначно тим анализира прикупљене податке и доноси одлуку о вероватном начину настанка саобраћајне незгоде, на основу које препознаје утицајне факторе који су допринели настанку конкретне незгоде.

### 3.3.8. СИСТЕМАТИЗАЦИЈА МЕТОДОЛОГИЈА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Праксе и примењене методологије вршења дубинских анализа саобраћајних незгода су значајно различите у различитим државама, а као што је и приказано у претходним поглављима. Почев од избора незгода које ће бити анализирани, преко начина обавештавања о насталој саобраћајној незгоди, методологији прикупљања података, обиму прикупљених података, до анали-

за које се спроводе у циљу утврђивања утицајних фактора. Имајући све ово у виду могуће је грубо систематизовати методологије у неколико група и под-група модела дубинских анализа.

У првој групи примењених методологија подаци о саобраћајним незгодама се накнадно прикупљају од стране тима за дубинске анализе и то преузимањем постојећих података од полиције, а који су прикупљени на месту незгоде. Узорак који се анализира је произвољан и може се односити на одређени период времена или одређене типове незгода, или пак без јасног дефинисања узорка. Овако добијени подаци анализирају се од стране тима за дубинске анализе и по потреби може се накнадно изаћи на место незгоде, без временског ограничења када је то, а како би се прикупили потребни подаци о путу и окружењу пута. Овако прикупљени подаци даље се упоредно анализирају и дефинишу се утицајни фактори настанка саобраћајних незгода.

Ова група модела омогућава анализе саобраћајних незгода и утврђивање утицајних фактора, али је квалитет добијених резултата условљен квалитетом и нивоом детаљности података добијених од полиције. Како је циљ полицијског рада утврђивање правне одговорности за настанак незгоде, то је рад полиције усмерен на прикупљање тих чињеница. Полицијски извештаји не садрже увек довољан број чињеница потребних за квалитетно сагледавање свих утицајних фактора, па то може имати утицаја на даље анализе. Дубинске анализе спроведене на овај начин су зависне од расположивих података и немају могућност додатних анализа осим изласка на место незгоде, а што свакако не омогућава потпуно сагледавање околности настанка незгоде, па ни препознавање свих утицаја на конкретну незгоду. Ова група модела може дати ограничене резултате и може се примењивати када нема довољно расположивог стручног кадра или су ограничени финансијски буџети за њихово спровођење.

Другу групу примењених методологија представљају дубинске анализе саобраћајних незгода које су се догодиле на територији једне области, која је унапред дефинисана као подручје истраживања и у периоду који је дефинисан као период истраживања. Значајно за ову групу методологија је то да је узорак јасно дефинисан и да је обавезан излазак на место незгоде у одређеном временском периоду након незгоде. У оквиру ове групе можемо разликовати три подмодела у зависности од примењене методологије и то:

- Ретроспективно (накнадно) прикупљање података о незгоди са изласком на место незгоде у предвиђеном року,
- Прикупљање података на месту незгоде уз поједине накнадне анализе,
- Делимично прикупљање узорка на месту незгоде и делимично накнадно.

Накнадно прикупљање података о незгоди предвиђа, да се на унапред дефинисаној територији и у дефинисаном временском опсегу догодила саобраћајна незгода о којој у предвиђеном временском периоду (до месец дана) бива обавештен тим за дубинске анализе. Овај тим у предвиђеном року (најчешће једном недељно или месечно) преузима податке из полиције и излази на место незгоде, са тенденцијом да тај рок буде што краћи, како би се прикупили што квалитетнији и поузданији подаци о незгоди.

Након прикупљања ових података са терена, могуће је прикупљање и података из здравствених установа или путем интервјуа, након чега се приступа анализи саобраћајне незгоде и дефинисању утицајних фактора. Свакако сви подаци се похрањују у адекватне базе података, у којима су подаци шифрирани како би се заштитили поверљиви подаци о личностима.

Прикупљање података на месту незгоде подразумева постојање дежурног тима за вршење дубинских анализа, који дежура у тачно дефинисаном временском интервалу. Прикупљају се само подаци о саобраћајним незгодама које су се догодиле у време дежурства тог тима и под условом да је тим тада слободан (да није на другом месту незгоде) и да припадају дефинисаном узорку незгода. За незгоде које су се догодиле ван овог времена се не врше дубинске анализе нити се прикупљају подаци о њима. Излазак на место незгоде је у време вршења увиђаја саобраћајне незгоде и тада се врши прикупљање података независно од полиције и других служби. На терену се обављају разговори, прикупљају изјаве, анализирају искази и одлази се у здравствене установе, ради прикупљања података о повредама. Анализа оштећења возила се може вршити на месту незгоде или накнадним прегледом возила у зависности од могућности приступа возилу. Овако прикупљени подаци потом се анализирају од стране тима за вршење дубинских анализа и дефинишу се утицајни фактори на настанак и последице саобраћајне незгоде.

Делимично прикупљање података на месту незгоде и делом накнадно представља комбинацију претходно описана два метода. Код ове методологије постоји дежурни тим за излазак на место незгоде, који дежура у унапред дефинисаним временским интервалима. Како није оправдано организовати двадесетчетворочасовно дежурство седам дана у недељи постоје периоди када тим не дежура (викенд, ноћ и сл.). Како је уочено да се и у овим периодима догађају саобраћајне незгоде значајне са аспекта специфичности узрока и околности настанка, подаци о тим саобраћајним незгодама се прикупљају накнадно, следећег радног дана. Тим који дежура првог наредног радног дана, прикупља податке о незгоди и тог дана излази на место незгоде, на тај начин прикупља што је квалитетније могуће расположиве податке о незгоди. Свакако у оквиру ових накнадних анализа може се вршити и прикупљање података о оштећењу возила и повредама лица и то за све незгоде које се анализирају. Након прикупљања ових података, подаци се даље обрађују и дефинишу се утицајни фактори настанка саобраћајне незгоде. На овај начин обезбеђено је да се анализирају све негоде које су примарно дефинисане планираним узорком, што омогућава боље сагледавање свих могућих саобраћајних незгода и свих потенцијалних утицајних фактора.

Трећу групу познатих метода, мада ређе примењивану у пракси, представљају дубинске анализе најчешће одређеног типа саобраћајних незгода, спроведених перманентно у дефинисаном временском и просторном оквиру. Ово подразумева да постоји дежурни тим који двадесетчетири сата седам дана у недељи дежура, односно да постоји више тимова који сменски дежурају, како би покрили све периоде дана и недеље у посматраном периоду истраживања. На овај начин је једино могуће у потпуности покрити циљани узорак непосредним изласцима на место незгоде за време увиђаја.

Дежурни тим по добијању информације да се догодила саобраћајна незгода излази на место незгоде и независно од других лица која врше увиђај прикупља податке о незгоди. Све податке о путу дежурни тим прикупља на терену, као и о возилима, оштећењима, повредама и начинима кретања учесника незгоде. Дакле чланови тима на месту незгоде разговарају са учесницима и сведоцима незгоде и на тај начин прикупљају и податке о начину настанка и евентуалним утицајима који се не могу непосредним прегледом утврдити. Након теренског рада одлазе у здравствене установе и прикупљају податке о повредама. Свакако и у овом моделу вршења дубинских анализа, могуће је организовати и накнадни преглед возила, како би се детаљније сагледала оштећења и техничко стање возила, са циљем квалитетнијег сагледавања његовог утицаја. И у овом моделу се прикупљају и подаци из полиције са увиђаја саобраћајне незгоде, како би се упоредили са прикупљеним подацима дежурног тима и евентуално допунили недостајући подаци. Овако прикупљени подаци се даље анализирају и дефинишу утицајни фактори настанка незгоде и последица.

Овде треба напоменути да због немогућности поузданог утврђивања коначних повреда учесника незгоде у време вршења увиђаја (накнадне смрти и сл), могуће је да се у зависности од дефинисаног узорка не реализују све анализе непосредно након незгоде у време вршења увиђаја, већ је за њих неопходна ретроспективна анализа. У случају када није могуће непосредно након незгоде утврдити да ли незгода припада дефинисаном узорку, одмах по сазнању да припада иако се раније догодила, дежурни тим преузима податке из полиције и излази на место незгоде.

Свака од група наведених метода има своје предности и недостатке, тако да у зависности од потреба и циљева спровођења дубинских анализа могуће је дефинисати адекватну методологију. За сваки од наведених модела могу се додатно дефинисати ограничења узорка, у односу на типове незгода, врсте учесника, последице и сл, на који начин се додатно коригује примењени модел. При избору методологије која ће бити примењена на неком подручју мора се водити рачуна да она даје најбоље жељене резултате и омогућава највећу вредност кост бенефита. Дакле, у зависности од територије која се покрива, неопходног периода прикупљања података и других специфичности посматране територије или типова незгода које се догађају, може се кориговати сваки примењени метод, како би се обухватили подједнако сви типови саобраћајних незгода који се догађају и добила боља репрезентативност конкретне територије на којој се спроводе дубинске анализе.

### 3.4. ЗАКЉУЧЦИ И ОДАБИР ФАКТОРА НАСТАНКА НЕЗГОДА И ПОСЛЕДИЦА, НА ОСНОВУ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Различите примењене методе дубинских анализа пружају различит степен детаљности података, па и детаљности препознатих фактора који утичу на настанак и последице саобраћајних незгода.

Свакако свака од примењених метода у најмању руку указује који од основних фактора Ч-В-П-О су у конкретној незгоди имали утицаја. Свакако методе које детаљније и дубље залазе у анализу саме саобраћајне незгоде и личности учесника незгоде, прикупљају већи број параметара и дају детаљније и квалитетније одговоре на питања који су то све утицајни фактори унутар основног фактора који доводе до грешке основног фактора, а која за последицу има настанак незгоде. Због сложености и бројности потенцијалних подфактора то није увек оправдано радити, јер би се онда за сваку саобраћајну незгоду прикупљало изобиље подфактора, а који немају увек утицаја. Из овог разлога неопходно је развити модел дубинске анализе који би у конкретним случајевима препознао утицајне факторе и њих дубље анализирао.

Имајући у виду да поједине од описаних метода у свакој анализи саобраћајне незгоде узимају унапред предефинисане факторе за сваку саобраћајну незгоду, што захтева знатно време и капацитет и непотребно увећава броја параметара за анализе. Друге методе, пак се ослањају на знање и искуство лица која прикупљају податке о незгоди, па коначан број прикупљених фактора зависи од конкретне незгоде и лица која су је анализирали. Овакава начин прикупљања података о саобраћајним незгодама које се дубински анализирају има за последицу изузетно велике варијације број посматраних фактора. У поједини анализи се посматрало свега неколико (3-5) фактора, док се у другим анализи дошло до око 2000 фактора, што свакако онемогућава јасно дефинисање препознатих утицајних фактора на основу свих дубинских анализа.

За дефинисање и препознавање утицајних фактора развијене су различите методе, од државе до државе, а што је претходно описано за сваку државу, на који начин је онемоућено јединствено сагледавање и поређење утицајних фактора. Наиме, поједине од примењених метода нису у разматрање узимале степен утицаја појединих фактора, па су доминантни фактори препознавани само према заступљености у посматраном узорку, што свакако не даје поуздане податке о стварним утицајима појединих фактора. Наиме, посматрањем само заступљености појединих фактора без детаљне анализе степена утицаја, може за последицу имати истицање појединих фактора који нису у већој мери значајни, а услед само веће заступљености у конкретном узорку. С друге стране то може за последицу имати и препознавање појединих фактора, јер им је у конкретном узорку заступљеност била мала, али им је утицај изузетно значајан на незгоде и последице. На овај начин најчешће препознати утицајни фактори су били недовољна пажња, погрешна процена, брзина, предузимање радње, неуверавање и слично, а што не даје јасне разлоге настанка ових и сличних фактора. Свакако анализом наведених фактора може се утврдити да се они не појављују само на месту незгоде, већ трају дуже време, а што не омогућава потпуно сагледавање њиховог утицаја на месту незгоде.

Поједине од методологија су примењивале методе које вреднују утицаје појединих фактора и узимају о обзир међусобне повезаности утицаја препознатих фактора и на основу тога дефинишу утицајне факторе или групе (пакете) фактора. Вредновање и оцењивање утицаја се заснивало на експертским оценама стручњака који су вршили анализе, као и поузданости података на основу којих су вршене анализе.

На основу збирних података на Европском нивоу најчешћи препознати утицајни фактори би били: правац, брзина, пропусти у посматрању, тајминг, погрешна процена, погрешна процена околине, ометање, непажња, растојање, неадекватан план, возачево понашање, лоше опажање и грешка у комуникацији. Најчешће везе које се јављају између фактора су везе правац и неадекватан план, односно брзина и неадекватан план, пропусти у посматрању и правац, погрешна процена и неадекватан план, као и недовољно знање и утицај супстанци. Препознат је и ланац међусобних утицаја као што је веза фактора брзина-неадекватан план-недовољно знање, затим утицај супстанци-недовољно знање-умор-стање пута и погрешне процене околине-неадекватан план-пропусти у посматрању-брзина.

Препознати фактори, међусобни утицаји појединих фактора или ланци утицаја фактора, указују на специфичност настанка саобраћајне незгода, и потребу за даљим утврђивањем веза међу факторима које доводе до незгода. Такође, различити утицаји препознатих фактора за различите типове незгода, такође указују на потребу даљег развијања и усавршавања метода дефинисања утицајних фактора и методологије дубинских анализа.

# 4.

## РАЗВОЈ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

### 4.1. ЗНАЧАЈ РАЗВОЈА МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Дубинске анализе саобраћајних незгода, као један од метода утврђивања узрока, околности и последица настанка саобраћајних незгода, могу се у зависности од конкретног циља вршити на битно различите начине, а што за последицу има и нехомогеност добијених резултата. Такође, у пракси се показало, да са начин спровођења дубинских анализа мењао током времена. Посебно се разлике примењених метода дубинских анализа уочавају када је реч о различитим државама и периодима спровођења.

Имајући у виду наведене различитости, добијени резултати дубинских анализа нису у потпуности временски и просторно универзални, хомогени ни међусобно упоредиви, јер су добијени на различите начине. Ово може у значајној мери ограничити применљивост добијених резултата и ограничити их на одређено подручје или време, што спречава имплементацију прикупљених знања и искустава на другим подручјима. Непостојање јединствене методологије спровођења дубинских анализа смањује употребљивост добијених резултата, а самим тим не омогућава постизање жељених циљева превентивног рада у безбедности саобраћаја на глобалном нивоу.



У зависности од периода и подручја у којој су вршене, сложеност дубинских анализа и количина података који су прикупљани се значајно разликовала. У појединим државама, нпр. Немачка, прикупљано је више хиљада обележја (Johannsen et al., 2017), што захтева значајне људске и материјалне ресурсе. Постојање различитих приступа може за последицу имати знатно веће трошкове за постизање сличних резултата, односно не гарантује боље резултате са повећаном количином обележја.

Анализа примењиваних методологија, њихових предности и недостатака, као и добијених резултата, указује на потребу развоја модела за вршење дубинских анализа саобраћајних незгода, заснованог првенствено на досадашњим знањима, који ће омогућити поузданије и прецизније дефинисање утицајних фактора. Будући модел дубинских анализа би требало да омогући универзалност примене, као и брже, ефикасније и поузданије утврђивање утицајних фактора настанка саобраћајне незгоде. На овај начин би се смањиле грешке у препознавању појединих утицаја, чиме би се препознали стварни утицаји, на које би се усмериле превентивне активности. Због своје детаљности и мултидисциплинарности, резултати спровођења дубинских анализа директно утичу на детерминисање најзначајнијих проблема у безбедности саобраћаја. Оне омогућавају препознавање и дефинисање узрочних и осталих фактора утицаја, што омогућава разумевање проблема и планирање адекватних мера.

#### 4.1.1. ПОЈАМ МОДЕЛА И ПРИМЕНЉИВОСТ НА САОБРАЋАЈ

Модел као изузетно значајан алат за рад и развој науке могу дати изузетне резултате. Они омогућавају лакше и једноставније објашњавање спроведених анализа и презентацију хипотеза и варијабли до којих се дошло. Сходно томе, значај развоја и употребе модела у саобраћају је кључан за перманентно унапређење стања саобраћајног система, јер омогућава благовремено уочавање недостатака и активно унапређење саобраћајног система.

Осим за тестирање варијабли, модели могу служити и за предвиђање понашања или процене ефеката предузетих мера и акција у саобраћају. Ово омогућава једноставније планирање управљачких мера и њихово превентивно предузимање у циљу постизања жељеног резултата. Када је реч о саобраћајном систему, најчешће се врши предвиђање капацитета, протока, експлоатационих брзина, угрожености, страдања, трошкова и слично. Посебно значајно предвиђање у саобраћају је предвиђање мера смањења губитака и страдања у саобраћају, кроз смањење броја саобраћајних незгода и последица.

Модел примењени у саобраћају морају бити прецизни и поуздани, јер су трошкови велики, па мале грешке у предвиђању могу довести до значајних трошкова, губитака, а понекад и страдања. Потцењивање захтева за последицу може имати недовољне и небезбедне капацитете, док прецењивање може имати велике трошкове или повећање небезбедног понашања, а што за последицу има смањење нивоа безбедности саобраћаја и повећавање губитака.

#### 4.1.2. МОДЕЛИ У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

У области безбедности саобраћаја, у земљама ОЕСД-а дефинисано је пет модела безбедности саобраћаја (Lipovac, 2008), и то:

1. Описни, односно дескриптивни модел
2. Аналитички макро модели - модели предвиђања
3. Аналитички микро модели фактора ризика
4. Модели који се базирају на последицама саобраћајних незгода
5. Модели који се ослањају на индикаторе безбедности саобраћаја.

Описни модели описују стање и проблеме безбедности саобраћаја помоћу три димензије: изложеност, ризик од незгоде и последице незгоде, уколико су доступне, а у супротном их процењују, што има утицаја на прецизност модела. Извори података су полицијски, болнички и извештаји осигуравајућих компанија, док се изложеност процењује (бројања саобраћаја, на основу локалне изложености, потрошње горива и сл).

Модели предвиђања (аналитички макромодел) базирају се на праћењу одређених фактора који независно утичу на настанак саобраћајних незгода и на основу њихових вредности предвиђају будуће стање. Како су саобраћајне незгоде случајни догађаји није могуће поуздано предвидети где, када и ко ће изазвати саобраћајну незгоду. Међутим, за анализу већег узорка задовољавајуће резултате могу дати различити статистички модели, као што су регресиони модели и модели предвиђања који се заснивају на регресији, која може бити линеарна, експоненцијална, логаритмичка, полиноминална и сл. .

Модели фактора ризика (аналитички микромодел) се базирају на анализи фактора који су у вези са једном конкретном саобраћајном незгодом и посматрају однос Ч-В-П-О у саобраћајној незгоди. Дакле овде се закључци доносе на основу појединачних фактора везаних за незгоду и уопштавају се, са циљем разумевања и предвиђања понашање учесника у саобраћају, у зависности од стања возила, пута и окружења. Ови модели су базирани на мултидисциплинарности, јер је неопходно вишедимензионално сагледавање околности настанка незгоде.

Модели који приказују последице саобраћајних незгода баве се саобраћајним незгодама као здравственим и економским проблемима. Здравствени проблеми се мере преко тежине повреда или времена проведеног у болници или на боловању, а економски проблеми се могу квантификовати као штете, трошкови и губици исказани кроз новчану вредност. Модели последица саобраћајних назгода мере значај појединих фактора који утичу на величину последица незгода.

Модели који се ослањају на индикаторе безбедности саобраћаја анализирају одређене индикаторе саобраћајног система и на основу њих предвиђају стање саобраћајног система и дефинишу проблеме безбедности саобраћаја. У индикаторе се могу сврстати све чињенице које могу имати утицаја на саобраћајне незгоде, али је јасно да нису подједнако значајне.

За квалитетно сагледавање стварних проблема безбедности саобраћаја и препознавање утицајних фактора настанка саобраћајних незгода као изузетно ефикасни су се показали аналитички микро модели. Они због своје мултидисциплинарности омогућавају сагледавање околности настанка саобраћајне незгоде са највећег броја аспеката, што их чини незаменљивим за правилно сагледавање свих утицаја. Грубо се могу категоризовати у две основне групе модела, и то модели који се односе на људски фактор и техничке моделе. Модели људског фактора су тежи за анализу и истраживање, али су изузетно значајни, јер служе за разумевање понашања возача. Људски фактори успостављају везе између учествовања у незгодама и карактеристика поједине личности, док се технички модели баве зависношћу учествовања у незгодама од понашања возача условљеног карактеристикама пута, возила или окружења (аутомобилски, инфраструктурни и модели саобраћаја).

Међу аналитичким микро моделима дубинске анализе саобраћајних незгода су дале најпоузданије резултате, јер обједињују обе поменуте групе анализа, што омогућава потпуно сагледавање свих потенцијалних утицаја и међусобну условљеност. На овај начин се осим грубог препознавања појавних облика утицајног фактора могу препознати и околности под којима он за последицу има незгоду. На овај начин омогућава се дефинисање механизма настанка незгоде, на које се, када су препознати, може превентивно деловати.

## 4.2. МОДЕЛИ ЗА ИЗБОР УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА НАСТАНКА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

За избор утицајних фактора настанка саобраћајних незгода могу се користити модели који узимају у обзир последице саобраћајних незгода, као и аналитички микро модели.

Оба модела базирају се на анализама саобраћајних незгода, само са различитих аспеката и са различитим циљем али у сврху утврђивања узрока, околности и других фактора који за последицу имају незгоду.

Модели који узимају у обзир последице саобраћајних незгода базирају се на анализи исхода незгода, односно насталој штети и повредама учесника незгоде. Кроз анализу последица, сагледавају осим обима и механизме настанка последица. На овај начин могу се препознати и дефинисати одређени фактори који су имали утицаја на последице, а самим тим и на незгоду. Циљ ових модела је да се уз помоћ разумевања начина настанка последица, препознају фактори који их узрокују. Сврха ових модела је да се на основу дефинисаних фактора и препознатих механизма настанка последица дефинишу мере за спречавање сличних последица у будућности. Имајући у виду њихов циљ може се рећи да се ови модели превасходно баве саобраћајним незгодама са аспекта пасивне безбедности, јер су усмерени на последице. Дефинисањем услова настанка последица од карактеристика судара, возила, пута и окружења, могу се дефинисати утицајни фактори који доводе до конкретних последица.

Ови модели су нашли најширу примену у аутомобилској индустрији, која је одавно препознала њихов значај за усавршавање пасивне заштите возила, на основу анализе механизма повређивања у незгодама. Анализом насталих повреда у одређеним типовима незгода дефинисани су механизми настанка, што је дефинисало факторе које треба отклонити. Сходно томе дефинисани су и други механизми који имају утицаја на висину и тежину последица и непрестано се ради на њиховом даљем препознавању, у циљу њиховог спречавања у будућности. У наставку ови модели су подстакли и развој модела који су анализирали начине настанка незгода и развијали системе активне безбедности возила, који служе за спречавање настанка незгода.

У последње време све више се наведени модели примењују и на путевима и путном окружењу, где се препознају и дефинишу елементи пута који доприносе настанку последица. Такође, примењују се, али знатно ређе и на фактор човек, при чему су ефекти ограничени спремношћу учесника незгоде на откривање свих чињеница, што им ограничава ефекте. Ови модели се могу базирати на анализама врста утицаја на незгоде, што се може постићи експертизама незгода или путем експеримената за дефинисане последице.

Најчешће коришћени алат у овим моделима су експерименти, али је њихова обухватност утицаја ограничена само у оквиру дефинисаних услова експеримента. Овај алат може остварити изузетне резултате, али је изузетно скуп и захтева знатно време за реализацију, закључивање и дефинисање фактора. Такође, област вршења експеримента мора бити препозната на основу претходних искустава о последицама, што указује на могућу примену експертиза саобраћајних незгода и у ову сврху.

Насупрот експериментима експертизе саобраћајних незгода анализирају конкретну незгоду са свим специфичностима које је прате и препознају механизме настанка последица. Ово омогућава боље сагледавање различитих утицајних фактора и боље разумевање механизма настанка последица, јер сагледавају све утицаји, што омогућава препознавање већег броја утицајних фактора и даље усавршавање модела.

Експертизе анализирају утицај основних фактора на конкретну незгоду, са циљем утврђивања фактора који је узроковао или допринео незгоди. Ова специфичност експертиза их чини квалитетним алатом аналитичких микро модела, јер препознају факторе који су утицали на незгоду. Аналитичким микро моделима могу се анализирати сви или пак само поједини од утицајних фактора, сходно конкретним потребама и сврси. Ова специфичност омогућава развијање посебних под модела који детаљније анализирају специфичне утицаје појединог фактора на незгоде и омогућавају боље разумевање њиховог утицаја. Ови модели могу анализирати и међузависност утицаја препознатих фактора, а која чешће има утицаја на незгоду и последице, него сам утицајни фактор. Ово из разлога што су саобраћајне незгоде најчешће последица интерференције утицаја више фактора истовремено.

Осим експертиза саобраћајних незгода, метода из групе аналитичких микро модела, која у највећој мери омогућава сагледавање свих утицајних фактора и њихове међузависности је дубинска анализа саобраћајне незгоде.

Она анализира сваки фактор у циљу дефинисања потенцијалног утицаја на конкретну незгоду. Детаљним и непосредним сагледавањем околности настанка незгоде омогућено је разумевање међусобног утицаја појединих фактора и њихове условљености, који за последицу имају незгоду. Модели дубинских анализа осим анализе утицајних фактора, могу анализирати и утицаје само појединих основних фактора или само поједине сегменте основних утицајних фактора, као на пример отказе система за управљање, система за заустављање, елемената вешања и сл. Ово омогућава да се детаљније анализирају поједини елементи утицајних фактора који представљају слабе карике и који доводе до појаве конкретног утицајног фактора, односно омогућава константно препознавање нових утицајних фактора. Свакако ове анализе представљају наставак дубинских анализа којима се препознају основни утицајни фактори.

Дубинске анализе могу се применити на сваки од четири основна фактора, али је посебно значајно истаћи ефекте примене дубинских анализа код анализе фактора човек. Наиме, фактор човек је један од најзначајнијих фактора настанка незгоде, а са друге стране под перманентним утицајем осталих фактора, што његову позицију чини изузетно сложеном. Фактор човек је такође специфичан јер се може анализирати само уз спремност учесника незгоде на потпуну сарадњу и искреност, а што је такође веома редак случај. Имајући у виду специфичности овог фактора дубинске анализе га могу сагледавати са разних аспеката (психо физичко стање, социјални статус, образовање и сл.) па представљају незаменљив алат за сагледавање његовог утицаја. Неопходно је даље развијати моделе који ће истраживати поједине сегменте утицаја фактора човек, како би се у потпуности препознали сви његови утицаји, а који до сада нису препознати.

Постигнута знања из поменутих модела дубинских анализа и експертиза саобраћајних незгода, омогућавају развој новог модела, који би на основу стечених знања и дефинисаних обележја незгоде, могао да препознаје утицајне факторе настанка незгоде. Сваки од поменутих модела у зависности од жељене обухватности или жељеног нивоа детаљности у анализи може обухватити изузетно велики број обележја незгоде. Број анализираних обележја незгоде није у директној зависности са поузданошћу и прецизношћу препознатих фактора за конкретну незгоду. Развијени модели морају на основу досадашњих искустава дефинисати с једне стране довољно велики број обележја, а са друге стране најмањи могућ, како би се на једноставан, поуздан и квалитетан начин препознали утицаји на настанак незгода и последица. Ово представља један од изузетно сложених задатака, па је неопходно вредновати ефекте појединих модела и дефинисати минимални сет обележја незгоде потребних за квалитетно препознавање утицајних фактора.

За постизање бољих и поузданијих резултата дубинских анализа неопходно је перманентно унапређивати и усавршавати методологију препознавања утицајних фактора настанка незгоде. Неопходно је проверавати и анализирати врсте утицаја препознатих фактора, као и околности (обележја незгоде) под којима се појављују. За боље и поузданије дефинисање проблема у безбедности саобраћаја потребно је перманентно вршити проверу препознатих утицајних фактора и препознавање нових фактора, како би се омогућила актуелност модела.

Значајно је преиспитивати утицаје појединих фактора на појаву осталих утицајних фактора и настанак незгоде. На основу вредновања јачине утицаја појединачних фактора у анализираним незгодама, могу се дефинисати потенцијални утицаји на настанак саобраћајних незгода и последица у неким будућим околностима. На основу овако дефинисаних утицајних фактора могу се предвиђати саобраћајне незгоде и последице у зависности од присуства одређених фактора на неком локалитету.

Вредновање различитих појединачних (дискретних) утицаја на конкретну незгоду, а имајући у виду велики број могућих потенцијалних утицајних фактора на настанак саобраћајне незгоде, захтева сложено (вишедимензионално) вредновање по врсти и природи утицаја препознатих фактора и њиховој међузависности утицаја. Како би се ово постигло неопходно је спровести неко од вишекритеријумских вредновања, за оцену стварног утицаја препознатих фактора у конкретним условима. У пракси као изузетно корисне у оваквим захтевима су се показале Неуронске мреже, које након обуке могу са високом поузданошћу да предвиђају поједине утицаје, па и утицајне факторе саобраћајних незгода. Вештачке неуронске мреже су коришћене за предвиђање поспаности код возача (de Naurois et al., 2018), зависност учесталости саобраћајних незгода од фактора ризика (Zeng et al., 2016), предвиђања ризика настанка незгода (Wang et al., 2019), идентификације утицајних фактора незгода са смртним последицама (Li et al., 2018), препознавање утицајних фактора настанка незгода на основу знања из експертиза и дубинских анализа (Marković et al., 2019).

Као посебно поуздан тип неуронске мреже у случају дефинисања утицајних фактора се показала Бајесова неуронска мрежа (Deublein et al., 2013), (Lloyd et al., 2014) а доказана је примена и за предвиђање саобраћајних незгода (Xie et al., 2007). Генерално гледано вештачка интелигенција у безбедности саобраћаја се показала као изузетан модел за брзо и ефикасно предвиђање будућег стања и последица, а посебно тежине последица саобраћајних незгода (Zeng and Huang, 2014), што отвара изузетан простор за унапређења модела дубинских анализа применом вештачке интелигенције. У наставку је предложен развој и усавршавање модела дубинских анализа заснованог на Бајесовој неуронској мрежи као моделу за препознавање утицајних фактора. Овај модел може дати изузетне резултате у дефинисању утицајних фактора настанка саобраћајних незгода у будућности.

### 4.3. ЗНАЧАЈ ИЗБОРА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА ПРИМЕНОМ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Различити модели за анализе саобраћајних незгода, као што је већ описано могу препознати утицајне факторе настанка саобраћајних незгода и последица.

Количина, врста, ниво детаљности и поузданост препознатих фактора може знатно зависити од изабраног модела. Поједини од модела као што је описано, концентришу се само на утврђивање врсте утицаја у одређеним, дефинисаним околностима појединих фактора (експерименти и сл.) и њиховим последицама. С друге стране неке методе (експертизе и сл.) омогућавају реалније сагледавање стварних утицаја, јер анализирају све расположиве околности настанка незгоде. Код експертиза веома често је обим и детаљност расположивих чињеница (обележја незгоде) ограничен, при чему је у методологији изузетно мали простор за могућност накнадног обезбеђивања чињеница. Такође, циљеви ове методе су фокусирани на пропусте и факторе који су на њих утицали, при чему остале потенцијалне факторе иако препознате не истичу у први план. Различите анализе и статистике (дескриптивне и сл.) које се такође могу користити за дефинисање утицајних фактора, на основу обележја и карактеристика незгода, такође препознају само одређени и то још више ограничен скуп утицајних фактора. Овако препознати фактори свакако нису довољни за квалитетно разумевање настанка саобраћајне незгоде и дефинисање утицајних фактора.

Имајући у виду да је саобраћај сложен систем, у коме се мрежом саобраћајница независно креће велики број различитих учесника (саобраћајних јединица) са индивидуалним потребама и захтевима, то овако сложен систем није могуће разумети и потпуно дефинисати претходно наведеним методама. Наиме, наведене методе у одређеној мери препознају утицајне факторе, али не у довољној мери да могу потпуно описати функционисање овако специфичног и сложеног система. Такође, саобраћајни услови и захтеви (окружење, остали захтеви и сл.) су лако и брзо изменљиви и постоји велики број варијација њихове повезаности и условљености, па је неопходно активно и адаптивно сагледавање функционисања система у реалном времену.

Претходне методе у већој мери пасивно сагледавају последице незгоде и на основу њих изводе закључке, што не омогућава потпуно реално препознавање и дефинисање стварних утицајних фактора. Још једна значајна специфика саобраћаја је да постоји потреба за једновременим задовољавањем великог броја појединачних захтева, при чему су поједини захтеви супротстављени или конфликтни (нпр. скретање возила улево и кретање право на раскрсници и сл.). Постојање конфликта у захтевима не мора по аутоматизму за последицу да има настанак незгоде, већ најчешће може проћи и без већег конфликта. Све ово чини разумевање настанка саобраћајних незгода изузетно сложеним задатком, па и дефинисање утицајних фактора је веома сложено и захтева вишедимензионално сагледавање околности настанка незгоде.

Разумевање настанка незгода захтева и мултифакторску анализу, због изузетно великог броја специфичних и по врсти и типу различитих утицаја (човек, пут, возило, окружење), као и њихове условљености и повезаности. Имајући у виду све неопходне аспекте за разумевање настанка незгоде, правилно дефинисање утицајних фактора је једино могуће мултидисциплинарном анализом. Метода која омогућава перманентно мултидисциплинарно вршење анализа су дубинске анализе саобраћајних незгода, па је за препознавање и дефинисање свих утицајних фактора неопходно њено спровођење.

Саобраћајна незгода је последица различитих утицаја, конфликтних захтева, отказа или грешке у реализацији захтева, односно отказа појединих система или комбинације више наведених разлога истовремено. Експресне (опасне) ситуације најчешће настају у изузетно кратком временском интервалу, што и трајање конкретне промене или другог утицаја такође чини кратким, па није увек могуће материјално утврдити и касније чињенично анализирати сваки утицај. Ово указује да је утицајне факторе једино могуће утврдити сагледавањем свих потенцијалних утицаја међусобно, а за шта су најбољи алат дубинске анализе, јер омогућавају анализе фактора са свих аспеката. У прилог потреби за оваквом анализом иде и чињеница да поједини утицајни фактори, често веома доминантни по учесталости (алкохол, брзина, непажња и сл.) немају увек за последицу настанак незгоде због нижег степена значаја. Ово указује да није довољно препознати само поједине утицајне факторе, а што већина метода ради, већ и дефинисати када они за последицу имају незгоду. Разумевање када ће препознати утицајни фактор имати за последицу незгоду могуће је утврдити на основу осталих околности, а што омогућавају дубинске анализе саобраћајне незгоде.

За брзо и квалитетно препознавање утицајних фактора настанка незгоде неопходно је развијати моделе који ће на основу дефинисаног сета обележја саобраћајне незгоде, на основу стечених знања из дубинских анализа, имати могућност дефинисања конкретних утицајних фактора. Развој ове методе омогућава и предвиђање могућности настанка одређеног типа саобраћајне незгоде, у зависности од постојања одређених утицајних фактора. Препознавање сета утицајних фактора је један од најважнијих и најсложенијих задатака, јер он омогућава сагледавање тренутног стања саобраћајног система и указује на могуће појаве незгоде. До саобраћајних незгода, такође, може доћи и као последица појаве само једног утицајног фактора или више међусобно независних фактора, што представља још једну од специфичности, коју мора да омогући развијени модел за препознавање утицајних фактора. Све ово због сложености саобраћајног система и немогућности праћења свих фактора, изискује потребу за дефинисањем минималног сета фактора (обележја незгоде). На основу дефинисаног сета обележја незгоде неопходно је да развијени модел поуздано препознаје утицајне факторе настанка незгоде.

За дефинисање сета утицајних фактора из великог броја потенцијалних фактора неопходно је извршити вредновање утицаја сваког појединог фактора, као и њихове међузависности. Сходно утицају (значају-тежини утицаја) фактора врши се рангирање и препознавање најважнијих фактора или пак комбинације (групе) фактора. Ово омогућава и препознавање група фактора који у одређеном садејству имају за последицу настанак одређеног типа незгоде.

За спровођење оваквог вредновања утицаја најприхватљивије је спровођење факторских анализа и вишекритеријумског вредновања утицаја препознатих фактора. Резултати дубинских анализа саобраћајних незгода представљају типове података над којима се могу спровести вишекритеријумска вредновања, због свог начина препознавања утицајних фактора. У овом контексту, један од циљева факторске анализе би био и дефинисање групе утицајних фактора, који узрокују незгоде и последице, а други би било дефини-



сађе група утицајних фактора који доводе до незгода и последица. Факторска анализа има и низ ограничења (Hair et al., 2010), о којима се мора водити рачуна када се примењује у овако сложеним задацима, посебно анализи саобраћајних незгода.

Имајући у виду могућности факторске анализе, могуће је дефинисати најважније утицајне факторе настанка незгода или појединих типова незгода уз помоћ препознатих утицајних фактора дубинским анализама. Ово омогућава у наставку препознавање нових утицајних фактора и даље развијање и усавршавање модела за њихово праћење. Значај развоја оваквог модела на основу препознатих фактора би омогућио перманентно праћење стања саобраћајног система и планирање мера и акција са циљем подизања нивоа безбедности саобраћаја, односно спречавања настанка будућих саобраћајних незгода.

Анализом спроведеном на овакав начин би било могуће превентивно дефинисање амбијента настанка саобраћајних незгода, односно комбинације утицајних фактора који за последицу могу имати незгоду и његово препознавање у конкретним саобраћајним условима. Свакако за ово је неопходно квалитетно разумети који фактори доводе до незгода и дефинисати адекватан сет фактора који се прати, како би омогућили препознавање услова који могу довести до незгоде. Праћењем одабраних фактора омогућило би се њихово превентивно елиминисање или елиминисање других околности које у садејству са тим фактором имају за последицу незгоду.

#### 4.4. ИЗБОР УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

За избор најважнијих утицајних фактора настанка саобраћајних незгода и последица, применом дубинских анализа саобраћајних незгода, неопходне је најпре сагледати све потенцијалне препознате утицајне факторе саобраћајних незгода. По сагледавању свих потенцијалних утицаја, неопходно их је на адекватан начин вредновати, односно сагледати врсте утицаја и околности под којима настају незгоде. Вредновање међуутицаја препознатих фактора и препознавање шаблона утицаја на настанак саобраћајне незгоде у многоме омогућава и препознавање фактора настанка незгоде и последица, као и препознавање врсте утицаја сваког од фактора. Да би се вредновали утицаји потенцијалних фактора на саобраћајне незгоде, неопходне је најпре дефинисати могуће врсте утицаја. За вредновање и дефинисање утицаја препознатих фактора могу се користити знања из експертиза саобраћајних незгода, чијом методологијом су дефинисане могуће врсте утицаја на саобраћајну незгоду (Antić et al., 2014c, Pešić et al., 2015, Lipovac et al., 2009, Vujić and Lipovac, 2011). Ово у значајној мери може помоћи унапређењу методологије вредновања утицаја препознатих фактора добијених дубинским анализама саобраћајне незгоде, а који су до сада вредновани само на основу процене експерата (експертске оцене).

Препознавање најважнијих утицајних фактора такође омогућава и дефинисање шаблона настанка појединих типова незгода, као и дефинисање специфичних утицајних фактора за поједине типове незгода.

Експертизе саобраћајних незгода омогућавају препознавање узрока и доприноса настанку саобраћајне незгоде, утицаја на могућност избегавања и тежину последица, а што омогућава да се дефинишу врсте утицаја препознатих утицаја, сходно врстама пропуста учесника незгоде. Ово представља изузетан потенцијал за разумевање врсте утицаја сваког препознатог фактора раздвајање фактора који су у вези са настанком незгоде, од фактора који утичу само на последице и оних који у конкретним околностима нису имали утицаја а постојали су у време незгоде. Експертизе имају дугу традицију и незаменљива искуства за дефинисање врсте утицаја, јер су верификоване применом у правосудном систему. Ово омогућава да се анализом постојећих дугогодишњих резултата званичних експертиза саобраћајних незгода, препознају и вреднују утицајни фактори настанка саобраћајних незгода и последица. Овако препознати утицаји су изузетно поуздани јер се спроводе у циљу утврђивања правне одговорности, где се до детаља анализирају и преиспитују правни оквири пропуста, што смањује грешку и елиминише погрешно препознате утицаје.



График бр.4.1 – Општи модел процеса дефинисања утицајних фактора применом дубинских анализа саобраћајних незгода

За утврђивање утицајних фактора настанка саобраћајних незгода на територији Републике Србије и потребе развоја одговарајућег модела, коришћена је база експертиза саобраћајних незгода, која је формирана на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду. База обухвата период од преко двадесет година и формирана је на основу доступних података из Судских списка, који су били на располагању у време вршења саобраћајно-техничког вештачења. Ови подаци су у том тренутку представљали сва расположива сазнања о конкретној незгоди, и то како материјалне чињенице, тако и субјективне доживљаје учесника незгоде (изјаве, описе и друга документа). Посебно вредан квалитет овако прикупљених података је што се ту налазе осим података прикупљених од стране полиције и други подаци у вези лица учесника незгоде (претходни прекршаји, казне и сл.), возила (техничко стање, откази и сл.), повреда (здравствена документација, експертизе и сл.), психофизичког стања (процене, вештачења и сл.) и други подаци у зависности од специфичности незгоде.

Ради бољег сагледавања стварног утицаја сваког од препознатих фактора на основу експертиза саобраћајних незгода, извршено је више различитих анализа утицаја код различитих типова саобраћајних незгода. Сходно добијеним резултатима типови незгода су груписани у поједине групе, а за које су у наставку додатно анализирани и дефинисани утицајни фактори. За ове групе незгода узрочни фактори су тестирани и коначно дефинисани уз помоћ података из базе дубинских анализа саобраћајних незгода на територији града Београда и Републике Србије. На овај начин дефинисан је скуп фактора (Marković et al., 2018) који даје најпоузданије резултате са аспекта утврђивања узрока и последица саобраћајних незгода, а који у највећој мери препознају најважније утицајне факторе настанка незгода.

#### 4.4.1. УТИЦАЈНИ ФАКТОРИ СУДАРА "ВОЗИЛО-ВОЗИЛО"

Саобраћајне незгоде типа возило-возило представљају најзаступљенији тип незгода на подручју Републике Србије (40% СН у 2018. години), па је сходно томе и значај утврђивања утицајних фактора овог типа незгода најзначајнији, јер обухвата и највећи број потенцијалних утицајних фактора. Саобраћајне незгоде типа возило-возило, су специфичне осим по заступљености и због интеракције више учесника у саобраћају, који су морали стећи одређена знања за безбедно учествовање у саобраћају, а што није случај код незгода са пешацима и бициклистима. Постојање више учесника у саобраћају има за последицу стварање сложенијих саобраћајних ситуација, које захтевају јасну и једнозначну комуникацију међу њима, како не би дошло до грешке и незгоде, а што није увек једноставно. Дакле, може се рећи да са повећањем броја учесника повећава и вероватноћа настанка грешке, посебно што то зависи од сваког учесника.

У оваквим сложеним саобраћајним ситуацијама постоји значајно већи број потенцијалних међуутицаја, па је неопходно детаљније испитати све могуће утицаје, почев од грешке у вршењу одређене радње, преко погрешне процене саобраћајне ситуације, грешке у међусобној комуникацији, до намере и свесне грешке. Уз све поменуто саобраћајни услови (пут, временски услови и сл.) такође додатно могу чинити сложенијим услове за безбедно функционисање саобраћаја и допринети настанку незгоде.

За препознавање најважнијих утицајних фактора саобраћајних незгода типа возило-возило, коришћени су резултати 488 експертиза саобраћајних незгода извршених на Саобраћајном факултету у Београду, у периоду од 2001. до 2014. године. Због великог броја могућих појединачних и међусобних утицаја за препознавање и дефинисање утицајних фактора код овог типа незгода развијен је и примењен модел вештачке неуронске мреже (artificial neural networks - ANN). Разлог избора вештачке неуронске мреже (ANN) у ову сврху је заснованост функционисања на поједностављеном моделу рада мозга, што омогућава дефинисање утицајних фактора на основу претходно стеченог искуства и знања. Главна снага неуронске мреже је резултат повезаности и колективног понашања међу чворовима (Teodorović and Šelmić, 2012), што омогућава препознавање и вредновање утицаја сваког фактора. Mussoni et al. (1996) су на основу података о незгодама из Италије развили неуронску мрежу за процену вероватноће настанка незгода, при чему су коришћена обележја: место незгоде, карактеристике пута, временске прилике, грешке учесника и стање коловоза.

У развијеном моделу су за обучавање неуронске мреже коришћени подаци о 340 незгода, док је валидација и тестирање извршено са преосталих 148 саобраћајних незгода. Како је циљ био развој модела који би могао вршити препознавање утицајних фактора настанка саобраћајне незгоде, на основу познатих улазних података и претходно препознатих утицајних фактора на незгодама за обучавање. На основу анализираних резултата експертиза саобраћајних незгода и класификованих узрока и околности њиховог настанка, развијен је и обучен модел који би у будућности вршио препознавање узрока и околности саобраћајних незгода типа возило-возило, а на основу одређеног сета података о незгоди.

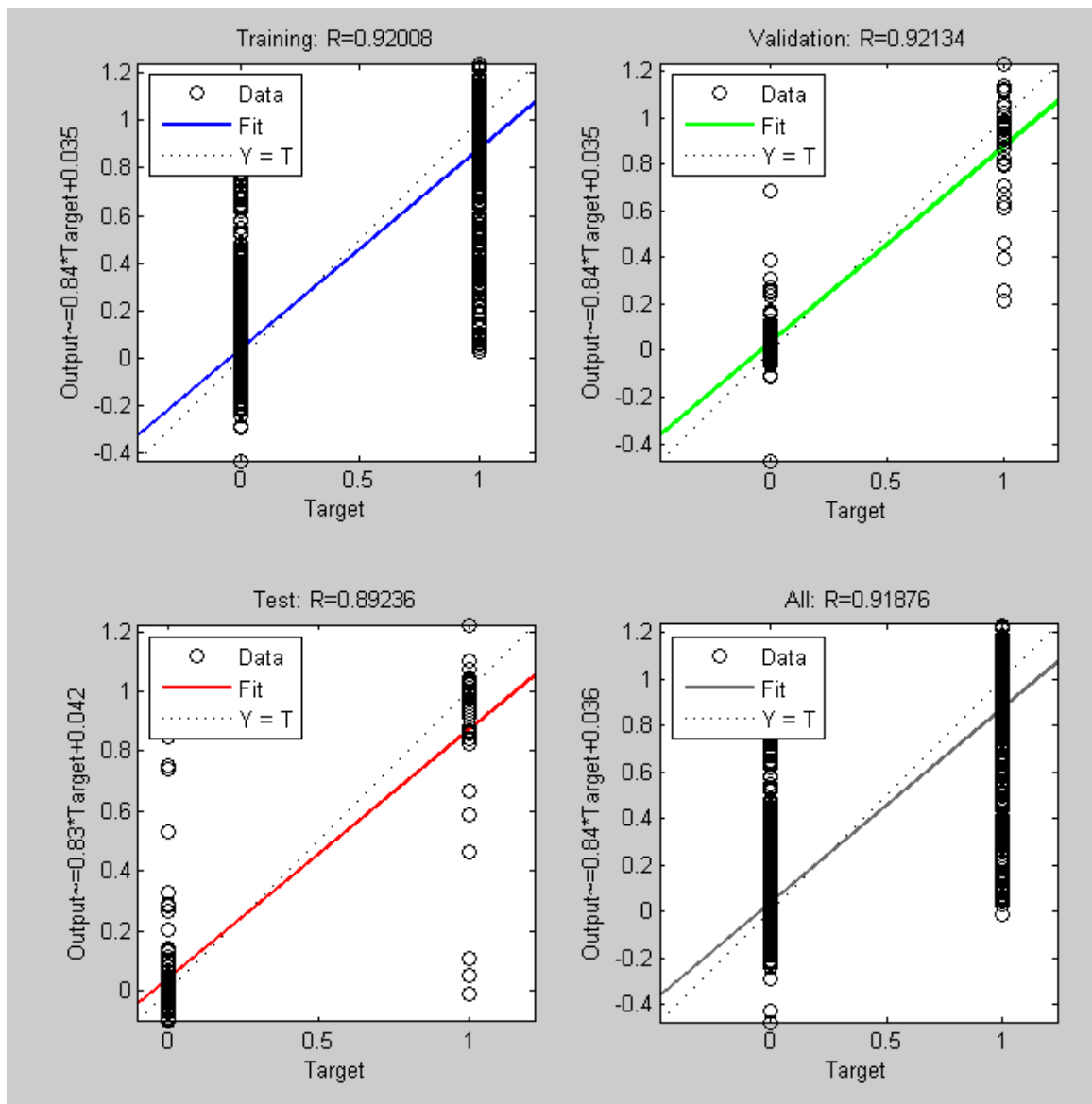
На основу расположивих података из експертиза саобраћајних незгода, издвојило се 10 обележја саобраћајних незгода, која су показала високу корелативност са препознавањем узрока и околности настанка незгода овог типа. Значајно ограничење је било да уколико је препозната једна врста утицаја појединог фактора, тада није било могуће да се препознају и евентуалне остале врсте утицаја, а што се у пракси може догађати. Примера ради, ако возач у саобраћајној незгоди доприноси настанку незгоде не може бити у исто време и узрочник нити утицати на тежину последица. Врсте утицаја који су могли бити препознати су, узрок незгоде, допринос настанку незгоде, могућност избегавања незгоде, допринос последицама незгоде и није имао утицаја.

Неуронска мрежа је тренирана уз помоћ тренинг алгорита "back-propagation" (Rumelhart et al., 1986), као једног од најчешће коришћених тренинг алгорита. Принцип овако развијаног алгорита је минимизирање укупне излазне грешке.

$$MSE = \frac{1}{N * K} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K (t_{ij} - a_{ij})^2$$

где је MSE грешка средњих квадрата,  $t$  је циљна излазна вредност,  $a$  је излазна вредност модела,  $K$  је број излазних неурона и  $N$  број тестних података.

Током фазе обуке, ANN је показала завидан степен поклапања препознатих врста утицајних фактора, у 92% случајева. Након извршеног тестирања, у узорку за тестирање утврђено је препознавање врсте утицаја фактора у 92% на свим расположивим незгодама. Регресија у случају тренинга, тестирања, валидације и свих података приказана је на Слици бр. 4.1, где  $k$ -оса показује циљне вредности, док  $i$ -оса приказује излазне вредности.



Слика бр. 4.1 – Регресије развијеног модела у односу на стварне вредности

Развијени модел је показао да је могуће са високом поузданошћу на основу изабраних фактора, то: дан у недељи, доба дана, околина пута, пружање пута, пол, старост возача, брзина возила у тренутку судара, видљивост, стање површине коловоза и категорија пута, дефинисати узрок настанка саобраћајне незгоде и последица. Посебно је важно што је остварено и препознавање врсте утицаја, што додатно указује на значај препознатог фактора на настанак незгоде, односно његов тежински фактор. На овај начин омогућава се брза, ефикасна и релативно поуздана процена најважнијих утицајних фактора конкретне незгоде, а што омогућава спровођење даљих анализа над препознатим факторима. Развијена вештачка неуронска мрежа показује веома добру класификациону способност за сударе типа возило-возило, па имајући то у виду препорука је да будућа истраживања треба усмерити на даљи развој и усавршавање вештачке неуронске мреже и за друге типове незгода.

#### 4.4.2. УТИЦАЈНИ ФАКТОРИ СУДАРА ТИПА "ВОЗИЛО-ДВОТОЧКАШ"

Као посебна подгрупа незгода типа возило-возило, могу се издвојити незгоде типа возило-двоточкаш, због специфичности двоточкаша као учесника у саобраћају, па самим тим и саобраћајних незгода у којима учествују (Antić et al, 2014b). За разлику од осталих возача, возачи двоточкаша склонији су чињењу прекршаја, а и возила којима управљају су специфичних карактеристика (динамичности, стабилности и сл.), па их је неопходно посматрати као посебну групу. За спровођење анализе у вези двоточкаша, неопходно их је најпре поделити на најмање две категорије и то бицикле и мотоцикле. Ове две категорије двоточкаша су дијаметрално различите у сваком погледу, почев од возача (потребе, навике, знања и сл.) до карактеристика возила (без мотора, мотор и сл.). Имајући у виду ову важну специфичност категорије двоточкаша, за дефинисање утицајних фактора незгоде типа возило-двоточкаш, анализирани су као две посебне подкатеорије овог типа незгода, при чему је где је било могуће, вршено и међусобно поређење добијених резултата.

Marković et al. (2016.) су у свом раду анализирали утицаје фактора средине и индивидуалних фактора на настанак и последице саобраћајних незгода са двоточкашима. За утврђивање утицаја наведених фактора коришћени су резултати експертиза саобраћајних незгода са учешћем двоточкаша, које су спроведене на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду, у периоду од 2001. до 2010. године. У посматраном периоду укупно је анализирано 139 незгода са учешћем двоточкаша, од чега је било 59 незгода са бициклима и 80 незгода са мотоциклима. Повреде су класификоване према тежини (лаке, тешке и смртне) и локацији (повреде главе, груди, кичме, кичме, удова и унутрашњих органа), а у складу са класификацијом повреда у Републици Србији.

У поменутом истраживању, за утврђивање утицаја појединих фактора на настанак незгода и последица, коришћен је модел логистичке регресије, као би-варијантна корелативна анализа, као и Пирсонова корелација. Фактори који могу довести до незгода, анализирани су у складу са методом Wang and Dalal (2012), уз помоћ логистичке регресије. У анализи је утврђиван утицај фактора средине: место незгоде, површина коловоза, доба дана, пружање пута и стања површине коловоза, као и индивидуалних фактора: пол и старост, на појаву незгода и смртних повреда, за наведене категорије двоточкаша.

Спроведеном анализом утврђена је статистички значајна разлика врсте и тежине повреда између група мотоциклиста и бициклиста, а што је и било за очекивати имајући у виду различитости ових категорија. Анализа утицаја индивидуалног фактора пол, показала је да нема статистички значајне разлике између полова и тежине последица, за обе категорије двоточкаша.

С друге стране у литератури је показано да млади возачи мушког пола имају већи ризик учешћа у саобраћајним незгодама у односу на остале учеснике (Mannering and Grodski, 1995, Lin et al., 2003, Rutter and Quine, 1996, Sexton et al., 2004, Nakue et al., 2009). Sexton et al. (2004) је показао да пол мотоциклиста значајно утиче на појаву незгода, а Chang and Yeh (2007) су издвојили млађе возаче женског пола као учеснике у саобраћају са повећаним ризиком учешћа у саобраћајним незгодама са мотоциклима. Имајући у виду опречене доказе у вези статистичког значаја утицаја фактора пол на настанак и последице незгода, свакако се овај фактор издваја као значајан за даље праћење и анализу.

Marković et al. (2016) су показали да старост учесника незгоде нема статистички значајан утицај у погледу повреда у незгодама са мотоциклима, док је овај значај изузетно велики код незгода са бициклима. Такође, Chandran et al., 2012 су показали да узраст учесника има значајан утицај на тежину последице код незгода са бициклима, и то тако да смртне повреде задобијају старије категорије учесника, тешке телесне повреде учесници средњих година и лаке телесне повреде корисници млађег узраста. За разлику од тога, Theofilatos et al. (2013), као и Rong-Chang et al. (2012) су доказали значајан утицај старости на последице само код појединих категорија учесника старијих од 60 година. Имајући то у виду фактор старост учесника незгоде се такође може сматрати изузетно значајним за даље анализе.

Утицај фактора брзине није јасно препознат од стране Marković et al. (2016), јер је показано да смртне и тешке телесне повреде могу настати при истим брзинама, док за настанак лакших телесних повреда постоји статистички значајна разлика, код свих двоточкаша. Такође, показано је да не постоји статистичка значајност врсте повреда у зависности од брзине, тако да одређена сударна брзина може за последицу имати било коју врсту од наведених повреда (главе, груди, унутрашњих органа, удова или кичме). Резултати добијени применом Пирсонове корелације су показали зависност настанка смртних повреда од промене брзине у тренутку судара, као и од старости и брзине у тренутку судара. Утврђено је да се повреде кичме најчешће јављају при већим брзинама судара у односу на друге врсте повреда код двоточкаша.

Такође, утврђено је да нема статистички значајне повезаности фактора места незгоде на настанак повреда код корисника мотоцикала, док је она доказана код корисника бицикала (Marković et al. 2016), а што су доказали и Theofilatos et al. (2013). Показало се да је вероватноћа настанка смртних повреда код корисника бицикала 11,5 пута већа у урбаним подручјима него у руралним. У европским земљама, већина незгода са учешћем мотоцикала се догађа у урбаним подручјима (АСЕМ, 2003), док у Аустралији око 70% повреда мотоциклиста настаје на путевима у руралним подручјима (Pearson and Whittington, 2001). У Сједињеним Државама, као и у европским земљама, незгоде са мотоциклима у урбаним подручјима чине 80% свих пријављених незгода са учешћем мотоцикала (Hurt et al., 1981).

Фактор пружање пута није показао статистички значајан утицај на настанак саобраћајних незгода са учешћем двоточкаша, у којима настају повреде са смртним исходом (Marković et al. 2016). Међутим, различите студије показују значајан утицај пружања пута (кривина) на појаву саобраћајних незгода са учешћем мотоцикала, Preusser et al., (1995), Sexton et al., (2004), Clarke et al., (2007). Schneider et al. (2010) је доказао да пружање пута, заједно са другим карактеристикама пута и саобраћаја, значајно утиче на појаву незгода са учешћем мотоцикала.

Према Savolainen and Mannering (2007), de Lapparent, (2006), Pai and Saleh (2007, 2008а, б), незгода са смртним последицама мотоциклиста настају у условима ноћне видљивости, а што је приказано у истраживању NPRА, (2004). За разлику од тога, истраживање Marković et al. (2016) није показало статистички значајан утицај доба дана на појаву смртних повреда код корисника бицикала и мотоцикала.

Утицај фактора стања површине коловоза на месту незгоде је различито доказан у литератури. С једне стране, истраживања (Marković et al. 2016) и Европске и Аустралијске дубинске анализе (АСЕМ, 2003; Johnston et al., 2008) показују да нема статистички значајног утицаја стања коловоза на појаву саобраћајних незгода са двоточкашима. Такође и дубинске анализе 1.082 незгода са мотоциклима на Тајланду (Ouellet et al. 2002) су показале да временски фактори ретко имају утицаја на незгоде. С друге стране, Накве et al. (2009) су утврдили да мокар коловоз утиче на настанак незгода са мотоциклима, а неке анкете супротно томе, да се на сувим коловозима догоди више незгода са двоточкашима (АСЕМ, 2003). Haworth et al., (1996) су на основу дубинских анализа незгоде са учешћем мотоцикала у држави Викторија утврдили да површина коловоза доприноси настанку саобраћајних незгода двоточкаша са 15%. Истраживање у Калифорнији (Hurt et al., 1981), је показало да су временски услови мање утицајан фактор у поређењу са осталим факторима (употреба кацига, тип судара, старост, полом итд). Pai and Saleh (2007) су доказали да вожња по лепом времену има за последице теже повреде у односу на друге услове саобраћаја и стање коловоза. Имајући у виду да су у највећој мери утицаји појединих фактора опречно доказани, то се јавља потреба за даљом анализом утицаја свих препознатих фактора, а како би се у наставку њихов утицај јасно доказао.



#### 4.4.3. УТИЦАЈНИ ФАКТОРИ СУДАРА НА ПРИМЕРУ СЕМАФОРИЗОВАНИХ РАСКРСНИЦА

Међу саобраћајним незгодама типа возило-возило, као посебно специфичан подтип издваја се судар возила на раскрсници регулисаној светлосном саобраћајном сигнализацијом. На овом типу раскрсница, првенство пролаза је регулисано светлосним сигнаlima, што додатно утиче на понашање возача, па их је значајно посебно анализирати (Pešić and Antić, 2012). Циљ овакве анализе би био препознавање карактеристичних фактора који имају утицаја на повећану опасност проласка на црвени сигнални појам. Vuјanić et al. (2018) су спровели истраживање пролазака на црвено светло на две (трокрака и четворокрака) узастопне семафоризоване раскрснице у Београду, дуж улице Војводе Степе, где је ограничење брзине до 40 km/h. На раскрсницама је веома ретко присуство полиције, и не постоје камере за контролу проласка на црвено светло, па је кажњавање изузетно ретко. Сигнални планови на обе раскрснице су идентични током дана и чине их циклуси у трајању од 90 секунди.

Аутори су показали да за поједине кракове раскрсница постоји разлика у броју пролазака на црвено светло између главног и споредног крака раскрснице. Ово у потпуности важи на посматраној трокракој раскрсници, док на четворокракој не важи за све кракове. Vuјanić et al. (2018) су доказали постојање статистички значајне разлике у броју пролазака на црвено светло између појединих кракова раскрснице, као и статистички значајну разлику броја пролазака на црвено по данима у току недеље за четворокраку раскрсницу, док за трокраку та разлика није постојала. Према АНОВА тесту нема статистичког значајне зависности између броја пролазака на црвено светло у односу на период у току дана, за обе раскрснице. С друге стране, дескриптивна статистика је показала да се већи број пролазака на црвено догађа поподне (преко трећине свих пролазака), а најмање увече или ноћу (око једне трећине поподневних). Оно што је посебно значајно што су аутори нашли да је број пролазака на црвено по крацима раскрснице и на целој раскрсници у односу на период у току дана битно разликују од главног правца. Већина пролазака на црвено светло у поподневном периоду догађа се на главним правцима, а минимални број пролазака на бочним крацима. С друге стране, током вечери или ноћу на споредним правцима је већи број пролазака на црвено светло у односу на главни правац.

Vuјanić et al. (2018) су показали постојање статистички значајне разлике када се посматрају категорије возила која су прошла на црвено светло, а што су такође утврдили и Huang and Chin (2009). С обзиром на структуру возила у саобраћајном току и број пролазака на црвено светло по категоријама возила, закључили су да је најопаснија категорија возила путнички аутомобил, насупрот налазу Yan et al. (2005) где је утврђено да су то теретна возила.

Аутори Vuјanić et al. (2018) су додатно показали да се већина пролазака на црвено јавља у прве 3 секунде након почетка црвеног светла, на обе раскрснице, док су Limanond et al. (2010) утврдили да је средње време чињења проласка на црвено светло 4,13 секунда после почетка црвене фазе.

Имајући све наведено у виду Vuјanić et al. (2018) сматрају да је трећи секунд након почетка црвене фазе изузетно критичан за настанак незгода, па је неопходно даље анализирати узорке оваквог понашања, сагледавајући утицаје фактора човек на предузимање проласка на црвени сигнала семафора.

#### 4.4.4. ОСТАЛИ УТИЦАЈНИ ФАКТОРИ ЗНАЧАЈНИ ЗА НАСТАНАК САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА И ПОНАШАЊЕ УЧЕСНИКА У САОБРАЋАЈУ

Осим утицајних фактора карактеристичних за поједине типове или категорије незгоде, постоје и други фактори који су универзални и могу утицати на све незгоде подједнако. Њихови утицаји нису појединачно сагледавани по типовима незгода, већ на основу добијених резултата спроведених анализа. Применом методе независних оцена утицаја пута Marković et al., (2019) су препознали и дефинисали шест категорија утицаја пута на настанак незгоде. Препознате категорије утицаја су: вођење токова рањивих учесника у саобраћају, геометрија саобраћајница, стање коловоза, геометрија трасе – вођење трасе, одводњавање коловоза, а што се показало као најчешћи утицајни фактори настанка анализираних незгода. Због малог узорка нису вршене провере статистичке значајности утицаја, већ је дескриптивном статистиком дефинисан утицај и предложени су наведени фактори за разматрање у будућим анализама. Аутори Marković et al. (2016) су дефинисали стање коловоза, пружање пута, утицај путне околине и стање саобраћајне сигнализације и опреме као утицајне факторе настанка саобраћајних незгода, на основу спроведених дубинских анализа саобраћајних незгода. На основу експертиза саобраћајних незгода (Marković and Pešić, 2011) су дефинисали као значајан утицајни фактор настанка саобраћајних незгода ограничену прегледност пута.

Осим утицаја фактора пут на настанак саобраћајних незгода, Marković et al., (2009, 2011, 2014), Antić et al., (2014a), Pešić et al., (2011) анализирали и утицаје фактора возило на настанак незгода и препознали техничку исправност, старост и тип отказа, као главне утицајне факторе настанка незгода.

Pešić et al., (2019) су анализирали утицаје фактора алкохол и временског ограничења продаје алкохола на понашање учесника у саобраћају и указали на значај праћења утицаја алкохола на настанак незгода. С друге стране Smailović et al., (2018) су анализирали поједине од утицаја окружења и указали на значај утицаја температуре, притиска, влажности и ветра на понашање учесника у саобраћају и утицај на настанак појединих типова незгода.

Систематизацијом препознатих утицајних фактора настанка саобраћајних незгода, применом дубинских анализа на територији Града Београда дефинисани су најзначајнији утицајни фактори (Marković and Lipovac, 2017).

На посматраном узорку незгода најзначајнији утицајни фактори су били у вези са понашањем и сагледавањем саобраћајне ситуације од стране учесника незгоде, затим прекорачење ограничене брзине и свесно небезбедно понашање учесника у саобраћају. Аутори су указали и на постојање различитих утицајних фактора за различите типове саобраћајних незгода, па је неопходно у даљим анализама узети у обзир све утицајне препознате факторе.

#### 4.4.5. ДЕФИНИСАЊЕ УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА НАСТАНКА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА ПРИМЕНОМ БАЈЕСОВИХ МРЕЖА

Утицајни фактори настанка саобраћајних незгода и повреда, као што је већ и приказано, могу се анализирати појединачно по факторима, за одређени број фактора (сет фактора) или за све потенцијалне факторе. Са повећањем броја фактора чији се утицај анализира, као и анализе међуутицаја фактора, анализе захтевају примену сложенијих од претходно описаних модела, који имају могућност тзв. вишекритеријумске анализе. Као што је већ приказано, анализа резултата експертиза саобраћајних незгода, анализе конфликта и сличне анализе омогућавају само сагледавање утицаја одређеног броја фактора и њихови резултати се могу анализирати различитим статистикама. Када је реч о већем броју фактора, или стохастичној појави фактора који утичу на незгоду, где је посебно значајан међусобни утицај фактора на незгоде, неопходно је развити модел који анализира и закључује на основу појединачне, али и међусобне условљености утицаја фактора. У пракси су се за ову врсту задатака најбоље показали математички модели вишекритеријумског вредновања, засновани на неуронским мрежама, који развијају сложену мрежу закључивања на основу расположивих утицајних фактора, слично принципу рада људског мозга, а што је приказано и на дефинисању фактора настанка незгода возило-возило.

За моделирање понашања возача, процену параметара и детекцију возила (Dougherty, 1995) у саобраћају коришћени су модели вештачке неуронске мреже, као и за детекцију конфликта (Yuan and Cheu, 2003), понашање у саобраћају (Hensher and Ton, 2000), учесталост саобраћајних незгода (Chang, 2005) и настанка повреда у саобраћајним незгодама (Zeng and Huang, 2014).

Могућност и поузданост примене Бајесових неуронских мрежа за моделирање настанка саобраћајних незгода и последица показали су Abdel-Ati and Pande (2005) који су помоћу пробабилистичког модела неуронске мреже успели да предвиде настанак незгода на коридору "Intersatate-4" у Орланду. Аутори су показали да се најмање 70% незгода може адекватно предвидети применом неуронске мреже, што представља одличне резултате имајући у виду величину последица сваке појединачне незгоде.

Simončić (2004) је утврдио могућност дефинисања последица незгода применом Бајесових пробабилистичких мрежа, које узимају у обзир карактеристике учесника, услове околине и карактеристике пута. За моделирање последица саобраћајних незгода у Шпанији, De Ona et al. (2011) су користили утицајне факторе применом Бајесове пробабилистичке мреже. С друге стране Mussone et al. (1999) су анализирали степен опасности на урбаним раскрсницама помоћу вештачких неуронских мрежа. Добијени резултати не варирају значајно између различитих метрика које се користе и налазе се у оквиру наведених студија (Abdelwahab and Abdel-Ati, 2001, Simončić, 2004), па се може закључити да Бајесове пробабилистичке (вероватносне) мреже могу бити корисно средство за предикцију саобраћајних незгода и последица.

Различити стручњаци, као што је већ и приказано, су користили различите факторе и различит број фактора како би доказали њихову повезаност са настанком саобраћајне незгоде и последица. За моделирање последица саобраћајних незгода у Шпанији, De Ona et al. (2011) су користили 18 фактора (варијабли) везаних за факторе возача, возила и пута са околином применом Бајесове пробабилистичке мреже. У пројекту SafetyNet се најпре кренуло од покушаја праћења 1138 варијабли у вези саобраћајних незгода, да би се у наставку то свело на нешто више од 193 потенцијалне варијабле (Brace, 2005) и коначно дошло до број од 117 варијабли које су праћене у свих 6 држава (Reed and Morris, 2008a). Неопходно је нагласити да у појединим државама које су учествовале у пројекту SafetyNet није било могуће прикупити све наведене варијабле, па је за те државе коришћен минимално доступни сет варијабли.

У Републици Србији истраживачи Саобраћајног факултета у Београду, су преузели методологију SafetyNet-а и формирали базу са наведених 117 обележја (фактора) проширену са још 8 обележја тако да база укупно садржи 125 обележја саобраћајне незгоде. База је формирана на основу података добијених из дубинских анализа саобраћајних незгода на територији Града Београда. У процесу спровођења дубинских анализа значајан проценат обележја је остао недоступан истраживачима, због ограничене доступности података, па су недостајући подаци у бази наведени као непознати. За дефинисање утицаја расположивих обележја (фактора) настанка саобраћајних незгода и последица у наставку су развијане и тестиране Бајесове мреже, које би омогућиле препознавање фактора који су довели до настанка незгоде и последица. Овај процес је спровођен кроз више итерација, тако што је смањиван број обележја која су узета у разматрање, а како би се постигла највећа поузданост модела са минималним сетом обележја.

Прва развијена Бајесова мрежа обухватала је сва расположива обележја саобраћајних незгода, која су похрањена у наведеној бази дубинских анализа. Унутар базе је формирано четири базе (подбазе), међусобно повезане функцијама које омогућавају повезаност података за сваку појединачну незгоду. Прва од тих база садржи податке о саобраћајној незгоди и у изворном облику је садржала 13 обележја, друга база је база података о путу са 43 обележја, трећу базу чине подаци о возилима (саобраћајним јединицама) са 40 обележја и четврту базу чине подаци о учесницима (лицима) у незгоди са 29 обележја. Препознавање утицајних фактора Бајесовом мрежом за сва расположива обележја је било изузетно лоше и готово неупотребљиво.

Услед великог процента обележја која су била непозната, онемогућено је добијање релевантних резултата, јер су ови подаци доминирали. У наставку су сва обележја која су била у већој мери непозната у бази дубинских анализа избачена из модела. На овај начин побољшано је утврђивање утицаја појединих фактора на незгоде, али не у значајној мери.

У наставку је вршена елиминација преосталих фактора који су коришћени за тестирање Бајесове мреже, на основу претходно стечених знања из експертиза саобраћајних незгода. Наиме, елиминисани су сви утицајни фактори који нису претходно препознати експертизама саобраћајних незгода или другим анализама, а што је описано у претходним поглављима. Потом су вршена тестирања са искључивањем појединих утицајних фактора, како би се дефинисао сет фактора који даје најпоузданије препознавање. Резултати сваке од итерација су међусобно поређени, како би се добило што веће слагање препознатих утицајних фактора са стварним. Овај сложени процес је на крају резултирало дефинисањем 30 фактора (обележја саобраћајних незгода) на основу којих се добијају задовољавајући проценти препознавања утицајних фактора. Мрежа података који се користе у закључивању при одређивању утицајних фактора саобраћајне незгоде представљена је на Слици 4.2. Развијена Бајесова мрежа је имплементирана као апликација у програмском језику С#, и она је на основу расположивих обележја незгоде као резултат препознавала утицајне факторе настанка саобраћане незгоде, као и степен утицаја сваког од препознатих фактора.

Како Бајесова мрежа представља усмерени ациклични граф, који дефинише односе међу променљивим и даје расподеле вероватноће сваке променљиве, она омогућава анализу утицаја сваког независног обележја саобраћајне незгоде и његов значај. Имајући у виду да обележја саобраћајне незгоде представљају случајне променљиве дискретног типа, неопходно је одредити уређење тих променљивих, па помоћу правила ланца израчунати заједничку расподелу користећи условне вероватноће:

$$P(X_1 = x_1 \wedge \dots \wedge X_n = x_n) = \prod_{i=1}^n P(X_i = x_i | X_1 = x_1 \wedge \dots \wedge X_{i-1} = x_{i-1})$$

Трансформацијом у смислу вишедимензионалне случајне променљиве и дистрибуције вероватноће (Murphy, 2002.), добија се:

$$P(X_1, \dots, X_n) = P(X_1)P(X_2|X_1) \dots P(X_n|X_1 \dots X_{n-1}) = \prod_{i=1}^n P(X_i|X_1 \dots X_{i-1})$$

А минимални скуп обележја случајне променљиве  $X_i$ , се може тумачити као "родитељ" чвора  $X_i$ , где су други претходници чвора  $X_i$  условно независни од "родитеља",  $rod(X_i) \subseteq \{X_1, X_2, \dots, X_{i-1}\}$  одакле следи

$$P(X_i|X_1 \dots X_{i-1}) = P(X_i|rod(X_i))$$

Пошто су неки од претходника детерминистичке функције других обележја, тада може бити више од једног минималног скупа који представљају "родитеља", па се применом правила ланца добија:

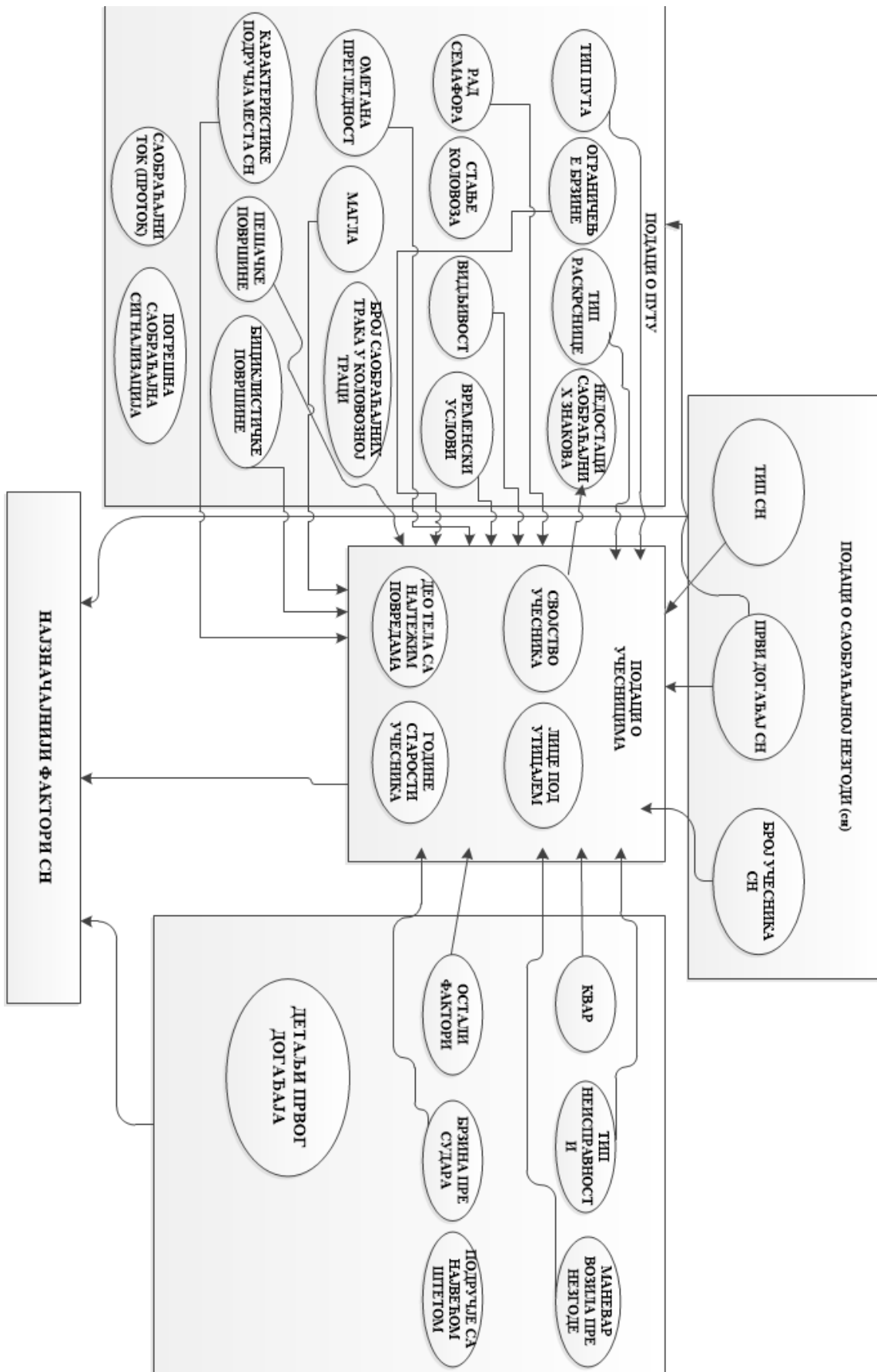
$$P(X_1, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n P(X_i | \text{rod}(X_i))$$

Како је сваки чвор случајна променљива условљена својим "родитељима", а веза између два чвора представља зависност тих чворова, вероватноћа над свим случајним променљивама, представља заједничку расподелу вероватноћа. На овај начин Бајесова мрежа представља скуп условних расподела вероватноћа, односно условну вероватноћу сваке случајне променљиве, која узима у обзир и претходне вероватноће тих променљивих и без "родитеља". Вероватноће појединих чворова који су последица постојања "родитеља" може се исказати кроз апостериорне вероватноће израчунате на основу постојећих обележја и Бајесове формуле (Neapolitan, 2004.)

$$P(H_k | A) = \frac{P(H_k)P(A|H_k)}{\sum_{j=1}^n P(H_j)P(A|H_j)}$$

Код примене Бајесове мреже треба избегавати граничне случајеве када су сва обележја међусобно независна или сва међусобно зависна, јер не осликавају реално стање (Korb, 2011., Margaritis, 2003.), нити омогућава добру процену, па је неопходно да постоје обе врсте обележја у моделу. Утицајни фактори настанка саобраћајне незгоде у потпуности обезбеђују ово, јер поједина од обележја имају директну повезаност са утицајним фактором (отказ возила и сл.), док су друга потпуно независна.

Након извршених тестирања неопходног броја обележја саобраћајних незгода и поузданости добијених резултата, у бази података о саобраћајној незгоди дефинисано је 3 обележја (тип саобраћајне незгоде, први догађај у саобраћајној незгоди и број учесника саобраћајне незгоде), а у бази учесника (лица) у саобраћајној незгоди дефинисана су 4 обележја (својство учесника, податак да ли је лице под утицајем, део тела са најтежим повредама и године старости учесника). У бази података о возилима је дефинисано 7 обележја (опис квара на возилу, тип неисправности, маневар возила пре незгоде, остале факторе, брзину пре судара, подручје са највећом штетом као и детаље првог догађаја) и у бази података о путу је дефинисано 16 обележја (податак о типу пута, ограничење брзине, тип раскрснице, недостатке саобраћајних знакова, рад семафора, стање коловоза, видљивост, временске услове, ометану прегледност, подаци о магли, број саобраћајних трака у коловозној траци, карактеристике подручја сн, пешачке површине, податке о бициклическим површинама, саобраћајни ток (проток) и податке о погрешној саобраћајној сигнализацији). На основу наведених обележја саобраћајне незгоде применом Бајесове мреже се препознају утицајни фактори, а што је приказано у Табели бр. 4.1.



Слика бр. 4.2 - Бајесова мрежа најопштији модел за одређивање значајних фактора саобраћајне незгоде

Табела бр. 4.1 – Препознати утицајни фактори Бајесовом мрежом на основу обележја саобраћајне незгоде

Редни број СН	1.	2	3	4	...	N.
Први догађај	Судар при вожњи у истом смеру					Слетање возила са пута
Тип СН	400					306
Број учесника	2					1
Тип пута	Двосмерни пут подељен разделном линијом					Двосмерни пут подељен разделном линијом
Ограничење брзине	80					50
Тип раскрснице	Нема					Нема
Недостаци Сигнализације	Нема недостатака					Нема
Рад Семафора	Не постоје					Не постоје
Стање коловоза	Влажан					Сув
Видљивост	Свитање					Дан
Временски услови	Облачно					Ведро
Ометана прегледност	Не					хоризонтална кривнина и карактеристике терена
Магла	Не					Не
Број саобраћајних трака	2					2
Тип подручја	Рурално					Рурално
Пешачке површине	Пешачка стаза					Не
Бицикличке површине	Не					Не
Проток возила	7427					3895
Погрешна саобраћајна сигнализација	Не					Не
Квар на возилу	Непознато					Непознато
Тип неисправности	Непознато					Непознато
Маневар возача	Непознато					Скретање
Остали фактори	Непознато					Непознато
Брзина у судару	Непознато					Непознато
Подручје оштећења	Десно спољашње огледало теретног возила					Вишеструко
Детаљи првог догађаја	Сустизање и судар теретног возила и бициклисте					Губитак контроле
Својство путника	Возач					Возач
Врста утицаја	Непознато					Нема
Повређени део тела	Нема					Вишеструко
Својство учесника	Возач					0
Старост учесника	80					0
Основни утицајни фактори	402;403;607;505; 503;405;406;104					0
Редни број СН	1.					403;505;607;703;503;405;104

## 4.5. ПРЕДЛОГ НОВОГ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

### 4.5.1. ОПШТИ МОДЕЛ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

У оквиру општег модела дубинских анализа саобраћајних незгода развијен је метод препознавања утицајних фактора настанка саобраћајних незгода на основу околности настанка саобраћајне незгоде (обележја незгоде).



Поред тога вреднована су искуства из праксе познатих методологија претходно описаних (експертиза и дубинских анализа) у овом докторату и предложен је нови модел дубинских анализа, који би требало да унапреди и поједностави вршење дубинских анализа, као и да повећа применљивост ове методе.

За дефинисање општег модела коришћени су резултати експертиза саобраћајних незгода и дубинских анализа спроведених на незгодама на територији Града Београда, као и резултати сличних студија из света. Модел је тестиран на дубински анализираним незгодама на територији Републике Србије, на који начин је утврђена поузданост препознавања утицајних фактора. Разрађене су и анализиране методе избора репрезентативног узорка за Републику Србију, као и унапређени метод прикупљања потребних обележја незгоде за квалитетније сагледавање утицајних фактора.

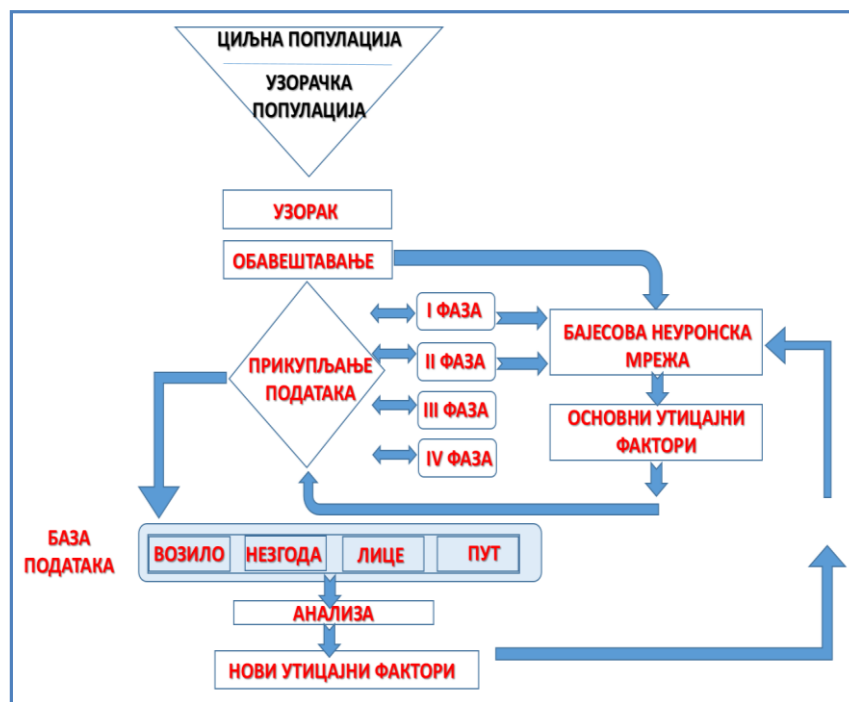


График бр. 4.2 – Шематски приказ функционисања модела

Општим моделом је предвиђено претходно дефинисање узорка незгода за анализе, потом прикупљање података о незгоди на основу препознатих фактора од стране модела, кроз четири дефинисане фазе. Након прикупљања свих релевантих података, подаци се похрањују у базу из које даље развијени модел препознаје друге утицајне факторе (График бр. 4.2). Дакле, развијеним моделом је омогућено осим бржег и лакшег препознавања утицајних фактора и прикупљања података у вези са њима и константно унапређење и развијање модела, на основу нових спроведених дубинских анализа. На овај начин се сваком новом дубинском анализом повећава поузданост закључивања модела, што омогућава константно унапређење.

#### 4.5.1.1. Циљна популација

Истраживање саобраћајних незгода и прикупљање података о незгодама представља комплексан процес, који перманентно прате две основне дилеме (ограничења), а то су проблем обухвата и квалитета прикупљених података. Стохастичка природа настанка саобраћајних незгода додатно чини тежим дефинисање ограничења и граница прикупљених података, што условљава да се претходно мора дефинисати циљна популација сваког истраживања. Имајући то у виду, за сагледавање утицајних фактора настанка саобраћајних незгода неопходно би било извршити анализу свих саобраћајних незгода које су се догодиле на простору истраживања. Због тога се као циљна популација намећу све саобраћајне незгоде које су се догодиле у простору истраживања.

Спровођење анализа свих саобраћајних незгода захтева изузетно велике финансијске и кадровске ресурсе, што чини овакву анализу неприменљивом у довољном обиму. Ово отвара питање потребе за рационализацијом овако дефинисане циљне популације. У анализама саобраћајних незгода константно се поставља питање како изабрати најмањи број података о саобраћајној незгоди (обележја), а да квалитет закључака не буде умањен или се чак и унапреди. Због практичне немогућности спровођења анализа свих незгода, најчешће се у пракси истраживања фокусирају на незгоде које за последицу имају највеће трошкове по друштво.

Такође, код анализа незгода значајно је да прикупљени подаци могу бити поредиви са другим регионима и на међународном нивоу, те је неопходно водити рачуна и о међусобној усаглашености података. Имајући то у виду, као значајан кандидат за циљну групу анализа, издвајају се саобраћајне незгоде са погинулим лицима. Међународна пракса показује да се у значајном броју дубинских анализа утицајних фактора настанка саобраћајних незгода у свету, започиње од анализа саобраћајних незгода са погинулим лицима. Дакле, саобраћајне незгоде са погинулим представљају највећи трошак друштва и добра је њихова међународна усаглашеност, па се из тог разлога издвајају као циљна популација дубинских анализа саобраћајних незгода.

#### 4.5.1.2. Узорачка популација

Различитим методама могуће је одабрати узорачку популацију. Један од најчешћих начина је препознавање заједничких карактеристика циљане популације. На тај начин могуће је на пример дефинисати различите узорачке популације: незгоде са пешацима; незгоде са учешћем једног возила; незгоде у ноћним условима; незгоде у данима викенда; незгоде у којима је управљао млади возач и слично. Свака од наведених популација има најмање једну заједничку карактеристику, што је представљало основ идентификације популације.

Узорачку популацију могуће је дефинисати и на основу комплекснијих карактеристика. Код саобраћајних незгода један од основних критеријума класификације незгода јесу друштвено економски трошкови.

Због тога, потребно је истражити друштвено економске трошкове саобраћајних незгода, како би се прецизније дефинисао критеријум одабира узорачке популације.

Сагледавајући друштвено економске трошкове саобраћајних незгода у Србији, може се закључити да највећи друштвено економски трошкови незгода припадају незгодама са погинулим лицима. Значајне разлике друштвено економских трошкова незгода са погинулим лицима у односу на остале незгоде указују на значај анализе незгода са погинулим лицима.

Уважавајући једнозначно дефинисање незгода са погинулим лицима на међународном нивоу, као и трошкове једне саобраћајне незгоде са погинулим лицем, сужава узорачку популацију истраживања утицајних фактора незгода на незгоде са погинулим лицима. Поред значајно мањих друштвено економских трошкова незгода са тешким последицама у односу на погинуле, друштвено би било оправдано и сврсисходно вршити анализу утицајних фактора и за незгоде са тешким телесним повредама. Међутим, непостојање једнообразних евиденција незгода са тешким повредама на међународном нивоу представља ограничење могућности примене овакве анализе. Због тога, незгоде са тешко повређеним лицима представљају потенцијалну узорачку популацију.

#### 4.5.1.3. Узорак

Узорковање представља процес одабира репрезентативног дела целе популације. Правилним узорковањем могуће је значајно смањити трошкове истраживања, уз исти или сличан квалитет излазних резултата истраживања. Основни услов при избору узорка је репрезентативност, односно да карактеристике узорка морају бити сличне онима у популацији. Предуслови репрезентативности узорка су:

1. Начин избора јединица у узорку мора бити независан од вредности обележја које се посматра код јединица;
2. Вероватноћа јединица да припадају узорку мора бити унапред позната.

С обзиром да је расподела утицајних фактора настанка саобраћајних незгода непозната пре спровођења анализе предметне незгоде, то се први услов репрезентативности избора узорка може једноставно применити. Да би се дефинисала вероватноћа јединица да припадају узорку, претходно је потребно квантитативно дефинисати потребан узорак.

Након дефинисања циљне и узорачке популације, потребно је дефинисати интервал поузданости и очекивану грешку, како би се успешно дефинисао коначан узорак. Интервал поузданости (Confidence Interval) представља опсег, распон могућих вредности унутар којих се са извесном вероватноћом налази та статистичка мера популације. Другим речима, са већим интервалом поузданости узорак ће са већом вероватноћом и реалније представљати популацију на коју се односи. Већи интервал поузданости захтева и већи узорак. Интервал поузданости је ограничен границама, при чему су најчешће користе границе 90%, 95% или 99%.

У статистичком истраживању прихватљива очекивана грешка, односно максимално одступање узорка у односу на узорачку популацију износи до 10%, при чему се могу користити и вредности од 5%, 2% или 1%.

Циљ дубинских анализа саобраћајних незгода са погинулим лицима јесте утврђивање утицајних фактора који су довели до настанка незгода. На основу тако постављеног циља, намеће се закључак да је претходно потребно истражити одговарајућу пропорцију сличног узорка, како би се дефинисао узорак.

За дефинисање пропорције саобраћајних незгода на националном нивоу Србије коришћено је истраживање незгода са погинулим лицима на територији полицијске управе Града Београда. У 2016. години, у полицијској управи Београд, дубински је анализирана 91 саобраћајна незгода, тако да су за сваку незгоду дефинисани утицајни фактори настанка саобраћајне незгоде.

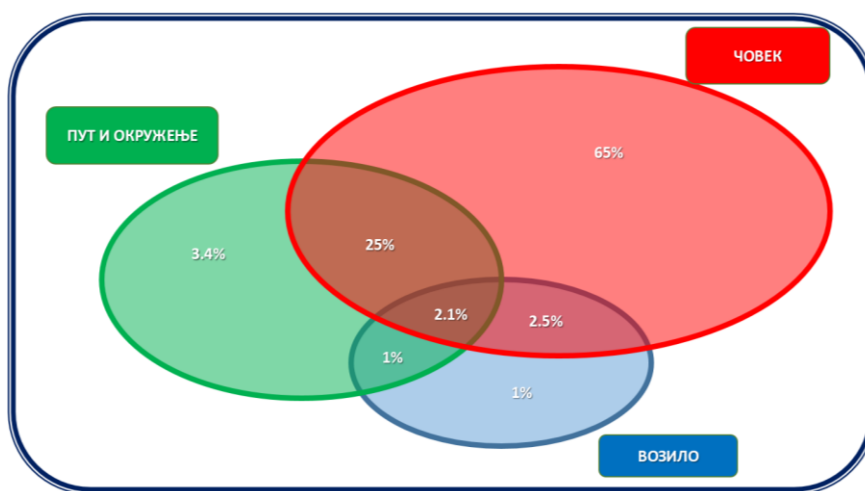


График бр. 4.3 – Расподела утицајних фактора

На основу дубинских анализа саобраћајних незгода на територији Града Београда, утврђено је да се фактор човек, као утицајни фактор настанка саобраћајних незгода појављује код 65% незгода. Пут као утицајни фактор код 31,5% истраживаних незгода, (3,4% узрок и 28,1% допринос) и фактор возило код 6,6% незгода (Marković et al. 2018). С обзиром да се значајан број незгода догађа у комбинацији већег броја утицајних фактора, код неких незгода није могуће једнозначно дефинисати одређени утицајни фактор. Такве незгоде су посматране као комбинација већег броја утицајних фактора (график бр. 4.3.).

Посматрано према полицијским управама у Србији, највећи број незгода се догађа у Београду, при чему је структура незгода у Београду приближно слична структури незгода на националном нивоу (око 1% СН са погинулима и око 30% СН са повређеним)<sup>2</sup>. С обзиром на наведено, може се сматрати да узорак незгода у Београду представља репрезентативан узорак националној структури незгода. Такође, ако се посматра репрезентативност Града Београда као локалитета у односу са Републику Србију, такође се може закључити да Град Београд представља репрезентативну територију. Он се простире на подручјима са различитом урбанизацијом (урбаном, руралном, мешовитом), а што је значајно обележје незгода.

<sup>2</sup> <http://www.abs.gov.rs/%D1%81%D1%80/analize-i-istrazivanja/baza-podataka> (12.08.2019.)

Поставља се питање колики узорак незгода на националном нивоу је потребан да би се истражили фактор човек, односно пут и возило код настанка незгода, а с обзиром на пропорцију утицајних фактора истражених у Београду.

За дефинисање потребног узорка са познатом пропорцијом истраживаних вредности, може се искористити израз:

$$n = \left(\frac{z}{E}\right)^2 \times p \times q$$

где је:

- $z$  – статистичка вредност интервала поузданости;
- $E$  – очекивана грешка узорка;
- $p$  – пропорција присуства истраживаног утицајног фактора;
- $q$  – пропорција истраживане популације у којој није присутан истраживани утицајни фактор.

За интервал поузданости од 95% и очекивану грешку у узорку од 10%, потребан узорак незгода за истраживање фактора човек био би:

$$n = \left(\frac{z}{E}\right)^2 \times p \times q = \left(\frac{1.96}{0.05}\right)^2 \times 0.66 \times 0.34 = 345$$

Уз претходно наведене услове, ако би се истраживао фактор пут, потребан узорак би износио:

$$n = \left(\frac{z}{E}\right)^2 \times p \times q = \left(\frac{1.96}{0.05}\right)^2 \times 0.28 \times 0.72 = 318$$

Односно за фактор возило, потребан узорак на националном нивоу износио би:

$$n = \left(\frac{z}{E}\right)^2 \times p \times q = \left(\frac{1.96}{0.05}\right)^2 \times 0.06 \times 0.94 = 87$$

С обзиром да је могуће применити различит интервал поузданости и прихватљиву грешку, у Табели бр. 4.2 су приказане вредности узорка саобраћајних незгода на националном нивоу, потребних за истраживање утицајних фактора, у зависности од интервала поверења и прихватљиве грешке:

Табела бр. 4.2 – Неопходан узорак саобраћајних незгода на територији Републике Србије

Истраживани фактор	Интервал поузданости	Прихватљива грешка узорка				
		0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Човек	0,90	60	241	966	6035	24142
	0,95	86	345	1379	8621	34482
	0,99	149	597	2390	14937	59748
Пут	0,90	52	207	828	5175	20699
	0,95	74	318	1183	7391	29565
	0,99	128	512	2049	12807	51228
Возило	0,90	15	61	243	1517	6068
	0,95	22	87	347	2167	8667
	0,99	38	150	601	3754	15017

Уколико се истражују сви утицајни фактори у популацији саобраћајних незгода са погинулим лицем, што је најчешће случај дубинских анализа, тада би одговарајући узорак за све утицајне факторе био 345 незгода, који би одговарао интервалу поузданости од 0,95 и очекиваној грешци од 0,1 (10%). С обзиром да се врло често тежи поређењу утицајних фактора у различитим полицијским управама, различитим окрузима или различитим категоријама саобраћајница, то би у тим случајевима било потребно стратификовати узорак према наведеним варијаблама. Тако је потребно и стратификовати узорак према пропорционалном учешћу одређене категорије/групе незгода у популацији. Како је могућ већи број стратума, односно критеријума на основу којих би био стратификован узорак, то је сврсисходно у сваком појединачном случају, у зависности од циља истраживања дефинисати стратуме и одабрати минималан узорак одређених група/категирија саобраћајних незгода, које ће представљати узорак.

#### 4.5.1.4. Период реализације

У различитим земљама у којим се спроводе дубинске анализе може се уочити више различитих модела прикупљања података, а што је раније детаљно наведено и објашњено, па тиме и временских обухвата реализације. Као што је већ речено увек се најпоузданије анализе могу добити на целокупном узорку, али је пракса показала да то није најефикаснији, нити најекономичнији модел, јер се готово слични резултати могу постићи са знатно мањим ресурсима, па се као такав готово нигде и не примењује у пракси. Имајући то у виду, као и праћење препознатих утицајних фактора и структуру незгода у Републици Србији, предложен је модел који предвиђа перманентно спровођење дубинских анализа у току времена, али са ограниченим бројем незгода, тако да се у трогодишњем периоду у потпуности анализира цео узорак. Дакле, имајући у виду податке за Републику Србију, то би значило да се у периоду од три календарске године анализира најмање 345 саобраћајних незгода. Ово представља и у свету препоручен годишњи број спроведених анализа који се од државе до државе креће између 100 и 150 саобраћајних незгода, са изузетцима појединих држава које анализирају и већи број незгода.

Услед непостојања добре праксе примене дубинских анализа на територији Републике Србије, нити развијене логистике за њено спровођење на целој територији државе, овим моделом предложено је да у првом трогодишњем периоду буду анализирани саобраћајне незгоде на територији полицијске управе Града Београда, а како би се на квалитетан начин имплементирала предложена методологије. У каснијим фазама би требало бирати полицијске управе на начин да се обезбеди подједнака заступљеност свих делова државе, а сходно трендовима броја саобраћајних незгода по полицијским управама. У току даље имплементације и примене модела, би се у току једне календарске године паралелно у више полицијских управа вршиле дубинске анализе, како би се обезбедио предвиђени узорак.

Имајући у виду предвиђени узорак саобраћајних незгода неопходно би било прикупљати податке о саобраћајним незгодама у току целог дана у посматраном периоду, како би био обезбеђен планирани узорак. Имајући у виду различите методологије примењује у светској пракси, то је за територију Републике Србије предвиђен модел рада по узору на Немачку и Велику Британију, где постоје два дежурна тима, који би требало сменски да покривају периоде у току дана, док преостало време (8 сати) би било покривено накнадним излазцима на место незгоде наредног дана. Радна времена тимова ће бити организована сменски са ротацијом времена рада. На овај начин ће се омогућити да се у току једног месеца покрију сви часови у току дана. На овај начин обезбеђено је прописано радно време свих чланова тима, а са друге стране обезбеђена потпуна покривеност незгода у свим периодима дана и месеца.

#### 4.5.1.5. Метод прикупљања података

Прикупљање података у оквиру дубинских анализа саобраћајних незгода због специфичности самих анализа и стохастичности околности настанка незгоде, би требало спроводити кроз четири фазе, и то:

1. фаза – прикупљање података на месту незгоде,
2. фаза – накнадно прикупљање података са места незгоде (од 24 сата до 30 дана),
3. фаза – накнадне анализе,
4. фаза – разговори и интервјуи.

**Прва фаза** најчешће представља најзначајнију и најзахтевнију фазу прикупљања података, јер се реализује непосредно након настанка саобраћајне незгоде на месту незгоде, током или непосредно након полицијског увиђаја. На лицу места се врши прикупљање свих расположивих релевантних података о саобраћајној незгоди, као и условима и околностима настанка. Као што је већ напоменуто, реализује се у специфичним околностима током увиђаја или непосредно после, што захтева висок степен ефикасности у прикупљању података, због временске ограничености реализације ове фазе услед различитих околности. Обим и квалитет прикупљених података у овој фази у великој мери зависи од обучености чланова тима, да препознају значајне околности настанка незгоде и потенцијалне утицајне факторе и том сету података посвете посебну пажњу у процесу прикупљања. Ово је посебно сложено на терену имајући у виду наведене околности, па може доћи до изостанка појединих података или недовољног квалитета појединих прикупљених података. Практика дубинских анализа, у значајном броју земаља у свету, изоставља ову фазу због сложености реализације и недостатка расположивих експерата и анализе базира на подацима прикупљеним од стране полиције, а што у значајној мери ограничава квалитет препознатих утицајних фактора.

Развијени модел за препознавање утицајних фактора у овом делу дубинских анализа омогућава поједностављење процеса и повећање поузданости прикупљања релевантних података, који су значајни за конкретну незгоду. На-

име, програм на основу унетих основних обележја незгоде, који су унапред предефинисани, а на терену се могу лако препознати или проценити, препознаје утицајне факторе настанка незгоде. На овај начин програм унапред омогућава члановима тима који прикупљају податке на месту незгоде, да знају који су потенцијални утицајни фактори конкретне незгоде и пре започињања процеса прикупљања података. Ово омогућава унапређење квалитета дубинских анализа, почев од избора чињеница које ће бити подробније и са више детаљности прикупљене, преко спровођења додатних анализа и евентуалног укључивања посебних експерата у конкретну анализу.

Омогућавање препознавања утицајних фактора настанка незгоде још у фази прикупљања података о незгоди не значи да се даље анализе морају фокусирати само на те факторе, већ да њих детаљније истражују, како би се унапредило разумевање њиховог утицаја. Ово свакако не значи да се у дубинским анализама неће прикупљати и остали значајни подаци о незгоди, али се већ у првој фази омогућава квалитетнији третман обележја која су имала утицаја на насталу незгоду.

За прикупљање података на терену, од изузетног значаја је да вођа тима у овој фази успостави комуникацију са овлашћеним лицима на месту незгоде (МУП, Тужилаштво), учесницима незгоде и потенцијалним сведоцима, како би се омогућило несметано прикупљање неопходних података. Посебно је важно учесницима незгоде и сведоцима нагласити и додатно појаснити сврху и циљ анализе, као и загарантовану тајност информација, а са циљем добијања искрених и потпуних података о околностима настанка незгоде.

У овој фази се, поред обележја препознатих утицајних фактора, морају прикупити и трагови настали у незгоди, значајни за саобраћајно-техничку анализу (трагови, оштећења и сл.) као и подаци о месту незгоде, са свим значајним обележјима (карактеристике трасе, коловоза, окружења, постојање саобраћајне сигнализације, важећих ограничења и сл.). Такође, у овој фази прикупљају се и подаци о учесницима незгоде и евентуалним очигледним недостацима возила и пута који би могли имати утицаја на настанак незгоде. Последња и изузетно значајна активност у овој фази прикупљања података је и обављање разговора са учесницима незгоде, као и сведоцима, уколико је то могуће, а ако није онда обезбеђивање будућег контакта са тим лицима.

Циљ **друге фазе** прикупљања података је да се са места незгоде прикупе остали подаци, који су трајнијег карактера (траса пута, стање коловоза и сл.), а који нису прикупљени у првој фази. Уколико су сви ови подаци прикупљени у првој фази може се извршити њихова провера и употпуњавање. Оно што је значајније у другој фази, је прикупљање података о понашањима учесника у саобраћају на месту незгоде, у уобичајеним саобраћајним околностима. Ово није могуће прикупити у првој фази, јер су због настанка незгоде услови саобраћаја измењени, па и понашања учесника у саобраћају. Прикупљање ових података је најбоље вршити истог дана у седмици у време настанка незгоде, уколико постоји индиција да се услови саобраћаја мењају током дана у недељи. На овај начин се на квалитетан начин могу препознати утицаји фактора окружења на конкретном месту незгоде, а што се теже може утврђивати самом анализом незгоде.



Другу фазу истраживања најцелисходније је реализовати у периоду од 24 сата након незгоде до 30 дана, што омогућава приближно сличне услове, као и могућа уочавања података који нису били уочени у првој фази, а могу бити значајни за анализу незгоде. Уколико за неке саобраћајне незгоде није реализована прва фаза (догодиле се ван радног времена тима, или је у питању накнадна смрт) другу фазу би требало реализовати у што краћем временском периоду од настанка незгоде, односно у периоду до 24 сата након незгоде или добијања информације да је лице учесник незгоде преминуло.

**Трећа фаза** служи за детаљније анализирање уочених спорних чињеница, као и прикупљање података о техничком стању и исправности возила, стању система за управљање и заустављање, читавању параметара кретања возила пре незгоде, читавање тахографа и сл. У овој фази такође се спроводе и додатне анализе услова саобраћаја, режима рада светлосних уређаја, изменљиве сигнализације и сл. У овој фази се осим прикупљања података о незгоди захтева и додатна стручна анализа, како би били прикупљени адекватни подаци. Уколико анализа захтева проверу појединих склопова, уз одобрење надлежних институција, може се вршити и демонтажа и преглед тих склопова и система возила или неког уређаја.

Циљ ове фазе је утврђивање могућности утицаја возила и техничких система регулисања саобраћаја на настанак и последице незгоде. Због могуће промене стања возила од места незгоде до накнадне провере, свако возило се мора детаљно фотографисати у току прве фазе прикупљања података и пре започетог прегледа у трећој фази, како би се документовало чињенично стање. Уколико је због померања и подизања возила на транспортно средство морало доћи до промене стања, неопходно је те промене констатовати Записником и фотографисати, и то напоменути при утврђивању евентуалних утицаја стања возила на незгоду.

Последњу **четврту**, уједно и најсложенију фазу за реализацију, представља прикупљање података од лица учесника и сведока незгоде, као и података из здравствених установа. Подаци о повредама се прикупљају из Здравствених установа у којима су збринуте повређени. Имајући у виду тајност података о здравственом стању лица, за прикупљање ових података мора бити обезбеђена сагласност повређеног лица или пак лица које има право дати такву сагласност. Како би сви подаци о лицима повређеним у саобраћајној незгоди остали тајни неопходно их је шифрирати, тако да за све даље анализе није могуће утврдити идентитет лица.

Обављање разговора и интервјуа са учесницима и сведоцима саобраћајне незгоде представља најзахтевнији део прикупљања података, због специфичности и деликатности података о којим се разговара. У овој фази од изузетног значаја је задобити поверење лица са којим се разговара да су подаци које наведе тајни и да се не могу користити у друге сврхе. Такође, неопходно је објаснити значај прикупљања података о лицима и другим чињеницама значајним за незгоду, како би се помогло у спречавању будућих незгода, а што би могло помоћи у бољем одзиву саговорника за дељење информација. За спровођење овако сложене активности, неопходно је унапред осмислити упитнике и други материјал који би помогао у прикупљању ових података.

Као што је објашњено свака од фаза има свој посебан значај, при чему није искључено да се поједине од активности из једне фазе могу реализовати и у некој другој (претходној) фази. Једино што није пожељно је да се подаци који су лако променљиви и могу нестати, прикупљају у каснијим фазама од планираних. Спровођењем овако систематизованог прикупљања података, омогућава се изузетно квалитетно сагледавање свих утицаја и околности под којима препознати утицајни фактори имају за последицу настанак саобраћајне незгоде. Ово омогућава квалитетно сагледавање услова под којима утицајни фактори проузрокују незгоде, а што може помоћи у планирању и реализацији превентивних активности у будућем периоду.

#### 4.5.1.6. Минимални сет података који се прикупљају

Саобраћајну незгоду као сложен догађај прати изузетно велики број појединачних обележја, а која се могу сматрати значајним за њен настанак. Поједина од тих обележја или њихова комбинација ће узроковати настанак незгоде, али већина њих неће за последицу увек имати незгоду. За разумевање узрока настанка незгоде неопходно је препознати и дефинисати под којим околностима ће одређени фактори имати за последицу настанак незгоде а када не. Позната пракса дубинских анализа саобраћајних незгода указује да се не анализирају увек исти подаци за све незгоде, већ се могу анализирати различити сетови података, а који се разликују по броју и структури од државе до државе и примењене методологије.

Како је већ поменуто, у појединим државама, као што је Немачка, прикупљају се огромне количине података (до неколико хиљада) па се касније детаљно анализирају њихови утицаји на незгоду. С друге стране неке од методологија, а које су већ описане, базирају се само на доступним подацима из полицијских извештаја, а што се углавном своди на изузетно мали број обележја (до неколико десетина). Ни једна ни друга методологија не гарантују поуздано препознавање свих утицајних фактора, јер се током прикупљања податке не располаже податком о могућим утицајима на незгоду, што има за последицу једнак однос према свим обележјима која се прикупљају. Такође ни велики број прикупљених обележја незгоде не гарантује квалитетну анализу, јер није усредсређен на оне факторе који су имали утицаја у конкретној незгоди. Сходно томе за квалитетну и свеобухватну анализу неопходно је прикупљати она обележја незгоде која су у конкретним условима имала утицаја на ту незгоду.

Посебно је значајно препознате утицајне факторе даље истражити и сагледати у што већој мери и што детаљније, како би се подигао ниво квалитета анализе. За овакву анализу неопходно је на почетку процеса прикупљања података имати модел којим ће се препознати основни утицајни фактори, како би се омогућило детаљно прикупљање обележја која су у вези са њима. Развијени модел се бавио решавањем овог проблема са циљем поузданог и прецизног препознавања утицајних фактора на почетку прикупљања података, на основу ограниченог минималног броја обележја, која се могу лако и брзо прикупити. Имајући ову чињеницу у виду, развијени модел је дефинисао минимални сет података на основу кога се могу препознати основни утицајни фактори настанка незгоде у почетној фази спровођења дубинске анализе.

Применом развијеног модела, за дефинисање основних утицајних фактора, неопходно је прикупити 30 обележја саобраћајне незгоде. На основу ових обележја, програм препознаје основне утицајне факторе, што омогућава даље сагледавање и анализу обележја која су у конкретној незгоди, а у вези са препознатим утицајним факторима. Модел је тестиран и са мањим бројем обележја саобраћајне незгоде и показао је да је могуће препознати утицајне факторе Ч-В-П-О али се не препознају у задовољавајућој мери и врсте утицаја, па је прихваћено да се за поуздано утврђивање основних утицајних фактора користи баш овај сет од 30 обележја незгоде. Овај сет обележја саобраћајне незгоде је показао најбољу поузданост препознавања утицајних фактора на анализираном узорку незгода, па је усвојен као сета неопходних података за утврђивање утицајних фактора настанка незгоде применом развијеног модела.

У усвојеном сету обележја незгоде се прикупљају подаци који су у вези са четири најважнија сегмента саобраћајне незгоде, и то сегментом општих података о незгоди, учесницима, возилима и путу. Обележја која су у вези са саобраћајном незгодом, а неопходна су за препознавање утицајних фактора су:

1. тип саобраћајне незгоде,
2. први догађај у саобраћајној незгоди и
3. број учесника незгоде.

Обележја незгоде која су у вези са учесницима незгоде су:

1. својство учесника,
2. да ли је лице учесник незгоде било под утицајем (алкохол/лекови/опијати),
3. који је део тела са најтежим повредама и старост учесника.

Значајна обележја везана за возила учеснике незгоде, а неопходна за рад програма су:

1. опис квара уколико га је било на возилу,
2. тип неисправности,
3. маневар возила пре незгоде,
4. остали утицајни фактори,
5. брзини учесника пре судара,
6. подручју са највећом штетом као и
7. детаљи првог догађаја.

Највећи број обележја која су значајна за дефинисање основних утицајних фактора су у вези пута, и то су:

1. тип пута,
2. ограничење брзине,
3. тип раскрснице,
4. недостатак саобраћајне сигнализације,
5. рад семафора,

6. стање коловоза,
7. видљивост,
8. временски услови,
9. ометање прегледности,
10. постојање магле,
11. број саобраћајних трака у коловозној траци,
12. карактеристике подручја,
13. постојање и врсте пешачких површина,
14. постојање и врсте бициклических површина,
15. саобраћајни ток (проток) и
16. грешке саобраћајне сигнализације.

Овим сетом података омогућено је поуздано препознавање врсте и типа основних утицајних фактора настанка незгоде са поузданошћу од 74,1% на посматраном узорку.

Дефинисање основног сета обележја за препознавање утицајних фактора настанка саобраћајних незгода применом дубинских анализа, не значи да се прикупљањем само ових фактора и применом програма завршава дубинска анализа. Ово омогућава прикупљање података са свешћу о утицајним факторима, а што даље подиже квалитет и детаљност сагледавања потенцијалних утицаја и тиме омогућава боље сагледавање свих околности које за последицу имају настанак незгоде. Спровођење дубинских анализа на овај начин омогућава константно подизање квалитета дубинских анализа и даље усавршавање модела, на који начин се могу истраживања посветити оним факторима који су стварно имали утицаја у конкретној незгоди. Такође, ово омогућава и смањивање неопходног времена неопходног за спровођење дубинских анализа, броја неопходних специфичних експерата, а насупрот томе и подизање квалитета и детаљности спроведених дубинских анализа.

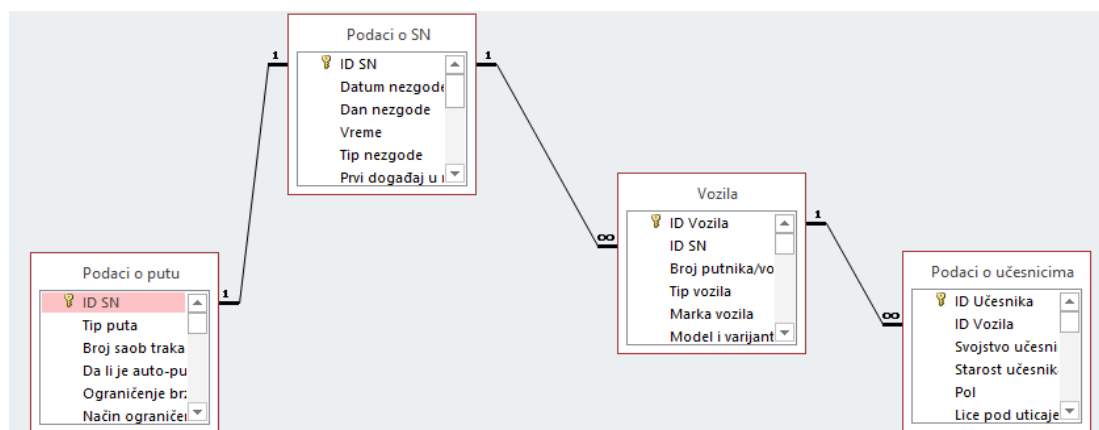
#### 4.5.2. ПОХРАЊИВАЊЕ ПОДАТАКА ЗА ДАЉЕ АНАЛИЗЕ

Подаци прикупљени на месту незгоде и накнадним изласцима на место незгоде, прегледом возила, као и остали прикупљени подаци морају бити трајно сачувани у писаном облику и то у виду различитих Записника. Свака од фаза прикупљања података о незгоди мора бити праћена адекватним Записником у коме ће вербално бити наведена и сачувана сва обележја незгоде и евентуално проширена аудио снимком. Осим вербалне методе током прикупљања података обавезно је фотографисање и видео снимање свих релевантних чињеница и то на начин да буду употребљиве за даљу анализу.

Сходно овом захтеву све фотографије са места незгоде и прегледа возила морају бити размерне, односно сачињене на такав начин да је увек могуће вршити накнадна мерења са фотографије у одређеним програмима. Подаци који се прикупљају са места незгоде морају бити и графички приказани помоћу Скице лица места и Ситуационог плана, тако да буду лаки за просторно разумевање тока незгоде, од стране свих корисника.

Посебно је значајно напоменути да су поједини подаци који се прикупљају у процесу дубинских анализа саобраћајних незгода изузетно поверљиви, те их је неопходно у складу са тим похрањивати и чувати. Дакле, сви прикупљени подаци морају бити кодирани, односно унети у базу на начин да се не могу довести у везу са лицима и возилима учесницима незгоде, односно бити идентификациони. Овакво похрањивање података у наставку омогућава несметане даље анализе и презентације ових података, у циљу квалитетнијег разумевања настанка и превентивног деловања на саобраћајне незгоде.

База за похрањивање података дубинских анализа саобраћајних незгода може бити формирана у програму MS Access на начин да се у бази налазе четири међусобно функционално повезане базе и то са основним подацима о незгоди, подацима о путу, возилима и учесницима незгоде. На овај начин је додељивањем ID броја незгоди обезбеђена функционална повезаност међу наведеним базама за сва обележја незгоде (видети Сliku бр. 4.4.).



Слика бр. 4.4 – Схематски приказ базе података

Овако похрањени подаци о свакој појединачној незгоди омогућавају упоредне анализе свих прикупљених података о саобраћајним незгодама које су дубински анализиране. Ово омогућава утврђивање заједничких обележја за поједине групе незгода, а која обележја имају утицаја на настанак незгода и последица. Дакле, база података омогућава спровођење различитих статистичких анализа и утврђивање међузависности препознатих фактора који доводе до незгода, као и боље разумевање околности и међуутицаја препознатих фактора. Са друге стране база не омогућава повезивање прикупљених података са лицима и возилима те у потпуности омогућава поверљивост података, што је од изузетног значаја за ову врсту анализа. Формирана база омогућава даље сагледавање узрока и околности настанка саобраћајних незгода и унапређење знања у разумевању саобраћајних незгода.

#### 4.5.2.1. Утврђивање утицајних фактора настанка незгоде

Развијени програм омогућава препознавање потенцијалних утицајних фактора на основу ограниченог сета обележја саобраћајне незгоде, што за последицу има могућност да се подаци о незгоди прикупљају са претходним знањем о томе који утицајни фактори су довели до незгоде. Ово умногоме олакшава даљи процес прикупљања података, јер се истраживање фокусира на оне, релевантне, факторе и омогућава њихово детаљније и студиозније анализирање. Свакако дефинисањем потенцијалних утицајних фактора на основу сета обележја незгоде није завршена дубинска анализа, већ је омогућено њено унапређење и фокусирање на факторе који су у конкретним околностима имали утицаја. Након препознавања потенцијалних утицајних фактора од стране програма, неопходно је за све утицајне факторе прикупити податке који утичу да настане незгода. По прикупљању свих релевантних података о препознатим утицајним факторима неопходно је детаљно анализирати расположиве податке са аспеката различитих струка, како би се утврдиле међузависности утицаја и разлози који доводе до појаве препознатих утицајних фактора.

Повећањем степена детаљности анализе препознатих утицајних фактора омогућава се њихово боље сагледавање, па самим тим и препознавање појединих утицаја који не би могли бити препознати стандардним дубинским анализама, због обима посматрања. Дакле, на овај начин омогућено је сужавање обима анализе и повећавање детаљности анализе препознатих утицајних фактора. Ово омогућава да се у наставку препознају и други фактори који имају за последицу појаву препознатих фактора и настанак незгоде. На овај начин се проширује и продубљује број потенцијалних утицајних фактора, јер се омогућава перманентно препознавање нових. Такође и повећавање узорка незгода које су дубински анализирани на овај начин омогућава боље, потпуније и правилније сагледавање потенцијалних утицајних фактора и њихових међузависности, што омогућава сагледавање и дефинисање стварних узрока и унапређење мера за спречавање незгода. Са повећањем узорка саобраћајних незгода, повећава се и број прикупљених података о саобраћајним незгодама и за различите типове незгода, што омогућава спровођење различитих статистичких анализа. Овако похрањени подаци су погодни за различите врсте анализа, па и утврђивање међусобне условљености појединих фактора, који на тај начин за последицу имају настанак саобраћајне незгоде.

Континуираним спровођењем дубинских анализа незгода, применом развијеног модела, омогућава се перманентно унапређење самог модела и повећање броја препознатих утицајних фактора који за последицу имају настанак незгоде, а самим тим и повећава се поузданост самог модела. На овај начин је омогућено квалитетније и детаљније сагледавање узрока и околности настанка незгода, што омогућава њихово боље разумевање.

### 4.5.3. МОДЕЛ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА ТИПА "ВОЗИЛО-ВОЗИЛО"

Саобраћајне незгоде типа "возило-возило" су у Републици Србији најзаступљенији тип незгода, са преко 40% (ABS, 2019) свих незгода и могу се поделити на изузетно велики број различитих подкатегија (чеони судари, судари у сустизању, бочни судар, судари на раскрсницама итд.). Дељењем на подкатегије свакако се смањује и прецизира опсег могућих утицајних фактора, али због малог узорка тако подељених незгода није могуће извући довољно поуздане и прецизне закључке о стварним утицајима појединих фактора. Због малог узорка поједини од фактора би могли бити препознати, или пак с друге стране неки неоправдано доминантно препознати, што свакако не даје поуздане резултате. Како је поузданост препознатих утицајних фактора значајнија, то на основу расположивог броја дубински анализираних незгода типа "возило-возило" (34 незгоде) није било могуће развити посебан модел за сваки од подтипова. За сада као јединствени модел дубинских анализа незгода типа "возило-возило" предложен је приказани општи модел дубинских анализа, јер је показао изузетно висок степен поузданости препознавања утицајних фактора за овај тип незгода.

За даљи развој посебног модела дубинских анализа за незгоде типа "возило-возило", неопходно је унапређивати општи модел модела дубинских анализа, повећањем броја дубински анализираних саобраћајних незгода. У процесу повећања укупног броја саобраћајних незгода, па и незгода типа "возило-возило", могуће је посебно калибрисати модел, јер му се рад заснива на прикупљеним и препознатим факторима, што омогућава добијање поузданог модела за незгоде типа "возило-возило". Имајући у виду да је у општем моделу за дефинисање утицајних фактора примењивано искуство из експертиза саобраћајних незгода, то је у наставку исто искуство коришћено за предлоге усмеравања даљег унапређивања и усавршавања модела за незгоде типа "возило-возило".

Имајући у виду сличну заступљеност процента незгода типа "возило-возило" на територији Републике Србије и у анализираном узорку (око 40%), може се прихватити да би развијени модел у највећој мери одговарао типу незгода "возило-возило" за територију Републике Србије. У случају спровођења само дубинских анализа овог типа незгода, због недовољног броја незгода са погинулим лицима за обезбеђивање планираног узорка би било потребно у анализу уврстити и саобраћајне незгоде са тешко повређеним лицима. Имајући у виду просечан број незгода овог типа са погинулим лицима на територији Града Београда (око 35), било би неопходно узорком обухватити све незгоде са погинулим лицима и двоструко већи број незгода са тешко повређеним лицима. Територијална обухватност би била према полицијским управама сходно претходно описаном начину промене полицијских управа у трогодишњем периоду.

Најважнија специфичност незгода типа "возило-возило" је условљеност настанка и могућности избегавања незгоде понашањем више лица учесника незгоде (возача). Имајући то у виду за дефинисање утицајних фактора овог типа незгода неопходно је спровести временско просторну анализу у циљу дефинисања међусобних позиција учесника незгоде у карактеристичним ситуацијама. Ово може указати на околности које су утицале у тренуцима када је настала опасна ситуација за учеснике незгоде, а која је за последицу имала конкретну незгоду. На овај начин се помоћу динамичке анализе путања кретања препознају понашања учесника у незгоди, начини реаговања и могућности избегавања, па тиме дефинишу могући утицајни фактори.

Могућност међусобног уочавања учесника саобраћајне незгоде и јасног препознавања намера, односно међусобног разумевања је у овом типу судара један од кључних проблема, па би то дубинским анализама требало детаљније анализирати. На овај начин могуће је дефинисати основне утицајне факторе, пут (прегледност, пружање пута, бочне сметње и сл.), возило (конструкцијске карактеристике и сл.) или возача (понашање, знање и сл.). Овом анализом је неопходно јасно раздвојити техничка ограничења и понашања, што представља основ за дефинисање утицајних фактора код овог типа незгода.

Уколико нису постојала ограничења неопходно је анализирати психофизичко стање возача, као и евентуална ометања унутар или ван возила (путници, телефон, цигарета и сл.), која су могли довести до губитка пажње и стварања опасне ситуације. Када је реч о не разумевању међу учесницима незгоде, осим утицаја личности могу постојати и утицаји пута (грешке у саобраћајној сигнализацији и сл.), што је посебно значајно утврдити дубинским анализама.

Код чеоних судара потребно је посебно истражити разлоге и околности преласка возила на супротну саобраћајну траку и разграничити да ли је разлог у домену фактора човек, возило (неисправност) или пут или пак у комбинацији више фактора истовремено. Такође, значајно је проверити и постојање евентуалних спољних утицаја или друге спољне опасности на понашање учесника незгоде које је довело до незгоде. У значајном броју незгода овог типа, постоји екстерна опасност због које возач предузима реаговање, а која се тешко може накнадно утврдити јер није учествовала у незгоди.

Разлози и начин успоравања сустигнутог возила, као и могућност благовременог уочавања предузимања успоравања, значајно је анализирати код незгода које су се догодиле у сустизању.. У овој групи незгода посебно је важно анализирати ставове и знања возача везано за понашања у вожњи у колони возила и слеђењу возила, а у вези могућности заустављања и безбедног одстојања између возила у саобраћају.

Код незгода у скретању значајно је анализирати геометријске карактеристике пута, које могу имати утицаја на могућност међусобног уочавања. За настанак овог типа незгода такође су значајни ставови и знања возача, јер су често они узрок предузимања одређених радњи (скретања) возача или погрешне процене саобраћајне ситуације. Као честа грешка, која за последицу има погрешно разумевање и погрешну процену учесника незгоде, је погрешна процена брзина. Такође, неупотреба или неисправност сигнализације на возилима, односно неадекватна употреба сигнализације има за последицу настанак незгода овог типа.



Саобраћајне незгоде на раскрсницама су веома често последица недовољног знања, погрешних ставова или недовољне пажње оба учесника незгоде при приласку раскрсници. Наиме, иако на раскрсници поједини токови имају приоритет, сама чињеница да постоји могућност пресецања различитих токова и могућа појава опасних ситуација од возача изискује посебну пажњу и промену претходног начина вожње. Дакле, највећи број узрочних фактора код ове под категорије је из домена фактора човек. Ово се односи на знања, ставове, искуство, понашање и друге психофизичке карактеристике личности, а које имају утицаја на понашање учесника у саобраћају. Осим у домену човек, узрочни фактори код ове под категорије могу се наћи и у фактору пут, као што је грешка у саобраћајној сигнализацији, геометрији раскрснице и постојању објеката у зони раскрснице који утичу на међусобно уочавања. Веома ретко се као утицајни фактори могу препознати возила и то у делу неисправности сигнализације или кочног система возила.

Семафоризоване раскрснице су посебан случај раскрсница, па су и незгоде које се догоде на њима значајно различите од незгода на осталим раскрсницама. Код ових незгода најзначајнији утицајни фактори су у вези пута и то исправност рада светлосног уређаја и могућности јасног и благовременог уочавања светлосних сигнала од стране учесника незгоде. Осим раскрснице (фактора пут) посебно је важно анализирати знања, ставове и психофизичко стање учесника незгоде, јер се у овом домену често налазе утицајни фактори настанка невоље. Одлука о проласку на мање безбедан или небезбедан начин је директно зависна од одлуке лица учесника незгоде, па их је неопходно детаљно анализирати, како би се разумео разлог доношења таквих одлука. Код ове под категорије незгода може се јавити и утицај окружења односно недовољног знања и обавештености учесника у саобраћају о начинима регулисања првенства у пролазу, што захтева анализу осим фактора човек и фактор окружења, и то у делу система обуке и стицања знања учесника у саобраћају.

#### 4.5.4. МОДЕЛ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА ТИПА "ЈЕДНО ВОЗИЛО"

Незгоде са једним возилом су такође значајно заступљен тип незгода у Републици Србији, са преко 30% свих незгода (ABS, 2019), па је из тих разлога неопходно посебно указати на специфичности дефинисања модела дубинских анализа за овај тип незгода. У узорку дубински анализираних незгода приликом развоја и тестирања модела процентуална заступљеност овог типа незгода је значајно мања, нешто више од 20%, што се одразило и на нешто слабије слагање препознатих утицајних фактора у односу на остале типове незгода и немогућност развоја посебног модела. Имајући у виду ограничен број извршених дубинских анализа овог типа незгода, предложена је примена представљеног општег модела, који је неопходно даље развијати и калибрисати на основу нових дубинских анализа незгода типа "једно возило". За даљи развој модела дубинских анализа незгода са једним возилом и повећање препознавања стварних утицајних фактора указано је на најзначајније специфичности овог типа незгода, на основу стечених знања и искустава из експертиза.

Уколико би се дубински анализирале само незгоде са једним учесником, тада би било неопходно узорак процентуално кориговати у односу на процењену заступљеност утицајних фактора у овом типу незгода. Како не постоји поуздан податак на нивоу Републике Србије о заступљености утицајних фактора на овај тип незгода, то је утврђена заступљеност у дубински анализираним незгодама на територији Града Београда. У наведеном узорку незгода, доминантан утицајни фактор је човек са 82% утицаја, па би сходно томе, прихватљив статистички узорак за анализу био 227 саобраћајних незгода са једним возилом. Период реализације би такође био трогодишњи циклус, где је неопходно дубински анализирати осим саобраћајних незгода са погинулим лицима и саобраћајне незгоде са тешко повређеним лицима, како би се обезбедио потребан узорак. Наиме, како се на територији Града Београда просечно годишње догађа око 25 незгода овог типа са погинулим лицем, то би на годишњем нивоу требало анализирати поред ових незгода и око 50 незгода са тешко повређеним лицима. Како је Београд по свим карактеристикама, као што је већ наведено адекватан репрезент Републике Србије, то су сви узорци дефинисани на бази просечног броја незгода на територији Града Београда. Такође, због велике стопе смртности возача у овом типу незгода, оправдано је, у циљу бољег сагледавања околности настанка и утврђивања утицајних фактора овог типа незгода, обухватити и незгода са тешким телесним повредама.

Специфичност овог типа незгода је непостојање интеракција између више лица учесника у саобраћају, већ само између возача, возила и пута. Ово искључује могућност погрешне интеракције између возача и упућује на недостатке интеракције возача и пута. Имајући то у виду дубинским анализама овог типа незгода би требало подробније анализирати интеракцију фактора возач и пут, јер пут у овом типу незгода има значајно већи утицај него у осталим типовима незгода. Овде се посебно издвајају геометрија саобраћајнице, радијуси кривина и прелазница, нагиби коловоза, коловозни застор, стање коловоза и одводњавање као најчешћи утицајни фактори настанка незгода. Свакако и фактор човек има значајног утицаја који може довести до незгоде, и то начин вожње, брзина и ставови и сл. Постојање значајне концентрације фактора човек и пут, не искључује да у одређеном броју незгода може бити препознат само утицај фактора човек, али се у пракси показало да се најчешће појављује комбинација утицаја фактора човек и пут, који за последицу имају настанак незгоде. У овом типу незгода појављује се и отказ возила (око 1%) као узрочни фактор, али не у значајно великом броју незгода, али се не сме занемарити као један од могућих утицаја. Осим утицаја фактора пут на настанак овог типа незгода, његов утицај је посебно доминантан и код последица саобраћајних незгода, јер у овом типу судара долази до удара возила у објекте путног појаса.

#### 4.5.5. МОДЕЛ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА ТИПА "ВОЗИЛО-ПЕШАК"

Незгоде са учешћем пешака су у највећем проценту незгоде са најтежим последицама и то најчешће смртним за пешака. Значајна диспропорција у карактеристикама ове две категорије учесника у саобраћају има за последицу висок степен смртог страдања пешака. За спровођење дубинских анализа овог типа незгода предложен је описани општи модел, јер даје довољно поуздане резултате, а са друге стране ограничен расположиви број дубински анализираних незгода овог типа онемогућава развијање посебног модела. У даљем развоју посебног модела за незгоде овог типа неопходно је допуњавати базу незгодама овог типа, сходно дефинисаном моделу, како би била омогућена даља калибрација модела за овај тип незгода. Значајан број смртних страдања пешака у овим незгодама онемогућава потпуно и објективно сагледавање свих чињеница значајних за анализу незгоде, и то најчешће у вези ставова и понашања. Имајући наведено у виду, у развијеном моделу предложено је да када се анализирају само незгоде са учешћем пешака, у узорку буду подједнако заступљене саобраћајне незгоде са погинулим и тешко повређеним лицима (пешацима), како би било омогућено адекватно сагледавање свих аспеката настанка незгоде. Период реализације дубинских анализа овог типа незгода би као и у осталим моделима био трогодишњи, а узорак незгода у једном циклусу до 123 незгоде, сходно препознатом утицају фактора човек од преко 91% у дубински анализираним узорку незгода. Имајући у виду број незгода са погинулим пешацима у Београду (од око 40), то би за дубинске анализе био довољан узорак од половине незгода са смртним последицама и исти број незгода са тешко повређеним пешацима, које би у купно чиниле најмање 41 саобраћајну незгоду.

Најзначајнија специфичност овог типа незгода поред диспропорције у рањивости, је и та да пешаци немају обавезу стицања и провере познавања правила за безбедно учествовање у саобраћају. Имајући у виду ову изузетно важну специфичност, посебно значајно је анализирати знања, ставове и свест пешака о безбедном учешћу у саобраћају, правилима саобраћаја, као и односу између возача и пешака. У незгодама у којима није могуће, због смрти пешака, анализирати понашање, тада је неопходно анализирати структуру личности пешака посредно на основу других карактеристика (степен образовања, статус, средински услови, казнена и прекршајна евиденција и сл.), а у циљу бољег разумевања утицаја карактеристика личности на понашање у саобраћају.

Утицајни фактори код овог типа незгода се у највећој мери налазе у домену фактора човек и то како код пешака, тако и код возача, па је неопходно посебно анализирати различите аспекте фактора човек. Пешаци представљају посебно интересантну категорију за овакве анализе, због веће могућности избора понашања, а који је последица карактеристика личности. Наиме, како се пешаци крећу значајно мањим брзинама од осталих учесника у саобраћају и нису технички ограничени на коришћење одређених саобраћајних површина, то у потпуности њихово понашање у саобраћају зависи од њихове личности.

Услед могућности пешака да брзо и лако мењају правац и путању кретања, неопходно је посебно анализирати могућност уочавања тих промена и момента стварања опасне ситуације у саобраћају. Дакле, у овом типу незгода неопходно је утврдити када је возач имао могућност да види, схвати и разуме намеру пешака и да ли је могао да избегне незгоду. На ово осим карактеристика места незгоде, може имати утицаја и амбијент у широј зони места незгоде и оправданост очекивања појаве пешака, као и карактеристике возила.

Код ових типова незгода појављује се и спољашња (физичка) ометеност за међусобно уочавање учесника незгоде, због постојања различитих извора светлости који ометају или пак онемогућавају благовремено уочавање пешака. Мала површина тела, као и не постојање површина са ретрорефлектујућим материјалима, у условима смањене видљивости додатно спречавају правовремено уочавање пешака, као и начина кретања, а што може утицати на настанак незгоде.

Значајна разлика у брзинама возила и пешака је још једна од специфичности овог типа судара, па је неопходно анализирати и брзине пре судара, јер су пешаци приморани да процењују брзине возила иако нису за то обучени од стране система. Утврђивање брзина омогућава и реконструкцију кретања и међусобних позиција и проверу могућности избегавања незгоде. Такође, брзина возила има доминантан утицај на тежину последица, као и карактеристике возила, па је потребно и ово детаљно анализирати, како би се адекватно препознали сви утицаји на последице незгоде.

#### 4.5.6. МОДЕЛ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА ТИПА "ВОЗИЛО-ДВОТОЧКАШ"

Незгоде типа "возило-двоточкаш" технички припадају типу судара "возило-возило" јер су обе категорије учесника незгоде возила, али због својих техничких карактеристика и специфичности неопходно их је издвојити као посебну категорију за дубинске анализе. Потребу за развојем посебног модела дубинских анализа за овај тип незгода потврђује и спровођење посебне Европске студије MAIDS, у оквиру које су дубински анализиране незгоде са двоточкашима (Compagne, 2008; MAIDS, 2005). Двоточкаши, као што је претходно показано, могу се поделити на категорије мотоцикала и бицикала и међу њима постоје значајне разлике, па самим тим и незгоде се на тај начин морају и разликовати. За спровођење дубинских анализа саобраћајних незгода типа "возило-двоточкаш" је предложен приказани општи модел због високог броја могућих фактора. Анализом свих фактора предвиђених општим моделом и даљом калибрацијом се може постићи дефинисање посебног модела за овај тип незгода. За спровођење овог процеса је неопходно дубински анализирати значајан број незгода овог типа како би се обезбедила квалитетна база података за калибрацију модела. Код овог типа незгода, због значајно мање учесталости незгода у односу на остале типове, 30-50 незгода на територији Града Београда, као и претежно сезонског карактера употребе

двоточкаша, било би неопходно обухватити целокупан узорак саобраћајних незгода са двоточкашима за дефинисање утицајних фактора. Овде је значајно напоменути, да у овом типу незгода готово да нема незгоде без повређених лица, што свакако значајно утиче на дефинисање фактора који претежно имају за последицу најтеже повреде.

Код незгода са учешћем мотоцикала у потпуности је применљив описани општи модел дубинских анализа, као и модел незгода типа "возило-возило", са посебним освртом на специфичности ових незгода. Незгоде са учешћем мотоцикала су често везане за недовољну привикнутост возача осталих возила на појаву и начин кретања мотоцикала. Имајући то у виду од изузетног значаја је анализирати знања, искуства, ставове и понашање учесника незгода, како мотоциклиста тако и осталих возача. Осим непривикнутости осталих возача на мотоцикле, у значајној мери је присутан и утицај специфичности мотоцикла као возила (потреба одржавања равнотеже, боље убрзање, лакша промена правца, могућност проласка поред возила у траци и сл.), а што све има додатни утицај на усложњавање околности настанка овог типа незгода. Имајући наведено у виду, за правилно разумевање утицајних фактора настанка ових незгода неопходно је детаљно анализирати ток незгоде применом временско-просторне анализе, како би се утврдио начин стварања опасности, а који је последица утицајних фактора. По дефинисању карактеристичних позиција, неопходно је сагледати могућности међусобног уочавања и понашање учесника незгоде у тим позицијама, јер је чест случај свесног предузимања небезбедних радњи. Свакако за правилно дефинисање утицајних фактора, посебно се мора сагледати утицај фактора човек, јер у највећој мери код ових незгода управо он доминантно утиче на њихов настанак.

За разлику од мотоцикала, где су добре перформансе возила доминантне, а имају утицаја и на одлуке и понашање возача, код бицикала је супротно томе мала брзина, али лака промена правца што опет често има за последицу незгоду. Осим карактеристика бицикала још значајнија карактеристика овог типа незгода је што бицикл могу возити сви, без претходно стеченог знања о безбедном учешћу у саобраћају и његове провере. Такође, анализом старосне структуре возача бицикала који су учествовали у незгодама, може се закључити да бицикле претежно возе старије особе и деца. Све ово јасно указује на проблем недовољног знања, искуства, психо-физичког стања и погрешних ставова возача бицикала о безбедном учешћу у саобраћају. У овој категорији незгода фактор окружења има изузетан утицај, јер знања и ставови возача бицикала су последица друштвеног рада и успостављених модела понашања, јер возачи бицикала немају обуке, нити добијају дозволе. Осим фактора човек и окружење неопходно је анализирати и фактор возило, јер су често бицикли неосветљени и необележени, па као такви у условима смањене видљивости представљају изненадне и неочекиване опасности. Свакако и посебно значајно је анализирати и међузависности фактора, јер понашање возача бицикала зависи и од знања и ставова, односно уобичајених правила понашања у средини у којој обитавају. Код незгода са учешћем бицикала требало би као и у моделу за дубинске анализе незгода са учешћем пешака детаљно анализирати структуру личности учесника незгоде, како би се утврдио њихов утицај на настанак незгоде.

## 4.6. ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ РАЗВИЈЕНИХ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА ЗАСНОВАНИХ НА УТИЦАЈНИМ ФАКТОРИМА

Циљ развоја различитих модела дубинских анализа саобраћајних незгода је боље и квалитетније разумевање и утврђивање стварних утицајних фактора настанка незгода уз што мање трошкове. Дакле, као што је већ објашњено процес дубинских анализа је изузетно сложен, јер захтева спровођење одређеног броја различитих анализа. Анализе су захтевне и такође неопходно је доста времена како би се спровеле. Да би се добили жељени резултати и препознали утицајни фактори неопходно је дубински анализирати одређен број саобраћајних незгода, а што захтева доста времена и онемогућава бржу примену. Развој и имплементација ове методе захтева времене и финансијска средства, стручне кадровске капацитете, као и сложен механизам рада, а што све заједно чини методу дубинских анализа ограничено применљивом на широј популацији држава.

Развијени модели омогућавају да се на основу стеченог знања и искустава из експертиза саобраћајних незгода дефинише сет обележја саобраћајне незгоде, који омогућава дефинисање утицајних фактора. Сет обележја које је неопходно прикупити за рад модела може се на брз, лак и једноставан начин прикупити. Ово даље омогућава прикупљање података о саобраћајној незгоди са свешћу о утицајним факторима, што омогућава детаљније анализирање баш тих конкретних података, који су у вези са препознатим утицајним факторима. На овај начин избегнуто је стандардно прикупљање увек свих и истих података о свакој незгоди у дубинским анализама, јер су унапред искључени фактори који не могу имати утицаја на конкретну незгоду, па се даље и не анализирају нити истражују. Применом оваквог модела дубинских анализа омогућено је значајно смањење неопходних ресурса, како неопходног броја тимова и чланова тима, тако и неопходног времена за прикупљање података о појединачној незгоди. Смањивањем потребног времена за прикупљање података, омогућава са друге стране и повећање броја анализираних незгода, што све омогућава прикупљање релевантнијег узорка, који ће на поуздан начин омогућити даље препознавање и дефинисање специфичности утицајних фактора који доводе до настанка незгоде и њених последица и даље калибрисање модела.

Применом предложеног модела могућене су значајне уштеде при спровођењу дубинских анализа, а са друге стране омогућена шира примена и омасовљавање примене. Такође, дефинисање утицајних фактора на почетку процеса прикупљања података, омогућава и прикупљање података од стране техничких лица, а која не морају бити експерти за анализе саобраћајних незгода, јер дефинисањем конкретних фактора се губи потреба за стручним проценама на месту незгоде. Прикупљање података на терену, након дефинисања утицајних фактора, може се свести на устаљене процедуре за сваки од фактора, а даље анализе се и тако раде касније од стране експерата. И ово такође доприноси појефтинијењу процеса спровођења дубинских анализа и масовнијој имплементацији.

Дефинисање различитих модела за поједине типове саобраћајних незгода, односно модификовање општег модела према специфичностима појединих типова незгода омогућава примену најефикаснијег модела за конкретан тип незгода уколико се само он истражује. Наиме, пракса је показала да се у појединим подручјима у одређеном временском периоду анализирају само поједини типови незгода. Развој модела за различите типове незгода омогућава да се на најбољи могући начин препознају утицајни фактори конкретног типа незгоде и што ефикасније сагледају утицаји на настанак незгоде и последица.

Развојем општег модела и посебних модела за поједине типове незгода, омогућено је нпр. да уколико се на неком подручју појављује више незгода појединог типа, тада је ефикасније применити модел дубинских анализа за конкретан тип незгода, јер се у најкраћем временском периоду и најефикасније могу сагледати разлози настанка незгода, препознати утицајни фактори и предузети адекватне мере. С друге стране општи модел омогућава применљивост на било ком подручју, без претходне потребе за сагледавањем структуре саобраћајних незгода, јер омогућава сагледавање свих могућих утицајних фактора.

# 5.

## АНАЛИЗА ТЕСТИРАЊА РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА ДУБИНСКЕ АНАЛИЗЕ

### 5.1. ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Како би се проверила поузданост добијених резултата и верификовала поузданост дефинисања утицајних фактора дубинских анализа, извршено је тестирање развијеног модела. За тестирање је коришћен узорак саобраћајних незгода које су дубински анализирани у току 2018. године на територији Републике Србије. За контролни узорак незгода, пре тестирања поузданости рада модела, од стране стручњака који су вршили дубинске анализе, утврђени су и дефинисани утицајни фактори сваке од незгода, на који начин је дефинисан поуздан скуп утицајних фактора у конкретним незгодама.

Утицајни фактори су дефинисани и препознати у оквиру дубинских анализа саобраћајних незгода. За потребе ове анализе методом случајног узорка издвојено је двадесет седам саобраћајних незгода из дела узорка незгода које је обрађивао стручни тим са Саобраћајног факултета у Београду и формиран је контролни узорак незгода за тестирање рада програма. Избор је извршен тако да је за сваку од категорија учесника и тип незгоде, које су биле у укупном узорку изабран репрезентативни број саобраћајних незгода, а сходно заступљености у контролном узорку.



Како би се систематизовале незгоде према сличним карактеристикама, у укупном узорку дубински анализираних незгода, извршено је груписање на три категорије незгода, и то незгоде са учешћем два возила, незгоде са једним возилом и незгоде са учешћем пешака. У групи незгода са учешћем два возила било је незгода у којима су учествовала два четвороточкаша, бицикл и мотоцикл. Сходно заступљености наведених незгода у укупном узорку, за контролни узорак коришћено је 9 незгода са учешћем пешака, 6 незгода са учешћем једног возила и 12 незгода са учешћем два возила, од којих је 3 било са учешћем мотоцикала и 2 са учешћем бицикала.

Дубинске анализе саобраћајних незгода које су коришћене за тестирање и контролу рада развијеног модела и програма, извршене су од стране истог тима експерата, који је вршио и дубинске анализе саобраћајних незгода на територији града Београда. На овај начин обезбеђено је да су резултати (утврђени утицајни фактори) добијени стандардним процедурама дубинских анализа у обе групе саобраћајних незгода (коришћених за развој и тестирање развијеног програма) на идентичан начин. Овако је обезбеђен поуздан узорак незгода и њихових утицајних фактора за проверу ефикасности и поузданости рада развијеног програма. Приликом дефинисања утицајних фактора настанка саобраћајних незгода и типова незгода, како за развој програма, тако и за његово тестирање, коришћена је номенклатура утицајних фактора усклађена са CaDAS протоколом (Pešić et al., 2014b, 2015), а који се примењује у Републици Србији од 2016. године.

Табела бр. 5.1 – Дефиниције препознатих утицајних фактора саобраћајних незгода на анализираном узорку, према CaDAS протоколу<sup>3</sup>

Ознака фактора	Опис и појашњење утицајног фактора
101	лош или неадекватно одржаван коловоз
103	клизав коловоз због временских прилика
104	неодговарајућа/непостојећа или недовољно уочљива саобраћајна сигнализација
108	утицај пружања пута (превој, усек, засек и сл)
201	неодговарајући, неисправни или лоше надувани пнеуматици
202	неисправност светала или показивача правца
302	незауостављање на знак стоп или неуступање првенства на основу знака укрштања са путем са првенством пролаза
303	прелазак преко неиспрекидане разделне линије на коловозу
304	незауостављање возила испред обележеног пешачког прелаза
306	прекорачење дозвољене брзине кретања
307	неприлагођена брзина условима саобраћаја и стању пута
308	небезбедно одстојање између возила
402	маневар возилом у раскрсници након успешног заустављања пред раскрсницом
403	погрешно извођење окретања или другог маневра возилом
404	погрешно или неуспело давање сигнала другом учеснику у саобраћају пре извођења радње возилом

<sup>3</sup> Пројекат Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије: Праћење основних обележја саобраћајних незгода у Србији у складу са CaDAS препорукама Европске комисије (2014.)

Ознака фактора	Опис и појашњење утицајног фактора
405	пропуст возача који се односи на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације
406	неодговарајућа процена путање или брзине кретања другог учесника у саобраћају
407	неодговарајуће (преблизу) обилажење пешака, бициклисте или јачача
408	предузимање наглог (форсираног) кочења возача
409	нагла (изненадна) промена смера кретања возила
410	губитак контроле над возилом
501	возач под утицајем алкохола
502	возач под утицајем дроге или недозвољених лекова
506	нкоришћење светала ноћу или у условима смањене видљивости
508	коришћење мобилног телефона од стране возача
509	догађаји или радње путника у возилу које ометају возача
602	немарна, безобзирна и ужурбана вожња
605	неискуство возача које је допринело незгоди
701	утицај заустављеног или паркираног возила
703	утицај пружања пута на видљивост возача (превој, кривина и сл.)
704	утицај грађевинских објеката, реклама, саобраћајне сигнализације и сл. на прегледност возача
706	утицај сунчеве светлости (заслепљеност возача) на видљивост возача
707	утицај кише, суснежице, снега или магле на видљивост возача
708	утицај разних облика заплускивања од стране других возила (утицај "спреја") на видљивост возача
802	неопрезно ступање на коловоз пешака, а да се претходно није уверо да то може безбедно да учини
803	погрешна процена брзине и путање кретања возила од стране пешака
805	извођење опасних радњи пешака на коловозу (играње деце, истрчавање испред возила и сл.)
806	пешак под утицајем алкохола и понашање на начин који је допринео саобраћајној незгоди
808	немарно, безобзирно, ужурбано или непромишљено понашање пешака које је допринело саобраћајној незгоди
809	утицај тамне одеће пешака на настанак саобраћајне незгоде
810	утицај болести или инвалидитета пешака (физичке или менталне) на настанак саобраћајне незгоде
999	остали фактори који се не могу придружити претходно наведеним факторима, а имају утицаја

У контролном узорку од 27 саобраћајних незгода, класичним дубинским анализама укупно је препознато 135 утицајних фактора, међу којима постоје понављања појединих од фактора, а који имају утицаја у више различитих саобраћајних незгода. Гледано по појединачним утицајним факторима, у посматраном узорку од 27 незгода појавило се 39 различитих утицајних фактора, међу којима су најзаступљенији били утицајни фактори 406 – неодговарајућа процена путање или брзине кретања другог учесника у саобраћају (у 20 незгода), 405 – пропусти возача који се односе на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације (у 19 незгода) и 306 – прекорачење дозвољене брзине (у 10 незгода), док се значајан број утицајних фактора (укупно 18) појављивао у само по једној саобраћајној незгоди.

Табела бр. 5.2 – Дефиниције типова саобраћајних незгода из анализираниог узорка, према CaDAS протоколу<sup>4</sup>

Ознака типа незгоде	Тип незгоде
100	Прелазак пешака слева, ван раскрснице, без скретања возила
101	Прелазак пешака здесна, ван раскрснице, без скретања возила
103	Прелазак пешака слева, у раскрсници, без скретања возила
115	Пешак се креће дуж коловоза супротно од смера кретања возила
123	Пешак - остале ситуације
304	Незгода са једним возилом - силазак удесно са коловоза на правцу
305	Незгода са једним возилом - силазак улево са коловоза на правцу
306	Незгода са једним возилом - силазак са коловоза у кривини
308	Незгода са једним возилом и превртањем
400	Најмање два возила која се крећу у истом смеру - претицање
401	Најмање два возила која се крећу у истом смеру - сустизање
402	Најмање два возила која се крећу у истом смеру - укључивање у саобраћају
405	Најмање два возила која се крећу у истом смеру без скретања, није специфицирано
406	Најмање два возила - чеони судар
409	Незгоде са најмање два возила - супротни смерови без скретања није специфицирано
503	Најмање два возила која се крећу истим путем у истом смеру уз скретање, скретање лево испред другог возила
510	Најмање два возила која се крећу различитим путевима уз пролазак кроз раскрсницу, или од којих једно прелази преко коловоза, без скретања

Применом развијеног програма заснованог на Бајесовим неуронским мрежама анализирана су обележја наведених саобраћајних незгода контролне групе и у датом узорку укупно је препознато 143 фактора. Примењеним програмом у укупном броју препознатих фактора препознат је 31 различит фактор, међу којима су најзаступљенији фактори:

- 406 – неодговарајућа процена путање или брзине кретања другог учесника у саобраћају (20 незгода),
- 405 – пропусти возача који се односе на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације (19 незгода),
- 808 – немарно, безобзирно, ужурбано или непромишљено понашање пешака које је допринело саобраћајној незгоди (9 незгода),

<sup>4</sup> Пројекат Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије: Праћење основних обележја саобраћајних незгода у Србији у складу са CaDAS препорукама Европске комисије (2014.)

- 303 – прелазак преко неиспрекидане разделне линије на коловозу (8 незгода),
- 703 – утицај пружања пута на видљивоствозача (8 незгода),
- 708 – утицај разних облика заплускивања од стране других возила на видљивост возача (8 незгода).

С друге стране, 11 препознатих фактора се појавило у само по једној саобраћајној незгоди (видети Табелу бр. 5.3).

Спроведеном анализом развијеним програмом, препознато је укупно 100 утицајних фактора који су довели до настанка незгода из контролног узорка. У укупном броју утицајних фактора програм је препознао утицаје 24 различита фактора. С друге стране, преосталих 35 утицајних фактора, од укупног броја утицајних фактора (135), није било препознато од стране програма за конкретне незгоде. Упоредјујући резултате добијене применом развијеног програма и класичним дубинским анализама утврђено је да програм није препознао 21 различит утицајни фактор. Непрепознати утицајни фактори нису препознати у појединим конкретним незгодама где су имали утицаја, али је већина тих фактора била препозната у укупном узорку незгода. Програм је на основу задатих обележја незгода из контролне групе, као што је већ наведено, укупно препознао 143 фактора, па су осим утицајних фактора препознати и други потенцијални фактори који би могли имати утицаја на анализиране незгоде. Осим утицајних фактора утврђених дубинским анализама саобраћајних незгода (100 утицајних фактора), програм је препознао још 21 фактор, који су се појавили укупно 43 пута у контролном узорку незгода, чинећи укупно 143 препозната фактора.

Табела бр. 5.3 – Утицајни фактори дубински анализираних саобраћајних незгода

Ред. бр. СН	Тип незгоде	Утицајни фактори	Препознати фактори	Препознати утицајни фактори	Непрепознати утицајни фактори	Препознати фактори без утицаја
1	103	802; 803; 104; 405; 406; 306	104; 406; 802; 808; 306; 405; 803; 402	802; 803; 104; 405; 406; 306	-	808; 402
2	115	808; 806; 407; 406; 509; 707	406; 407; 103; 806; 808	808; 806; 407; 406;	509; 707	103
3	100	802; 803; 406; 304; 104	104; 406; 802; 808; 803	802; 803; 406; 104	304	808
4	308	405; 306; 502; 103	405; 303; 306; 708; 502	405; 502; 306	103	303; 708
5	306	405; 108; 501; 410; 703	405; 303; 501; 703	405; 501; 703	108; 410	303
6	305	405; 509; 501; 306; 307; 103; 410	405; 103; 501; 707; 306; 708	405; 501; 103; 306	509; 307; 410	707; 708
7	402	405; 404; 406; 501; 101; 306	406; 101; 602; 306; 405; 303; 501; 307; 708	405; 406; 501; 101; 306	404	602; 303; 307; 708

Ред. бр. СН	Тип незгоде	Утицајни фактори	Препознати фактори	Препознати утицајни фактори	Непрепознати утицајни фактори	Препознати фактори без утицаја
8	406	405; 108; 406; 303; 703	406; 405; 303; 508; 306; 703; 509	405; 406; 303; 703	108	306; 508; 509
9	406	406; 405; 303; 707; 708; 103; 306	406; 405; 303; 707; 506; 306; 708	406; 405; 303; 707; 708; 306	103	506
10	406	406; 405; 108; 303; 703	406; 405; 303; 703; 506; 708	406; 405; 303; 703	108	506; 708
11	409	406; 405; 303	406; 405; 303	406; 405; 303	-	-
12	503	409; 406; 405; 402; 407	406; 405; 402	406; 405; 402	409; 407	-
13	400	406; 405; 409; 202	406; 405; 202; 708	406; 405; 202	409	708
14	115	808; 406; 501	406; 202; 808; 501	808; 406; 501	-	202
15	401	406; 103; 405; 408; 707; 708; 308	406; 103; 405; 202; 408; 707; 708	406; 103; 405; 408; 707; 708	308	202
16	304	201; 410	410; 703	410	201	703
17	510	302; 704; 405; 406; 506; 999	406; 405; 302; 707; 703; 506; 402	302; 406; 405; 506	704; 999	707; 703; 402
18	100	802; 803; 406	406; 808; 803	406; 803	802	808
19	123	805; 803; 808; 406; 501; 605	406; 802; 808; 803; 806; 501	803; 808; 406; 501	805; 605	802; 806
20	409	108; 704; 406; 703; 405	406; 405; 202; 703; 506; 708	405; 406; 703	108; 704	202; 506; 708
21	103	802; 104; 704; 405; 406; 809; 501	104; 406; 101; 802; 808; 405; 304; 809; 402; 501	802; 104; 405; 406; 809; 501	704	101; 808; 402; 304
22	304	306; 501; 405; 999	306; 405; 501; 108; 703	306; 501; 405	999	108; 703
23	100	802; 803; 104; 704; 406	104; 406; 802; 808	802; 104; 406	803; 704	808
24	101	802; 803; 306; 810; 406	406; 802; 808; 306; 803	802; 803; 406; 306	810	808
25	306	108; 307; 306; 405; 703	306; 405; 703; 706	405; 306; 703	108; 307	706
26	402	403; 405; 306	306; 405; 303	405; 306	403	303
27	405	405; 406; 307; 306; 501; 701	406; 405; 408; 501; 306	405; 406; 501; 306	307; 701	408
<b>Σ</b>	-	<b>135</b>	<b>143</b>	<b>100</b>	<b>35</b>	<b>43</b>

Анализом броја и односа утицајних фактора и препознатих фактора по појединачној саобраћајној незгоди из контролног узорка незгода, утврђено је да се број утицајних фактора на основу дубинских анализа кретао од два до седам утицајних фактора. Број фактора које је препознао програм, као потенцијалне по појединачним саобраћајним незгодама, кретао се од два до десет фактора, при чему сви препознати фактори нису били и стварно утицајни у конкретним незгодама. Највише препознатих утицајних фактора по незгоди је било шест, од чега су у једној незгоди то били сви утицајни фактори. Најмањи број препознатих утицајних фактора је био један, тако да није било случајева да програм није препознао ни један утицајни фактор незгоде из контролног узорка. Због лакшег разумевања добијених резултата у незгоди у којој су постојала само два утицајна фактора, програм је препознао један од та два фактора и у конкретној незгоди је остварена најмања поузданост од 50%.

Табела бр. 5.4 – Број утицајних и препознатих фактора саобраћајних незгода

Ред. бр. СН	Тип незгоде	Број утицајних фактора	Број препознатих фактора	Број препознатих утицајних фактора	Процент препознавања
1	103	6	8	6	100%
2	115	6	5	4	66.7%
3	100	5	5	4	80%
4	308	4	5	3	75%
5	306	5	4	3	60%
6	305	7	6	4	57.1%
7	402	6	9	5	83.3%
8	406	5	7	4	80%
9	406	7	7	6	85.7%
10	406	5	6	4	80%
11	409	3	3	3	100%
12	503	5	3	3	60%
13	400	4	4	3	75%
14	115	3	4	3	100%
15	401	7	7	6	85.7%
16	304	2	2	1	50%
17	510	6	7	4	66.7%
18	100	3	3	2	66.7%
19	123	6	6	4	66.7%
20	409	5	6	3	60%
21	103	7	10	6	85.7%
22	304	4	5	3	75%
23	100	5	4	3	60%
24	101	5	5	4	80%
25	306	5	4	3	60%
26	402	3	3	2	66.7%
27	405	6	5	4	66.7%
УКУПНО	-	135	143	100	74,1%

Укупно гледано за цео контролни узорак незгода, развијени програм је показао завидан ниво поузданости препознавања утицајних фактора од 74,1%. Процент препознавања утицајних фактора различито се кретао за различите групе и типове незгода, али није био ни за један тип незгоде мањи од 50%, што обезбеђује задовољавајући ниво поузданости рада програма, имајући у виду ограничени расположиви узорак незгода за обуку и тестирање.

За групу саобраћајних незгода са учешћем пешака остварена је поузданост препознавања утицајних фактора од 78,4%, за групу незгода са учешћем једног возила од 62,9% и за групу незгода са учешћем два возила од 75,8%. Најмању поузданост препознавања утицајних фактора од 50% програм је показао код саобраћајних незгода типа 304 (силазак једног возила удесно са коловоза у правцу), док је за саобраћајне незгоде типова 103 (прелазак пешака слева, у раскрсници, без скретања возила), 409 (незгода са најмање два возила- супротни смерови без скретања није специфицирано) и 115 (пешак се креће дуж коловоза супротно од смера кретања возила) из контролног узорка показао 100% препознавања утицајних фактора (видети Табелу бр. 5.4).

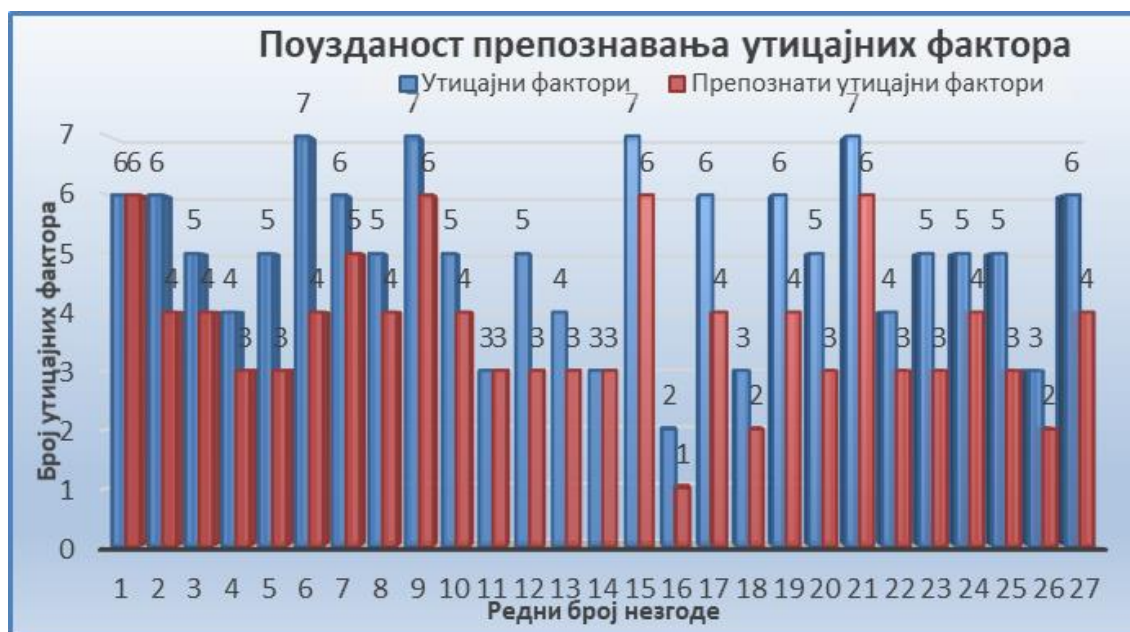


График бр. 5.1 – Број стварних и препознатих утицајних фактора по незгодама

Најчешћи утицајни фактори у контролном узорку незгода били су фактори:

- 406 – неодговарајућа процена путање или брзине кретања другог учесника у саобраћају,
- 405 – пропусти возача који се односе на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације,
- 306 – прекорачење дозвољене брзине,
- 501 – возач под утицајем алкохола, од којих су готово сви и потпуно препознати од стране програма.

Већина доминантних утицајних фактора у контролном узорку незгода је у значајној мери и препозната од стране програма, што додатно указује на добру поузданост откривања доминантних утицајних фактора у односу на остале факторе. Фактори који су ређе имали утицаја на настанак незгода су и у мањој мери препознавани од стране програма, а што је вероватно последица немогућности обучавања програма због ограниченог узорка расположивих незгода са тим утицајним факторима.

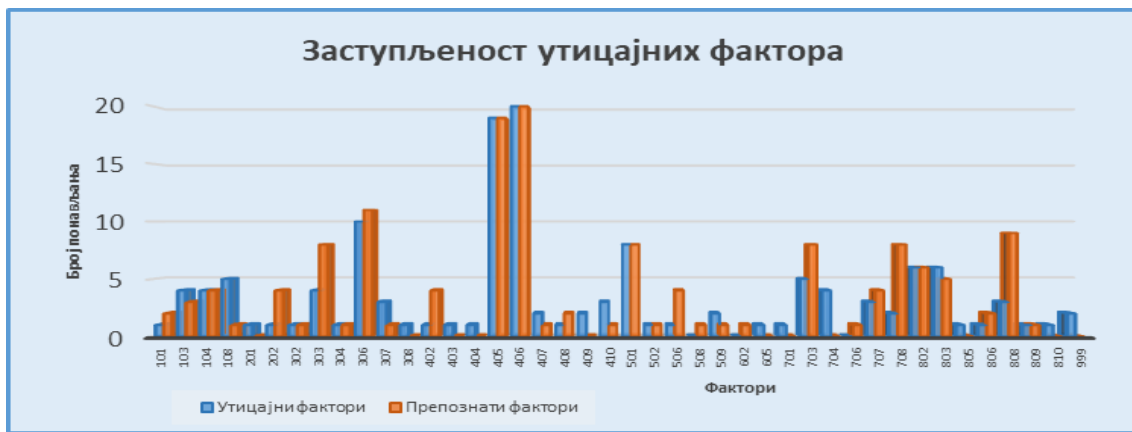


График бр. 5.2 – Заступљеност препознатих и утицајних фактора

Анализа препознавања појединачних утицајних фактора на настанак незгода од стране програма, односно поузданост препознавања појединачног утицајног фактора, показала је да најчешћи утицајни фактори настанка незгода бивају у потпуности препознати од стране програма (фактори 405, 406, 306, 703, 303 и 104). Поједини од утицајних фактора који се мање појављују у контролном узорку незгода као утицајни, ређе се и препознају програмом, а поједини утицајни фактори уопште нису препознати од стране програма (108, 704, 307, 409, 999). Непрепознавање појединих утицајних фактора захтева детаљније анализирање разлога и околности када нису препознати, а што ће бити детаљније анализирано у дискусији резултата.

Најчешће непрепознати фактор у контролном узорку незгода био је фактор 108 (утицај пружања пута (превој, усек, засек и сл.)), који није препознат у 5 саобраћајних незгода, а у којима је имао утицаја. За њим следи фактор 704 (утицај грађевинских објеката, реклама, саобраћајне сигнализације и сл. на прегледност возача) са четири непрепознавања и фактор 307 (неприлагођена брзина условима саобраћаја и стању пута) са три непрепозната утицаја. Ова три фактора се могу издвојити као фактори за које је неопходно детаљније анализирати разлоге њиховог непрепознавања од стране програма. Остали непрепознати фактори веома ретко се јављају у незгодама и није их било у узорку незгода за обучавање, па то није неопходно ни детаљније анализирати, јер програм врши препознавање на основу познатих фактора незгода из групе фактора коришћених за обучавање.

Програм је осим препознавања утицајних фактора саобраћајних незгода препознао и факторе који нису били препознати од стране тима за дубинске анализе саобраћајних незгода. Међу најчешће препознатим факторима који нису имали утицаја на незгоде из посматраног узорка су фактори са средњом фреквенцијом појављивања. Међу овом групом фактора није било најчешћих утицајних фактора контролне групе, а што додатно говори о поузданости препознавања најчешћих утицајних фактора. Најчешће препознати фактори који нису имали утицаја на конкретне незгоде су фактори 808 и 708, који су у појединим незгодама имали утицаја, али их је програм чешће препознавао него што им је утицај био заступљен. У појединим случајевима утицајни фактор који се често препознаје (нпр. 103 – клизав коловоз због временских прилика, 802 – неопрезно ступање на коловоз пешака, а да се



претходно није уверио да то може безбедно да учини и 108 – утицај пружања пута (превој, усек, засек и сл.) бива препознат и када у конкретној незгоди нема утицаја. С друге стране, поједини фактори ређе бивају препознати када имају утицаја него када немају, као што су фактори:

- 402 (маневар возилом у раскрсници након успешног заустављања пред раскрсницом),
- 202 (неисправност светала или показивача правца),
- 506 (некоришћење светала ноћу или у условима смањене видљивости)
- 808 (немарно, безобзирно, ужурбано или непромишљено понашање пешака које је допринело саобраћајној незгоди).

Последњу групу фактора чине фактори који нису били препознати када су имали утицај ни у једном случају, али су препознати у незгодама када нису имали утицаја (508 – коришћење мобилног телефона од стране возача, 602 – немарна, безобзирна и ужурбана возња и 706 – утицај сунчеве светлости (заслепљеност возача) на видљивост возача).

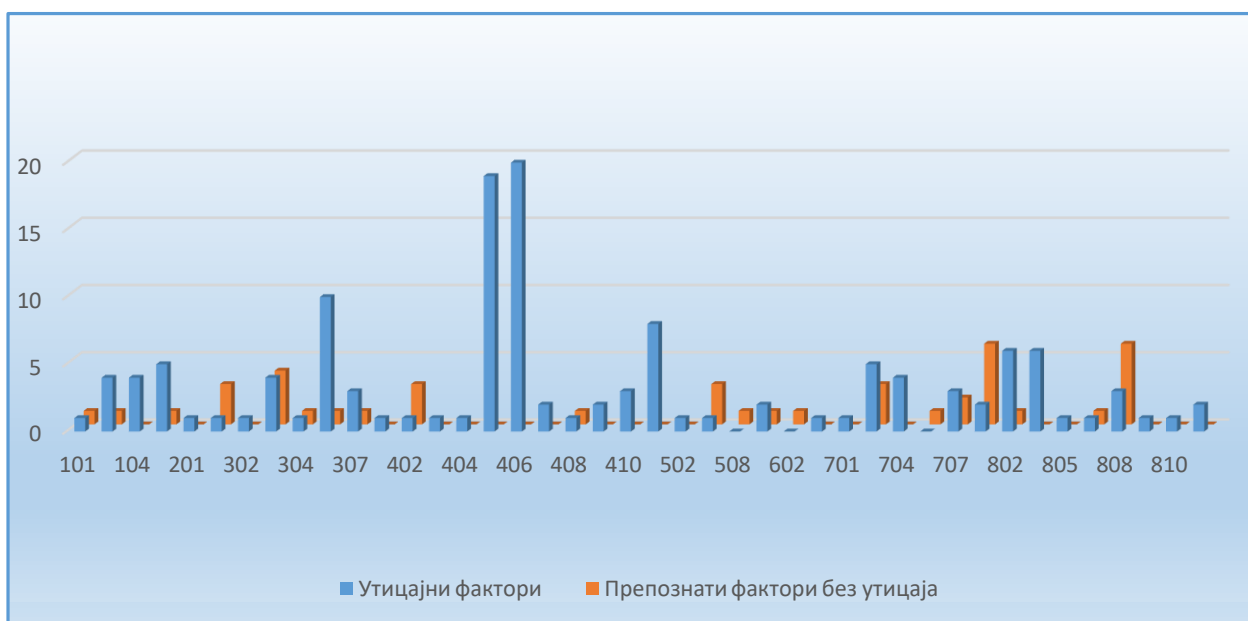


График бр. 5.3 – Поређење утицајних и најчешће препознатих фактора који нису имали утицаја из контролног узорка незгода

Најчешће препознати фактори који нису имали утицаја на конкретну незгоду (708 – утицај разних облика заплускивања од стране других возила на видљивост возача и 808) су препознати по шест пута у посматраном узорку од 27 саобраћајних незгода. За њима следи фактор 303 (прелазак преко неиспрекидане разделне линије на коловозу) са пет препознавања и фактори 202, 402, 506 и 703 са по три препознавања. Остали препознати фактори нису имали значајнији проценат препознавања, па их није неопходно детаљније анализирати у циљу утврђивања околности њиховог појављивања у контролном узорку незгода.



График бр. 5.4 – Препознати фактори према врсти утицаја на незгоде

Анализом појединачних фактора које је програм препознао и које није препознао, може се закључити да се утицајни фактори који су најдоминантнији у посматраном узорку (406 – неодговарајућа процена путање или брзине кретања другог учесника у саобраћају и 405 – пропуст возача који се односи на направилно сагледавање саобраћајне ситуације) без грешке препознају и нема њиховог препознавања када нису имали утицаја на саобраћајне незгоде. Неки од фактора (104 – неодговарајућа/непостојећа или недовољно уочљива саобраћајна сигнализација и 501 – возач под утицајем алкохола) се такође без грешке препознају и нема њиховог препознавања када немају утицаја, иако њихова заступљеност у укупном узорку фактора није била изузетно значајна. Може се издвојити посебна група фактора (704, 999, 409, 201, 308, 403, 404, 409, 605, 701, 805 и 810) који нису препознати као утицајни фактори нити су били икада препознати као фактори када нису имали утицаја. Имајући у виду да се ова група фактора не препознаје од стране програма, неопходно је детаљни анализирати разлоге за њихово непрепознавање.

Имајући у виду да се околности настанка појединих типова незгода значајно разликују, при чему и настанку незгода доприносе различити утицајни фактори, то је у наставку спроведена анализа препознавања утицајних фактора према основним групама саобраћајних незгода.

**Анализом групе незгода са учешћем пешака** утврђено је велико препознавање најчешћих утицајних фактора. Највише заступљени утицајни фактори у контролном узорку незгода су готово стопроцентно препознати, осим што утицај фактора 803 (погрешна процена брзине и путање кретања возила од стране пешака) у једној незгоди није препознат. Најзаступљенији утицајни фактор код ове групе незгода, а који је и навише препознат од стране програма, је фактор 406 (неодговарајућа процена путање или брзине кретања другог учесника у саобраћају), за којим следе фактори 802 (неопрезно ступање на коловоз пешака, а да се претходно није уверио да то може безбедно да учини), 803 и 104. Такође, код средње заступљених утицајних фактора препознавање је потпуно, при чему се за факторе 808 и 806 (пешак под утицајем алкохола и понашање на начин који је допринео саобраћајној незгоди) може истаћи да је веће препознавање од стране програма него што они реално имају утицаја у конкретним незгодама.

Поједини од утицајних фактора (509, 605, 707, 805 и 810) са изразито малом учесталашћу (по једно појављивање у узорку незгода) су били непрепознати од стране развијеног програма. Насупрот томе, поједини од фактора (101, 103, 202 и 402), који нису имали утицаја на конкретне незгоде са учешћем пешака, препознати су од стране развијеног програма, а што је потребно детаљније анализирати у наставку.



График бр. 5.5 –Однос препознатих и утицајних фактора код незгода са учешћем пешака

Процент препознавања утицајних фактора саобраћајних незгода са учешћем пешака се кретао између 60% и 100%. У само једној незгоди проценат препознатих фактора је био 60%, а у по три незгоде је био 66,7% и 80%, док је у две незгоде био 100% и у једној незгоди 85,7%. Може се закључити да проценат поузданости препознавања утицајних фактора варира од незгоде до незгоде, чак и за исте типове незгода у оквиру групе незгода са пешацима, а што може бити у вези са различитим околностима под којима настају незгоде истог типа.

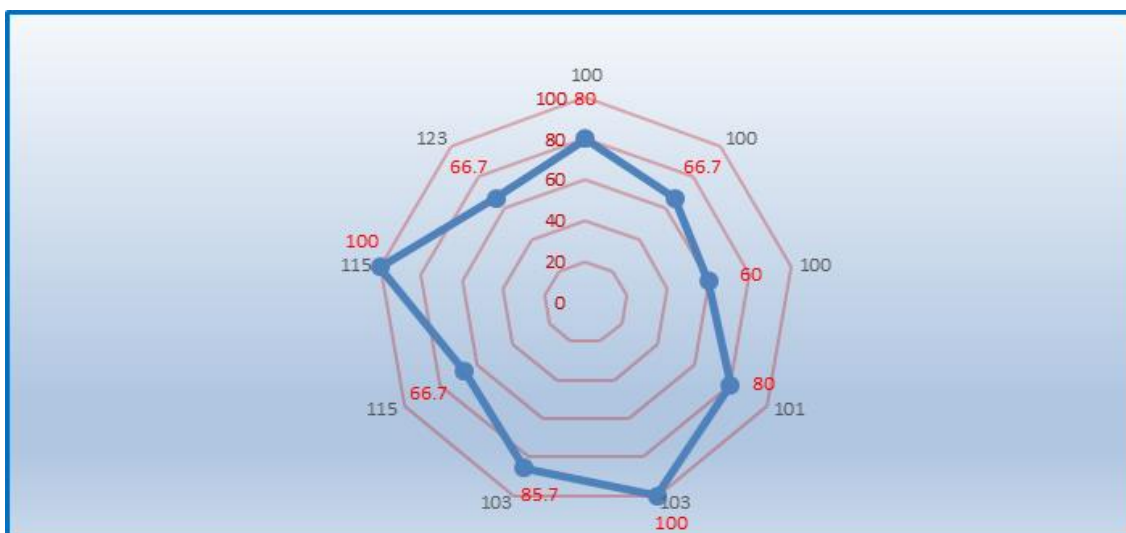


График бр. 5.6 – Процент препознатих утицајних фактора према типовима свих незгода

Ради бољег сагледавања утицаја појединих фактора на сличне незгоде, извршено је груписање утицајних фактора према типу незгоде. Добијена је просечна поузданост препознавања утицајних фактора по појединим типовима незгода из контролног узорка. За тип саобраћајне незгоде 100 (прелазак пешака са леве стране ван раскрснице без скретања) остварена је просечна поузданост 69,2%, док је за тип 103 (прелазак пешака слева, у раскрсници, без скретања возила) просечна поузданост 92,3% и за тип 115 (пешак се креће дуж коловоза супротно од смера кретања возила) просечна поузданост 77,8%. За остале типове незгода са пешацима није било више незгода у посматраном контролном узорку, па није било могуће утврдити просечне вредности поузданости, па је коришћена већ утврђена поузданост на нивоу једне незгоде.

**У групи незгода са учешћем једног возила** из контролног узорка незгода, три фактора (405 – пропусти возача који се односе на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације, 501 – возач под утицајем алкохола и 502 – возач под утицајем дроге или недозвољених лекова) су стопроцентно препознати од стране програма. Остали фактори који су чешће имали утицаја у контролном узорку су и у већој мери препознати од стране програма, док су фактори који су ређе имали утицаја и ређе препознати од стране програма (201 – неодговарајући, неисправни или лоше надувани пнеуматици, 509 – догађаји или радње путника у возилу које ометају возача и 999). Као и у претходним анализама и у узроку незгода са учешћем једног возила препознати су поједини фактори од стране програма, а који нису имали утицаја на конкретне незгоде из контролног узорка (303, 708, 706, и 707).



График бр. 5.7 – Однос препознатих и утицајних фактора код незгода са учешћем једног возила

Процент препознавања утицајних фактора саобраћајних незгода са учешћем једног возила, из контролне групе, указује да су у овој групи незгода остварени најлошији резултати препознавања. У једној саобраћајној незгоди ове групе незгода, остварена је минимална поузданост за цео контролни узорак незгода, од 50%. Поузданост препознавања утицајних фактора се у овој групи незгода кретала од минималних 50% до максималних 75%, што дефинитивно ука-

зује да је препознавање утицајних фактора у овој групи незгода испод просека за цео контролни узорак незгода, као и за преостале две групе незгода. Анализом поузданости по утицајним факторима уочено је да је за фактор 304 (незаустављање возила испред обележеног пешачког прелаза) препозната различита поузданост од незгоде до незгоде, док је за фактор 306 (прекорачење дозвољене брзине) константна поузданост за све незгоде из узорка.

Груписањем поузданости утврђивања утицајних фактора према типу незгоде добијена је просечна поузданост препознавања утицајних фактора код незгода типа 304 (незгоде са једним возилом – силазак удесно са коловоза на правцу) од 66,7%, док су за остале типове незгода из контролног узорка просечне поузданости идентичне појединачним поузданостима тих појединачних незгода.



График бр. 5.8 –Процент препознатих утицајних фактора код незгода са учешћем једног возила

Код **незгода са учешћем два возила** из контролне групе незгода, остварено је највеће потпуно препознавање најчешћих утицајних фактора ове категорије незгода. За најдоминантније факторе 405 (пропусти возача који се односе на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације) и 406 (неодговарајућа процена путање или брзине кретања другог учесника у саобраћају) остварено је стопроцентно препознавање, као и за факторе 501, 307, 302 и 101, који су мање заступљени у посматраном узорку незгода. Код ове групе незгода поједини утицајни фактори попут фактора 108, 308, 403, 404, 407, 701 и 999 нису препознати од стране програма као утицајни, мада им је и учесталост утицаја изузетно мала. Код појединих утицајних фактора (303, 708, 306, 202, 703, 707, 506 и 408) присутна је већа заступљеност препознавања од стварног утицаја у анализираној групи незгода, а што свакако омогућава потпуно препознавање њиховог утицаја у свим незгодама када га има, као и на указивање на могући утицај у осталим незгодама. И у овој групи незгода постоје фактори које је програм препознао, а нису били од утицаја на конкретне незгоде из контролног узорка и то су фактори 508 (коришћење мобилног телефона да стране возача), 509 (догађаји или радње путника у возилу које ометају возача) и 602 (немарна, безобзирна и ужурбана вожња).



График бр. 5.9 – Однос препознатих и утицајних фактора код незгода са учешћем два возила

Процент препознатих утицајних фактора код саобраћајних незгода са учешћем два возила из контролне групе незгода, показао је високу поузданост препознавања. Поузданост се креће од најмање 60% до највише 100%, при чему је за један исти тип саобраћајне незгоде (409 – незгоде са најмање два возила - супротни смерови без скретања није специфицирано) препознат максимални и минимални проценат утицајних фактора, што указује на значај детаљнијег анализирања разлика између тих незгода. У једној саобраћајној незгоди остварено је 100% препознавања утицајних фактора, у две незгоде 85,7%, 80% и 60%, у једној незгоди 83,3% и 75%, у три незгоде 66,7%.

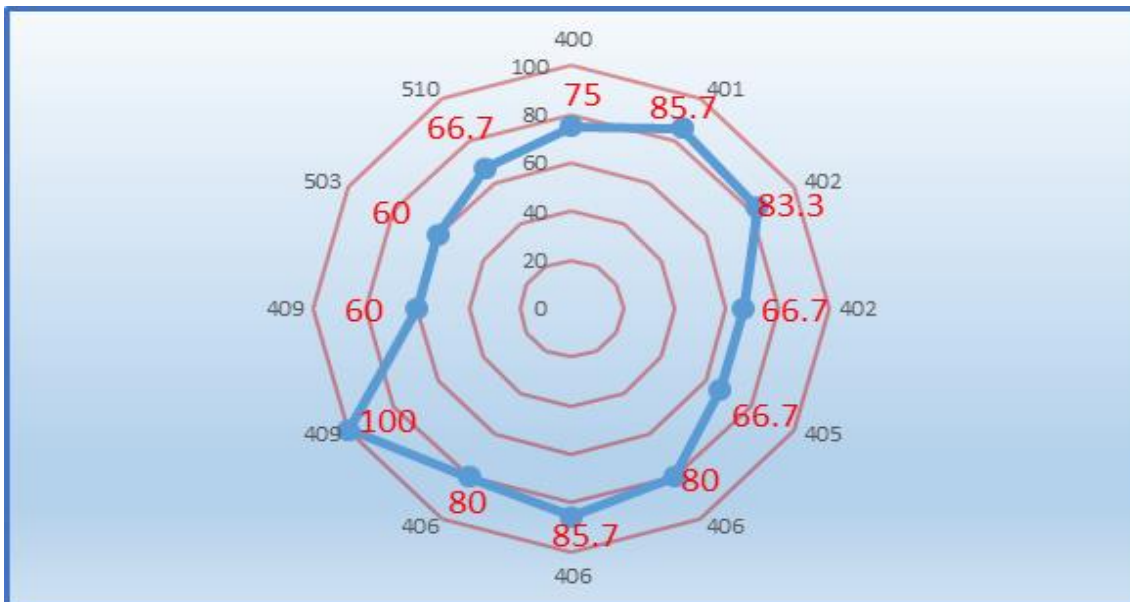


График бр. 5.10 –Процент препознатих утицајних фактора код незгода са учешћем два возила

Груписањем поузданости утврђивања утицајних фактора према типу незгоде, у групи незгода са учешћем два возила из контролне групе, добијена је просечна поузданост препознавања утицајних фактора код типа незгоде 402 (најмање два возила која се крећу у истом смеру - укључивање у саобраћају) од 77,8%, код типа незгоде 406 (најмање два возила - чеони судар) од 82,4% и код типа незгоде 409 (незгоде са најмање два возила - супротни смерови без скретања није специфицирано) од 85,7%. За остале типове незгода из контролног узорка незгода са учешћем два возила, просечне поузданости су идентичне појединачним поузданостима тих незгода, јер није било више незгода истог типа у узорку.

## 5.2. ТУМАЧЕЊЕ РЕЗУЛТАТА

Од укупног броја утицајних фактора (135) који су фигурирали у контролној групи незгода, развијеним програмом препознато је 100 утицајних фактора, што чини 74,1% препознатих фактора. Програм је осим утицајних фактора препознао још 35 фактора, а који би према програму били потенцијално могући утицајни фактори. Како би се проверила поузданост рада програма и предупредило препознавање фактора који не би могли имати утицаја, извршена је провера свих препознатих фактора, а који нису имали утицаја у конкретним незгодама и од стране експерата који су вршили дубинске анализе незгода из контролног узорка класичним путем. Извршеном анализом утврђено је да су сви препознати фактори, па и фактори који у конкретним незгодама нису имали утицаја, а препознати су од стране програма, у домену потенцијално могућих утицајних фактора за дате типове незгода. Чињеница да у конкретној незгоди нису утицали или пак нису били препознати од стране експерата, не искључује да је њихов утицај могућ у незгодама тог типа које се догоде под истим или сличним околностима. Имајући наведено у виду, развијени програм није препознао ни један утицајни фактор који би представљао грубу грешку или немогући фактор за конкретну незгоду. Ова чињеница је од изузетног значаја јер показује да програм не прави значајне ("грубе") грешке, већ само у домену могућих утицајних фактора, а што је у домену калибрације модела, која зависи од количине расположивих незгода, и што је био ограничавајући фактор. Препознавање већег броја могућих фактора од броја оних који су били утицајни, без препознавања немогућих утицајних фактора, указује на високу поузданост препознавања групе утицајних фактора и потребу за повећањем осетљивости програма, а која би унапредила да се унутар групе фактора препознају само утицајни.

Како нису препознати сви утицајни фактори (њих 35) у контролној групи незгода извршено је детаљно анализирање непрепознатих фактора по појединачним саобраћајним незгодама, са циљем утврђивања разлога њиховог непрепознавања од стране програма. Оно што је прво уочено приликом анализе типова незгода у контролној и групи незгода које су служиле за обучавање Бажесове неуронске мреже је да је различита заступљеност према типовима незгода у посматраним групама.

Даљом анализом утврђено је постојање зависности процента препознавања утицајних фактора код појединих типова незгода од њихове заступљености у групи незгода коришћених за обучавање. Код типова незгода које су биле мање заступљене у групи незгода за обучавање, програм слабије препознаје утицајне факторе, у односу на типове незгода које су биле више заступљене. Такође, унутар појединих типова незгода околности настанка конкретних незгода су различите, па је уочено и да је за незгоде чије су околности биле мање присутне у групи незгода за обучавање долазило и до препознавања фактора који нису били утицајни од стране програма. Имајући то у виду, уочено је да за незгоде које су се догађале у сличним околностима и већа им је заступљеност у групи незгода за обучавање изузетно је мала грешка у препознавању утицајних фактора.

С друге стране, поједине околности настанка неког типа незгоде, које нису честе, имају за последицу слабије препознавање утицајних фактора и појаву препознавања фактора који нису били утицајни. Ово је последица научених специфичности настанка одређеног типа незгоде или датих околности под којима је незгода настала, а такође условљених бројем расположивих незгода. Имајући наведено у виду препознато је да је програм осетљив на заступљеност појединих незгода (типова и околности) у незгодама које служе за обучавање Бајесове неуронске мреже, па је за повећање поузданости и осетљивости рада програма неопходно повећати узорак незгода које служе за обучавање и водити рачуна да у њему буду заступљени сви типови и сценарији (околности) настанка незгода. На овај начин би се повећала поузданост препознавања утицајних фактора, као и осетљивост у раду програма и смањио број препознатих потенцијалних утицајних фактора.

Анализом добијених разлика у препознавању утицајних фактора у зависности од типа незгоде, утврђено је да је најслабије препознавање било код незгода типа 304 (50%). Провером у бази незгода за обучавање Бајесове неуронске мреже утврђено је да је изузетно мала заступљеност незгода типа 304 (незгода са једним возилом - силазак удесно са коловоза на правцу), са само 4 саобраћајне незгоде (4,4% узорка). Ово за последицу има и слабију могућност учења мреже о том типу незгода, па и мање препознавање утицајних фактора код овог типа незгода. Такође, код конкретне незгоде постојао је и минималан број утицајних фактора (свега 2 фактора), што је имало утицаја на смањену вероватноћу препознавања, јер су постојале само три могуће вероватноће (0%, 50% и 100%), а што такође смањује и могућност препознавања. Незгоде типа 103 (прелазак пешака слева, у раскрсници, без скретања возила) су имале највећи просечни проценат препознавања утицајних фактора (92,8%), па је анализирана и заступљеност овог типа незгода у узорку незгода за обучавање. Незгоде овог типа су биле знатније заступљене у наведеном узорку (18%), што је свакако имало утицаја на поузданије препознавање утицајних фактора тог типа незгода на контролној групи незгода. Оно што се може закључити на основу анализе максималне и минималне поузданости препознавања утицајних фактора је да су осим типа незгоде изузетно значајне и остале околности настанка незгоде и да је неопходно узорак незгода за обучавање повећати и водити рачуна о подједнакој (пропорционалној) заступљености свих могућих сценарија незгода, како модел не би фаворизовао поједине факторе.



Анализом процентуалне заступљености појединих група незгода према дефинисаним групама, може се закључити да групе незгода са учешћем пешака имају највећи просечни проценат препознавања (78,4%), за њима следе незгоде са два возила (75,8%), док је код незгода са једним возилом тај проценат значајно мањи (62,8%). Сходно претходно утврђеним зависностима препознавања утицајних фактора за поједине типове незгода од заступљености у узроку за обучавање, извршено је и поређење према групама незгода. Ово је још више указало на значај заступљености незгода у узорку за обучавање за поузданост рада програма, јер су незгоде са једним возилом биле изузетно слабо заступљене у узорку незгода за обучавање, док су незгоде са учешћем пешака биле најзаступљеније.

Имајући у виду претходно уочене зависности процента препознавања утицајних фактора од величине узорка незгода за обучавање Бајесове неуронске мреже, утврђено је да није постојала могућност за квалитетнијим обучавањем за све потенцијалне типове и могуће сценарије незгода због специфичности и доступности таквих анализа. Наиме, у Србији је ограничен број до сада спроведених дубинских анализа, па није могуће користи већи узорак незгода за обучавање од примењеног, те он представља ограничавајући фактор за обуку мреже. Такође, дубински анализиране незгоде које су служиле за обучавање су се догодиле у урбаном подручју, а незгоде из контролне групе претежно на отвореним деоницама пута (ван урбаних подручја), па је и била очекивана разлика у могућности препознавања свих утицајних фактора, јер се поједини разликују од карактеристика подручја. Како за сада не постоје дубински анализиране незгоде на истом подручју у различитим периодима, то је за контролу рада програма коришћен поменути узорак незгода, јер су биле спроведене од стране истих експерата само на различитим подручјима Републике Србије, при чему су у оба узорка биле и незгоде са територије Града Београда. Свакако, уколико би се и за обучавање и контролу мреже користиле незгоде са истог подручја и дубински анализиране од истих експерата добијени резултати би свакако били поузданији и била би већа вероватноћа препознавања утицајних фактора.

Анализа поузданости препознавања појединих утицајних фактора је указала да је програм "готово без грешке" препознавао утицајне факторе који су били најчешћи, односно најзаступљенији и у групи незгода за обучавање и контролу. Најчешћи утицајни фактори (406 – неодговарајућа процена путање или брзине кретања другог учесника у саобраћају, 405 – пропуст возача који се односи на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације, 306 – прекорачење дозвољене брзине и 501 – возач под утицајем алкохола) су увек били препознати и само је фактор 306 (прекорачење дозвољене брзине) једном био препознат и када није имао утицаја, а што говори о томе да се са повећавањем узорка незгода за обучавање повећава и ефикасност рада програма. Најлошију поузданост препознавања програм је показао код фактора који су били слабо заступљени у групи незгода за обучавање, као што су фактори 108 (утицај пружања пута (превој, усек, засек и сл.)), 704 (утицај грађевинских објеката, реклама саобраћајне сигнализације и сл. на прегледност возача), 307 (неприлагођена брзина условима саобраћаја и стању пута) и сл.

Анализом врсте и типа утицаја утврђено је да су најзаступљенији препознати утицајни фактори били везани за понашање возача, као што су неправилно сагледавање саобраћајне ситуације и процене путање кретања других учесника у саобраћају, а што је подједнако заступљено и у незгодама у урбаним и другим срединама, па и у узорку незгода за обучавање и контролу рада програма. С друге стране најлошије препознати утицајни фактори били су у вези са утицајем пружања пута, објеката поред пута и неприлагођене брзине кретања, а што је све карактеристично за незгоде на отвореним деоницама путева, а не и за незгоде у урбаним срединама. Како поменути фактори нису карактеристични за урбане средине, нису ни препознати у знатној мери код незгода које су служиле за обучавање програма, па самим тим није омогућено ни програму да их препозна у одговарајућој мери код незгода из контролне групе, где су ти утицаји постојали у већој мери.

Фактори који су били најчешће препознати, а нису имали утицаја на конкретне незгоде (708 – утицај разних облика заплускивања од стране других возила на видљивост возача, 808 – немарно, безобзирно, ужурбано или непромишљено понашање пешака које је допринело саобраћајној незгоди и 303 – прелазак преко неиспрекидане разделне линије на коловозу) су фактори који најчешће прате неке друге утицаје, а могу бити различито заступљени у различитим узорцима незгода, па се не може дефинисати да ли њихова заступљеност у узорку за обучавање има утицаја на њихово препознавање када немају утицаја на конкретне незгоде. Фактор 708 (утицај разних облика заплускивања од стране других возила на видљивост возача) је везан за могуће утицаје временских прилика на видљивост код возача, што се може прихватити као потенцијални утицај у свим незгодама када су временски услови такви јер може доћи до ометања, а што због недостатка поузданих података у дубинским анализама није препознато од стране експерата. Фактор 808 (немарно, безобзирно, ужурбано или непромишљено понашање пешака које је допринело саобраћајној незгоди) представља немарно понашање пешака, што је у малом броју незгода експлицитно препознато од стране експерата, јер су углавном препознавани основни пропусти, а свако непрописно понашање пешака се може тумачити и као немарно, па се овај фактор може препознати и у оквиру осталих пропусти пешака.

Прелазак преко неиспрекидане разделне линије (фактор 303) је фактор који се може препознати код сваке незгоде, где је возило прешло разделну линију, иако то није имало утицаја на незгоду, а што није дефинисано као посебан пропуст од стране експерата, осим код чеоних судара два возила. Ова чињеница може имати утицаја на препознавање овог фактора од стране програма у свим незгодама са скретањем возила, јер он дефакто фигурише у њима, иако није основни утицајни фактор.

Анализом непрепознатих утицајних фактора према наведеним групама незгода може се уочити следеће:

- За незгоде са два возила најчешће непрепознати утицајни фактори су пружање пута (108), ограничена прегледност због објеката поред пута (704 – утицај грађевинских објеката, реклама, саобраћајне сигнализације и сл. на прегледност возача) и нагла промена смера кретања возила (409),

- За незгоде са једним возилом непрепознати утицајни фактори су утицај пружања пута (108), губитак контроле над возилом (410) и неприлагођена брзина условима саобраћаја и стању пута (307)
- За незгоде са пешацима, смањена прегледност због постојања објеката (704) је представљала непрепознати утицајни фактор.

Оно што се може уочити поређењем непрепознатих фактора према групама незгода, поједини фактори су у већој мери непрепознати код две групе незгода и то оних група код којих имају утицаја. Фактор пружања пута има утицаја углавном на незгоде са једним и два возила, а пошто га није било у довољној мери у групи незгода за обучавање, није ни препознат у довољној мери код ових незгода. Смањена прегледност с друге стране има утицаја на међусобно уочавање, па је зато нема код незгода са једним возилом, док је код осталих група заступљена, али је лоше препознавање због слабе заступљености у узорку за обучавање.



График бр. 5.11 – Непрепознати фактори према дефинисаним групама незгода

Поређењем непрепознатих фактора може се уочити специфичност да је број непрепознатих фактора код незгода са једним возилом најмањи (7) у односу на остале групе незгода, иако је и најмањи проценат препознавања у овој групи незгода. У групи незгода са најбољим процентом препознавања (незгоде са пешацима) било је 9 непрепознатих фактора и у групи незгода са учешћем два возила је било 11 непрепознатих фактора.

Анализом препознатих фактора, без утицаја према групама незгода, уочено је да је највише фактора без утицаја препознато код незгода са учешћем два возила (13), потом следе незгоде са учешћем пешака (8) и на крају незгоде с једним возилом (6). Најчешће препознати фактор без утицаја је био везан за понашање пешака (808 – немарно, безобзирно, ужурбано или непромишљено понашање пешака које је допринело саобраћајној незгоди), а што има смисла као што је већ речено увек када пешак чини прекршај. Следећи по заступљености непрепознавања је везан за незгоде са два возила и једним возилом, а то је фактор утицај временских прилика на видљивост возача (708 – утицај разних облика заплускивања од стране других возила на видљивост возача).

Код незгода са учешћем два возила често је непрепознат био утицај некоришћења светала на возилима, а чега није било у другим групама незгода, а што је и логично, имајући у виду начин настанка незгода. Оно што се може уочити је да су поједини препознати фактори препознати само у појединој групи незгода, док их нема у осталим групама. С друге стране, поједини од препознатих фактора без утицаја су присутни у по две групе незгода, при чему нема ни једног фактора који је присутан у све три групе незгода.



График бр. 5.12 – Препознати фактори без утицаја према дефинисаним групама незгода

Анализа значаја појединих фактора у саобраћајној незгоди је показала да су најчешће фактори са највећом вероватноћом (значајем) појављивања у незгоди углавном они фактори чија је и највећа фреквенција утицаја била на целокупном узорку незгода. Такође, утицаји фактора пута често се препознају као фактори са већим значајем у односу на остале препознате факторе, а што све није у супротности са реалним утицајима тих фактора из праксе. Оно што се разликује у раду програма и класичних дубинских анализа је да у саобраћајним незгодама са учешћем пешака програм препознаје као значајније утицајне факторе везане за возаче у односу на факторе везане за пешаке. Код класичних дубинских анализа углавном су пропусти пешака од већег значаја за настанак незгоде у односу на пропусте возача, а што се може повезати са карактеристикама ове категорије учесника. Ово се може довести у везу са бројем незгода у којима је било пешака у односу на све незгоде (јер је у свакој био возач), што указује да учешће појединих утицајних фактора у незгодама за обуку свакако има утицаја и на значај учесталијих фактора при препознавању у будућим незгодама. Ово указује да има оправданости у наставку, са повећањем узорка дубински анализираних незгода тежити развоју посебних модела за сваки тип незгоде.

Поређењем препознатог значаја утицајних фактора од стране експерата (редоследа утицајних фактора) и значаја препознатих утицајних фактора не може се извући поуздан закључак о односу приоритета препознатих и утицајних фактора.

У појединим саобраћајним незгодама (редни број 11, 12, 15 и сл.) редослед значаја појединих фактора је сличан у групи утицајних и препознатих фактора, док је у другим незгодама готово дијаметрално супротан (21 и сл.), па се не може утврдити правилност у додељивању значаја појединих фактора у односу на стварни значај у конкретној незгоди.

Због непостојања поузданог дефинисања редоследа навођења и значаја појединачних утицајних фактора код дубинских анализа, није вршена детаљнија упоредна анализа значаја појединачних утицајних фактора и њиховог препознатог утицаја од стране програма. Како би се добила јаснија слика о најутицајнијим факторима настанка незгоде и препознатим факторима са највећим значајем, издвојена су само прва два фактора по датом рангу утицајних фактора за обе анализе и вршено је њихово поређење. Анализом најутицајнијих фактора за контролну групу незгода, добијено је да је највећи утицај био код фактора 405 (пропуст возача који се односи на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације), 802 (неопрезно ступање на коловоз пешака, а да се претходно није уверио да то може безбедно да учини) и 406 (неодговарајућа процена путање или брзине кретања другог учесника у саобраћају), при чему је фактор 406 доминантно највише препознат као први утицајни фактор (са највећим значајем), док фактор 802 није био препознат као најзначајнији ни у једној саобраћајној незгоди. Генерално гледано не може се извући законитост међу препознавањем најутицајнијег фактора настанка незгода, јер је за поједине факторе добро препознавање значаја, док га код других фактора уопште нема.



График бр. 5.13 – Препознавање значаја првог по реду утицајног фактора

Анализом другог по значају препознатог фактора применом обе методе утврђивања и утврђивањем вероватноће препознавања значаја фактора, утврђено је да нема доброг препознавања значаја појединачних фактора, осим код појединих фактора. Имајући у виду да се генерално не може рећи да је остварено добро препознавање значаја појединих фактора, извршено је обједињавање добијених података за први и други утицајни фактор.

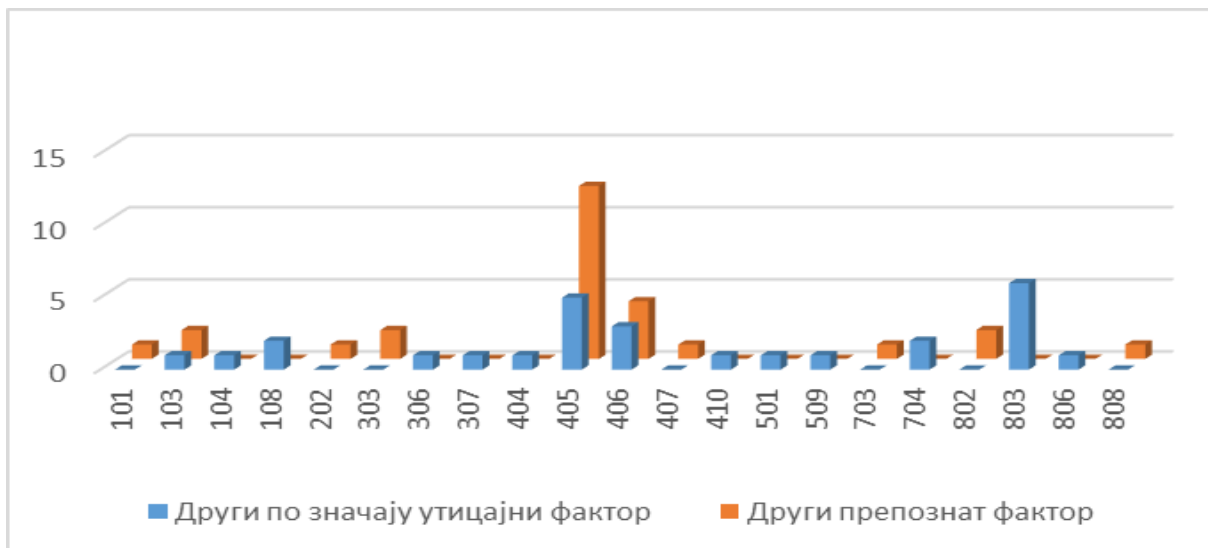


График бр. 5.14 – Препознавање значаја другог по реду утицајног фактора

Обједињавањем прва два утицајна фактора по значају, добијено је потпуно препознавање значаја најдоминантнијих утицајних фактора, осим за утицаје понашања пешака, а што је већ наведено раније. Такође, може се уочити да је већи значај програм дао факторима који се чешће појављују као утицајни фактори него што је то реално било. Генерално, може се закључити да у зависности од заступљености појединих фактора у групи незгода која је коришћена за обучавање, зависи и препознавање значаја појединих фактора, слично и самом препознавању утицајних фактора. Дакле, заступљеност утицајних фактора у узорку незгода за обучавање, директно условљава и препознавање и значај препознатих фактора, па сходно томе, за постизање бољег препознавања и поузданијег утврђивања значаја појединачних фактора неопходно је проширити узорак незгода за обучавање програма, како би се повећала поузданост и осетљивост рада програма.

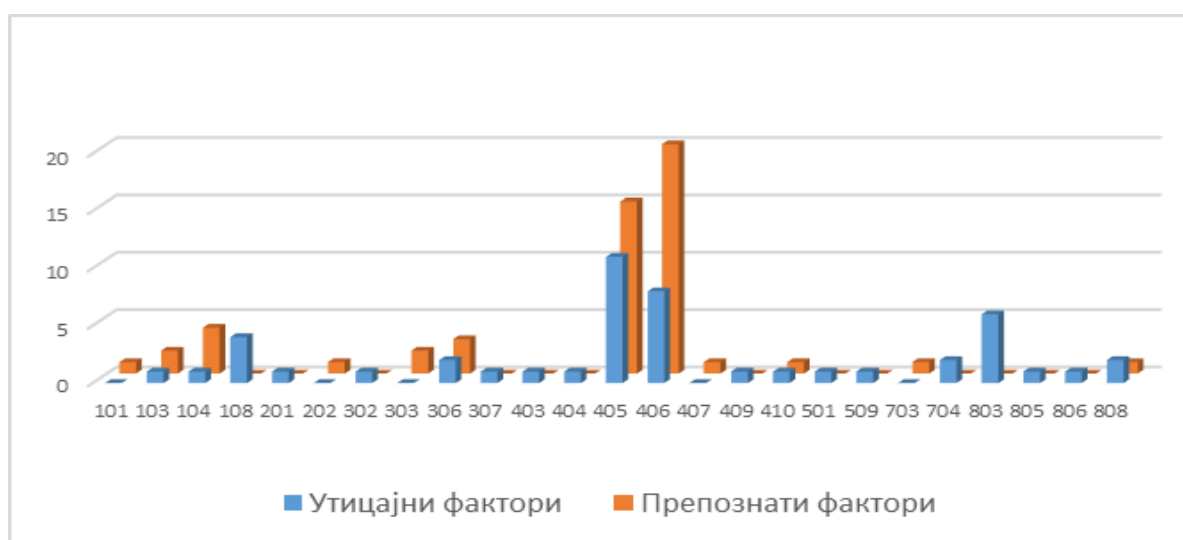


График бр. 5.15 – Препознавање значаја обједињена прва два утицајна фактора

### 5.3. КВАНТИФИКАЦИЈА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА НА МОДЕЛ ДУБИНСКЕ АНАЛИЗЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Осим препознавања фактора који могу имати утицаја на настанак незгоде програм анализира и значај сваког од препознатих фактора. Рангирање значаја фактора у конкретној незгоди врши се у односу на остале потенцијалне факторе једне незгоде, односно околности настанка незгоде. Значај појединачним факторима програм додељује у односу на претходно научену вероватноћу утицаја сваког фактора у незгодама са сличним обележјима. Дакле, научена основна вероватноћа за поједине факторе коригује се са сваким новим обележјем незгоде који имају утицаја на незгоду и њеном вероватноћом, тако да се за конкретну незгоду добијају индивидуални значаји сваког препознатог фактора у тој незгоди. На овај начин избегнуто је да се априори усваја степен значаја појединих утицајних фактора и он се у зависности од околности настанка незгоде стално проверава и коригује, у зависности од обележја незгоде, тако да се добијају различити значаји појединих фактора за различите незгоде. На основу тако додељених вероватноћа за сваки утицајни фактор препознају се и рангирају приоритети према значају свих утицајних фактора. Како програм додељује вероватноће свим потенцијалним утицајним факторима, он остале факторе који не могу имати утицаја елиминише из групе могућих утицајних фактора. Имајући то у виду није неопходно постављати границе прихватљивости значаја појединих фактора на незгоду, већ се у анализи могу користити сви препознати фактори, јер само они и спадају у домен утицајних фактора.

Како би се утврдили значаји и квантификовали утицаји појединачних фактора на незгоду, у табели бр. 5.5 је дат приказ свих претходно дискутованих препознатих фактора са припадајућим значајем за саобраћајне незгоде из контролног узорка незгода. За сваку незгоду је формиран јединствени редослед утицајних фактора у опадајућем низу, од најзначајнијих ка мање значајним, на који начин је указано да не постоји константан број утицајних фактора, већ да они варирају од незгоде до незгоде. Такође, у истој табели дати су и утицајни фактори препознати од стране експерата који су вршили анализе, при чему редослед утицајних фактора би требало да дефинише и њихов значај за настанак незгоде и последица. С друге стране није могуће утврдити колики би био значај сваког од утицајних фактора нити да ли поједини од утицајних фактора имају идентичан значај за незгоду. Такође, ни број утицајних фактора препознатих од стране експерата није константан, већ је различит за различите незгоде, што такође не омогућава извођење упоредне анализе значаја и укупног броја фактора препознатих на ова два начина. Како је у већини незгода редослед препознатих фактора дефинисао и њихов значај то је могуће извршити поређење добијених резултата применом обе методе са аспекта само редоследа утицајних фактора, а не и њиховог значаја.

Програм на основу препознатих утицајних фактора и њихове фреквенције појављивања у незгодама које су коришћене за обучавање Бајесове неуронске мреже, дефинише одређене вредности значаја за сваки од потенцијалних фактора.

Сходно околностима настанка незгоде у наставку се врши њихово вредновање у конкретним околностима и кориговање сходно осталим утицајима и факторима, да би на крају извршио рангирање препознатих фактора и доделио им одговарајући значај (вероватноћу утицаја).

У целокупном узорку незгода фактор 104 (неодговарајућа/непостојећа или недовољно уочљива саобраћајна сигнализација) се појавио као фактор са највећим значајем (0,0291) у незгодама у којима је препознат као утицајни фактор и његов значај је у свим незгодама из узорка идентичан. Наведени фактор је у свим незгодама у којима је био препознат као утицајни фактор препознат као први по редоследу у значају утицајних фактора и са највећим значајем у односу на остале препознате факторе. Фактор 104 је и међу свим најутицајнијим факторима, првим по редоследу препознавања, препознат са највећим утицајем. Слично поменутом утицајном фактору и фактор 406 (неодговарајућа процена путање или брзине кретања другог учесника у саобраћају) се у целом узорку незгода појављује са константним значајем (0,0194), док се остали фактори који се појављују у више незгода појављују са различитим значајем у различитим незгодама. Оно што се може закључити из наведена два утицајна фактора је да се фактор 104 појављује искључиво као први по редоследу значаја фактора, а фактор 406 претежно као први по редоследу и у 4 незгоде као други по редоследу значаја препознатих фактора.

Поједини од утицајних фактора су са друге стране препознати у различитим саобраћајним незгодама са различитим значајем, па је фактор 405 (пропуст возача који се односи на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације) препознат са значајем од 0,0133, 0,0123 и 0,0069. Такође, фактор 306 (прекорачење дозвољене брзине) је у различитим незгодама препознат са још већим бројем различитих значајности утицаја (0,0147; 0,0135; 0,0078; 0,0076; 0,0075 и 0,0068). Различита значајност утицаја наведених фактора у конкретној незгоди се не може довести у везу само са препознатим редоследом препознатих фактора, већ је свака значајност карактеристична баш за конкретну незгоду и конкретан утицајни фактор. Наиме, за оба наведена препозната фактора свакако са смањењем значаја у редоследу препознатих фактора смањује се и значај тог фактора али није стриктно везана за конкретни редни број препознатог фактора у том низу. Дакле, не може се закључити да је одређена вредност значаја појединог фактора искључиво везана за његов редослед, односно позицију у низу препознатих фактора.

Примера ради, фактор 405 (пропуст возача који се односи на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације) је у три саобраћајне незгоде препознат као други по реду значаја утицајних фактора и то у једној са значајем од 0,0144, а у другој са значајем од 0,0133 и трећој од 0,0123, при чему у свим незгодама је као први препознат утицајни фактор 406 (неодговарајућа процена путање или брзине кретања другог учесника у саобраћају). Ово указује на чињеницу да програм узима у обзир све наведене околности настанка незгоде, а не само редослед препознавања утицајних фактора, што указује на значај околности настанка незгоде и потврђује осетљивост развијеног модела. Такође, исти фактор 405 је у једној од незгода препознат и као трећи по редоследу препознатих фактора и то са значајношћу од 0,0133, а која је већа од значајности истог утицајног фактора у појединим незгодама где је препознат као други по реду (0,0123).



Табела бр. 5.5 – Утицајни и препознатих фактори настанка саобраћајних незгода према значају

Ред. бр. СН	Тип незгоде	Утицајни фактори	Фактор 1	Значај	Фактор 2	Значај	Фактор 3	Значај	Фактор 4	Значај	Фактор 5	Значај	Фактор 6	Значај	Фактор 7	Значај	Фактор 8	Значај	Фактор 9	Значај	Фактор 10	Значај
1	103	802; 803; 104; 405; 406; 306	104	0.0291	406	0.0194	802	0.0125	808	0.0081	306	0.0078	405	0.0069	803	0.0056	402	0.0034				
2	115	808; 806; 407; 406; 509; 707	406	0.0194	407	0.0125	103	0.0121	806	0.0116	808	0.0081										
3	100	802; 803; 406; 304; 104	104	0.0291	406	0.0194	802	0.0125	808	0.0081	803	0.0056										
4	308	405; 306; 502; 103	405	0.0144	303	0.0142	306	0.0076	708	0.0034	502	0.0034										
5	306	405; 108; 501; 410; 703	405	0.0144	303	0.0142	501	0.0116	703	0.0069												
6	305	405; 509; 501; 306; 307; 103; 410	405	0.0144	103	0.0121	501	0.0116	707	0.0069	306	0.0068	708	0.0034								
7	402	405; 404; 406; 501; 101; 306	406	0.0194	101	0.0194	602	0.0138	306	0.0135	405	0.0133	303	0.0131	501	0.0116	307	0.0095	708	0.0034		
8	406	405; 108; 406; 303; 703	406	0.0194	405	0.0133	303	0.0131	508	0.0086	306	0.0075	703	0.0069	509	0.0034						
9	406	406; 405; 303; 707; 708; 103; 306	406	0.0194	405	0.0144	303	0.0142	707	0.0069	506	0.0069	306	0.0068	708	0.0034						
10	406	406; 405; 108; 303; 703	406	0.0194	405	0.0144	303	0.0142	703	0.0069	506	0.0069	708	0.0034								
11	409	406; 405; 303	406	0.0194	405	0.0133	303	0.0121														
12	503	409; 406; 405; 402; 407	406	0.0194	405	0.0133	402	0.0034														
13	400	406; 405; 409; 202	406	0.0194	405	0.0123	202	0.0097	708	0.0034												
14	115	808; 406; 501	406	0.0194	202	0.0097	808	0.0081	501	0.0034												
15	401	406; 103; 405; 408; 707; 708; 308	406	0.0194	103	0.0146	405	0.0133	202	0.0097	408	0.0086	707	0.0069	708	0.0034						
16	304	201; 410	410	0.0144	703	0.0069																
17	510	302; 704; 405; 406; 506; 999	406	0.0194	405	0.0144	302	0.0069	707	0.0069	703	0.0069	506	0.0069	402	0.0034						
18	100	802; 803; 406	406	0.0194	808	0.0081	803	0.0056														
19	123	805; 803; 808; 406; 501; 605	406	0.0194	802	0.0142	808	0.0095	803	0.0052	501	0.0034										
20	409	108; 704; 406; 703; 405	406	0.0194	405	0.0133	202	0.0097	703	0.0069	506	0.0063	708	0.0034								
21	103	802; 104; 704; 405; 406; 809; 501	104	0.0291	406	0.0194	101	0.0194	802	0.0125	808	0.0081	405	0.0069	304	0.0069	809	0.0056	402	0.0034	501	0.0034
22	304	306; 501; 405; 999	306	0.0147	405	0.0144	501	0.0116	108	0.0069	703	0.0069										
23	100	802; 803; 104; 704; 406	104	0.0291	406	0.0194	802	0.0125	808	0.0081												
24	101	802; 803; 306; 810; 406	406	0.0194	802	0.0125	808	0.0081	306	0.0068	803	0.0056										
25	306	108; 307; 306; 405; 703	306	0.0147	405	0.0144	703	0.0069	706	0.0034												
26	402	403; 405; 306	306	0.0147	405	0.0144	303	0.0142														
27	405	406; 405; 307; 306; 501; 701	406	0.0194	405	0.0133	408	0.0121	501	0.0116	306	0.0068										

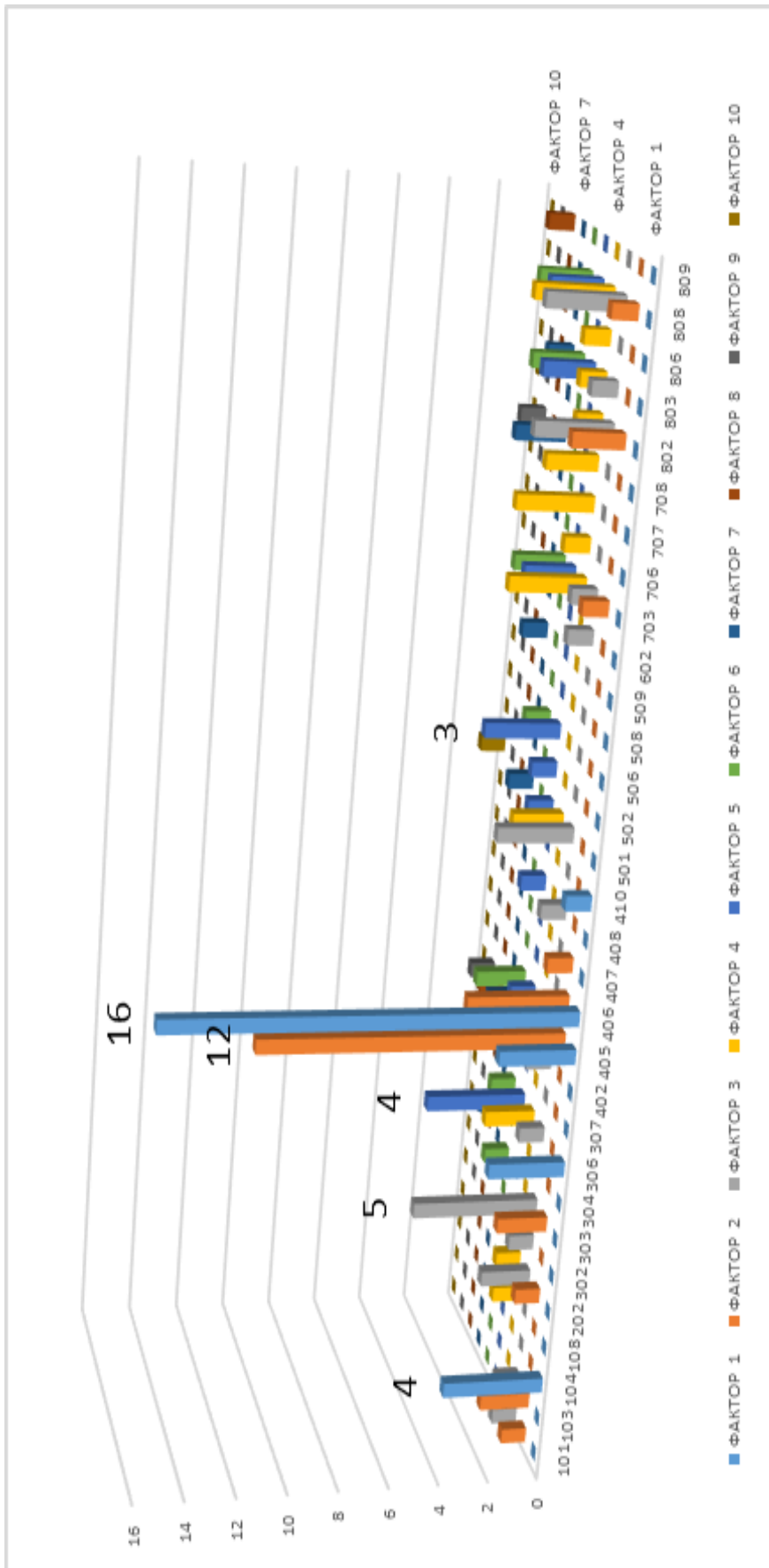


График бр. 5.16 –Значај и ранг препознатих утицајних фактора

Фактор 306 (прекорачење дозвољене брзине кретања) је још бољи репрезент независности препознатог значаја сваког од фактора у различитим незгодама, односно осетљивости утврђивања значаја у зависности од околности настанка незгоде. Наиме, фактор 306 је у једној незгоди препознат као трећи по редоследу утицајних фактора са значајем од 0,0076, док је у другој незгоди препознат као четврти по редоследу са значајем од 0,0135, при чему је као четврти препознат и са значајем од 0,0068, а са којим значајем је препознат и као шести по реду препознатих фактора.

Као најмањи значај појединог фактора препозната је вредност од 0,0034, која у већини случајева (незгода) представља значај последњег препознатог фактора, односно препознатог фактора са најмањим утицајем, без обзира који је по редоследу тај фактор. Ово јесте био чест случај у посматраном узорку незгода и ова вредност је представљала значај за више последњих препознатих фактора (402, 501, 502, 509, 706 и 708) у различитим незгодама. Значајно је нагласити да је у једној незгоди значај од 0,0034 представљао утицаје два последња препозната фактора (9. и 10. фактора) по редоследу и то значај утицаја фактора 402 (маневар возилом у раскрсници након успешног заустављања пред раскрсницом) и 501 (возач под утицајем алкохола).

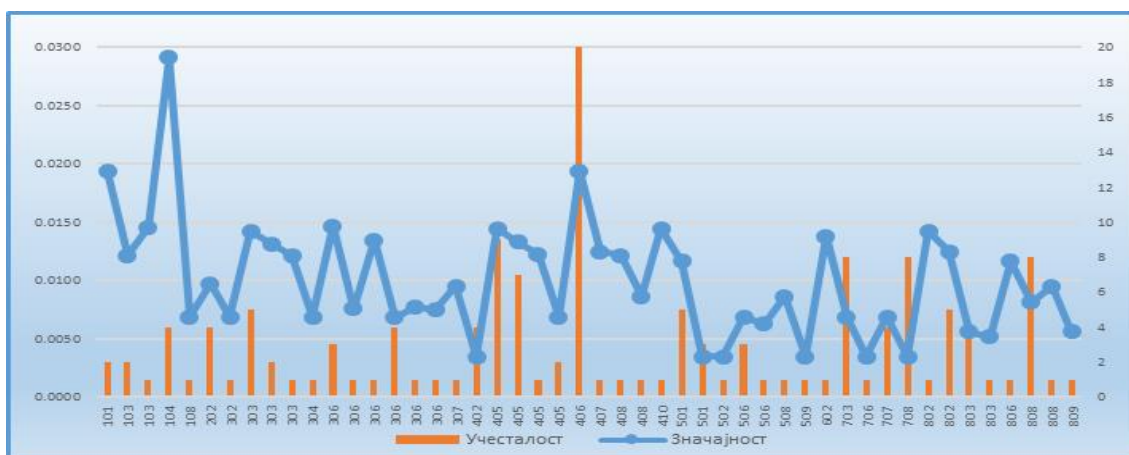


График бр. 5.17 – Учесталост и степен значаја препознатих фактора на настанак саобраћајних незгода

Као што се може видети и међу мање значајним препознатим утицајним факторима за различите саобраћајне незгоде су за исти фактор препознати различити нивои значајности. Ово потврђује да се за сваку конкретну незгоду у зависности од околности, програмом израчунавају значајности утицаја сваког од препознатих фактора. Такође, ни степен значајности последњег препознатог утицајног фактора не представља увек мале степене значајности, већ у зависности од околности се препознају само они фактори који су имали утицаја и за њих се у конкретним околностима израчунавају степени значајности. Ово има за последицу да поједини од последњих препознатих фактора имају значајности блиске најзначајнијим факторима у неким другим саобраћајним незгодама, а сходно околностима и стварном утицају на конкретну незгоду сваког од препознатих фактора и укупног броја препознатих фактора.

Анализа степена значајности препознатих фактора указује да значајност сваког препознатог фактора зависи од конкретних околности настанка саобраћајне незгоде. Ово показује да утицај препознатих фактора не мора увек бити исти, већ у зависности од околности под којим је настала саобраћајна незгода, па утицаји могу бити већи или мањи. Ово у потпуности одговара закључцима класичних дубинских анализа саобраћајних незгода, јер у сличним саобраћајним незгодама и сличним околностима нема сваки препознати фактор увек исти утицај, због специфичности и непоновљивости сваке појединачне незгоде. Имајући у виду ову специфичност развијеног програма, која је у великој мери сагласна класичним анализама незгода, за даље унапређење рада програма неопходно је перманентно повећавати базу података о саобраћајним незгодама на којима се програм обучава. У наставку би све спроведене дубински анализирани саобраћајне незгоде требало користити за даље обучавање програма, како би се добијали што прецизнији и поузданији резултати и повећавала прецизност утврђивања утицаја сваког од фактора на конкретну незгоду.

Анализа редоследа препознатих утицајних фактора према значају добијеном од стране програма и редоследу дефинисања од стране експерата, показала је да постоји "половично" слагање препознатог и дефинисаног редоследа утицајних фактора. Као што је већ напоменуто, програм већи значај препознатих фактора додељује факторима који су у вези са путем и возачем возила у односу на остале учеснике у незгоди и друге факторе. У 53% препознатих утицајних фактора дошло је и до препознавања редоследа значаја тог фактора у конкретној незгоди, што представља нешто више од половине препознатих фактора од стране програма. Важно је напоменути да је програм у појединим незгодама препознао и до десет утицајних фактора, док експерти нису препознали више од седам по једној незгоди, што свакако може имати утицаја на слабије слагање редоследа (значаја) препознатих фактора на ова два начина. У неким случајевима није било могуће ни дефинисати поуздано редослед утицајних фактора од стране експерата, а што све је могло имати за последицу утврђено неслагање препознатих утицајних фактора према њиховом редоследу и значају у конкретним незгодама.

У сваком случају, коначни закључак анализе је да програм који је развијен у оквиру дефинисања новог модела дубинских анализа је показао да је могуће препознати кључне утицајне факторе већ на почетку, познавањем само неколицине података и касније дубинску анализу, како на терену, тако и у осталим поступцима, све до израде коначног извештаја, усмерити на конкретне утицајне факторе. И коначно, показана је оправданост развоја новог модела, који би омогућију не самопрецизније, већ и масовнију употребу дубинских анализа саобраћајних незгода, као једног од најпрецизнијих метода за уочавање узрока и околности настанка саобраћајних незгода и последица тих незгода.

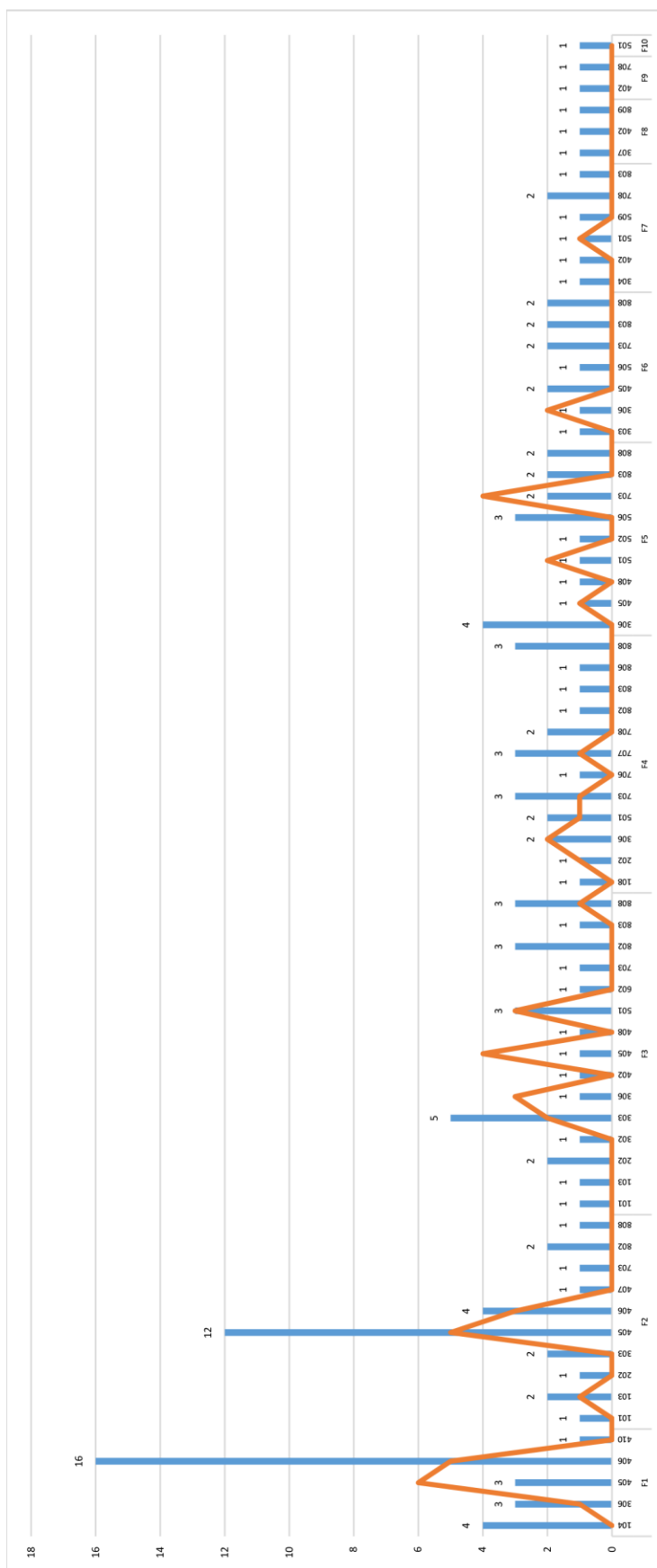


График бр. 5.18 – Заступљеност и значај утицајних фактора према редоследу препознавања

# 6.

## ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

За успостављање системског приступа решавању проблема, најпре је неопходно недвосмислено утврдити и дефинисати проблеме, како би се уопште могло приступити њиховом планском и системском решавању. Основ за то је јасно сагледавање утицајних фактора који доводе до настанка саобраћајних незгода, а потом и даље препознавање и утврђивање разлога и околности њихове појаве, као и дефинисање мера које то могу спречавати.

Без квалитетног сагледавања утицаја на настанак саобраћајне незгоде није могуће ни предузимати адекватне и ефикасне мере, јер су за различите факторе или околности њиховог утицаја неопходне и различите превентивне мере. У досадашњој пракси, анализа саобраћајних незгода и препознавању утицајних фактора, примењивани су различити алати и методе, а све у циљу бољег и свеобухватнијег сагледавања узрока и околности настанка саобраћајних незгода. Дефинисање утицајних фактора настанка незгода је последица још традиционалних истраживања грешака у индустрији (Rasmussen, 1982, Reason et al., 1990), па сходно томе и у аутомобилској. Бројни аутори покушали су да дефинишу утицајне факторе саобраћајних незгода на основу анализираних узорка одређених незгода, али са друге стране препознати фактори нису увек показивали исте утицаје за различите узорке незгода. У циљу бољег разумевања, поједини аутори покушали су да систематизују групе утицаја, као што су карактеристике саобраћаја (Wang et al. 2013) и временске прилике (Theofilatos et al., 2014, Ruize Ma, 2017), саобраћајне услове (Hikosaka,

2001), геометрију саобраћајница и обим саобраћаја (Karlaftis, 2002), околину пута (Ray, 1999), грешке возача (Dingus, et al, 2006, Doerner, 2003), а посебно грешке асимилације информација (Gründl, 2005; Chiellino et al., 2007), али су такође долазили до различитих закључака. Hacker (1998) је развијао модел дефинисања људских грешака везаних за процес обраде информација, које имају за последицу незгоду, како би боље разумео околности које имају утицаја да возач начини грешку. Staubach (2009) је систематизовала поједине утицајне факторе везане за грешке возача код незгода са погинулим лицима и утврдила да за различите типове незгода доминирају различити утицаји, што такође указује на сложеност и специфичност ових врста анализа. Детерминисање утицаја фактора пут на саобраћајне незгоде, применом дубинских анализа су у свом раду приказали Marković, et al., (2018), где су препознали пет група фактора који утичу на настанак незгоде. Сви поменути и многи други бројни аутори показали су да и даље постоје велика ограничења у прибављању свих неопходних информација о саобраћајној незгоди, па сходно томе изузетно је тешко генерално дефинисати утицајне факторе саобраћајних незгода.

Имајући у виду сложеност дефинисања утицајних фактора, метод дубинских анализа се издвојио као један од алата који омогућава најпотпуније сагледавање утицајних фактора и околности настанка сваке појединачне саобраћајне незгоде и њених последица. Оне системски и мултидисциплинарно приступају анализи незгоде и покушавају да утврде утицајне факторе, који су за последицу имали настанак конкретне незгоде. Због своје систематичности у приступу и потреби за мултидисциплинарним анализама, представљају изузетно сложен и скуп алат, који се не може једноставно и лако масовно примењивати, што представља највећу препреку за њихову примену. Имајући то у виду, због наведених ограничења, није могуће ни потпуно сагледати све утицајне фактора настанка незгода, нити елиминисати њихове утицаје. Сходно томе, јавила се потреба за развојем модела који би требало да поједностави, убрза и олакша примену дубинских анализа саобраћајних незгода на већем броју незгода, како би се лако, поуздано и ефикасно дефинисали утицајни фактори и проблеми који утичу на смањење нивоа безбедности саобраћаја. На овај начин би се омогућило боље сагледавање свих утицајних фактора и квалитетније планирање превентивних мера за спречавање будућих незгода.

Како је примена дубинских анализа сложена и захтева значајне стручне ресурсе, новчана средства, време и сл., а њени резултати могу дати незаменљиве ефекте на безбедност саобраћаја, јавила се потреба за унапређењем овог алата и повећањем његове применљивости у пракси, а уз помоћ постојећих знања и искустава из праксе. Као идеалан алат за унапређење методологије дубинских анализа су се показале експертисе саобраћајних незгода, чија је улога дефинисање пропусти учесника незгоде на основу анализираних незгоде и околности њеног настанка. Свакако циљ експертиза и дубинских анализа није ни приближно сличан, али методологија рада је готово идентична, па се добијени резултати анализа могу поредити и примењивати за доношење закључака о факторима који су утицали на настанак незгоде. Наиме, оба алата дефинишу се утицаји на настанак саобраћајне незгоде, при чему се у експертизама утврђују само неспорни утицаји и на основу њих се дефинишу пропусти, док се у дубинским анализама сагледавају сви утицаји без обзира на врсту утицаја.

Имајући у виду, да постоји изузетно дуга пракса експертиза саобраћајних незгода и препознатих утицајних фактора настанка незгода, јавила се идеја да се на основу стечених искустава унапреди модел дубинских анализа, развојем програма који препознаје утицајне факторе настанка незгоде, на основу одређеног сета обележја саобраћајне незгоде. На основу стечених знања и искустава из експертиза саобраћајних незгода развијена је Бајесова неуронска мрежа, која на основу одређеног броја обележја саобраћајне незгоде има могућност да препозна утицајне факторе настанка незгоде. Развијена мрежа је усавршавана, на узорку дубински анализираних незгода спроведених на територији Града Београда и тестирана на узорку дубински анализираних незгода на територији Републике Србије. Након развоја и тестирања остварена је поузданост препознавања утицајних фактора настанка саобраћајних незгода од 74,1 %, што представља релативно поуздан модел. На овај начин развијени модел је верификован као ефикасан модел за препознавање утицајних фактора настанка саобраћајних незгода и на основу дубинских анализа, а на који начин је омогућено поједностављивање методе дубинских анализа и ефикасније, јефтиније и масовније њихово спровођење.

## 6.1. НАУЧНИ ДОПРИНОС ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Обзиром на постављену полазну хипотезу, да се ефикасност и квалитет дубинских анализа могу унапредити на основу експертиза саобраћајних незгода, у овој докторској дисертацији су спроведене одговарајуће анализе и добијени су резултати који у потпуности доказују полазну хипотезу. Наиме, развијеним моделом омогућено је дефинисање утицајних фактора саобраћајних незгода у почетним фазама процеса спровођења дубинских анализа, на основу знања и искустава из експертиза саобраћајних незгода. Ово за конкретну саобраћајну незгоду омогућава даље спровођење дубинске анализе само стварних утицајних фактора, без потребе за анализом осталих фактора, на који начин се повећава ефикасност и квалитет спроведених дубинских анализа. Дефинисањем утицајних фактора на самом почетку омогућено је брзо, поуздано и ефикасно спровођење дубинских анализа над препознатим утицајним факторима. На овај начин се смањује обим потребних анализа и повећава ефикасност и квалитет прикупљених података. Са фокусирањем анализе на препознате утицајне факторе омогућава се и њихово боље, детаљније и свеобухватније сагледавање и анализа, као и постојање осталих околности које на њих утичу, на који начин се додатно повећава квалитет спроведених анализа.

Како су за развој модела и дефинисање обележја саобраћајне незгоде коришћени резултати експертиза саобраћајних незгода, то је доказано и да се експертизама саобраћајних незгода могу дефинисати утицајни фактори и унапредити дубинске анализе. Примена резултата експертиза саобраћајних незгода за дефинисање утицајних фактора је приказана у поглављу 4.4. приликом избора утицајних фактора модела дубинских анализа саобраћајних незгода.



Добијеним резултатима је доказано да је могуће дефинисање утицајних фактора применом резултата експертиза саобраћајних незгода. На овај начин доказана је и помоћна хипотеза да је експертизама саобраћајних незгода могуће утврдити утицајне факторе везане за саобраћајне незгоде. Добијени резултати су даље у оквиру поглавља 4.5 и предлога новог модела дубинских анализа саобраћајних незгода, тестирани и упоређивани са резултатима добијеним дубинским анализама, на који начин је додатно остварено поузданије дефинисање утицајних фактора, као и дефинисање значаја појединих фактора, а што у наставку омогућава рангирање утицајних фактора.

Дефинисањем врсте пропуста учесника у саобраћајној незгоди помоћу експертиза саобраћајних незгода могуће је дефинисати њихове значаје за незгоду, односно степен утицаја сваког од пропуста на незгоду. Сходно томе дефинисањем значаја пропуста учесника незгоде, дефинише се и значај фактора који прати конкретни пропуст, на који начин се одређеним факторима додељују тежински коефицијенти (степен утицаја), што у даљем рангирању утицаја издваја доминантне утицајне факторе на конкретном подручју или анализираном узорку незгода.

Дефинисањем утицајних фактора и њиховог значаја на основу резултата експертиза саобраћајних незгода на почетку вршења дубинске анализе, а што је приказано у оквиру поглавља 4.5.1 са описом детаља функционисања модела, омогућено је фокусирање дубинске анализе на препознате утицајне факторе, на који начин се са расположивим ресурсима знатно боље, детаљније и квалитетније може сагледати значај утицаја фактора на незгоду. Дефинисањем фактора који се касније у наставку дубински анализирају, омогућено је и дефинисање тока дубинске анализе, на који начин је доказана и друга помоћна хипотеза ове докторске дисертације. Са друге стране омогућене су и изузетне уштеде, јер се на основу препознатих утицајних фактора из дубинске анализе могу искључити фактори који нису имали утицаја, а на који начин се смањују и временски и материјални расходи по једној дубинској анализи. Ово омогућава повећање броја дубински анализираних саобраћајних незгода за исто време и расположиве ресурсе и омогућено је свеобухватније сагледавање и дефинисање нових утицајних фактора.

Спровођење дубинске анализе саобраћајне незгоде на дефинисан начин, посебно доприноси даљој анализи и тумачењу прикупљених података. Наиме, у зависности од препознатих утицајних фактора, могу се формирати различити тимови за анализе, састављени од стручњака који се баве конкретним препознатим факторима. На овај начин омогућено је подизање квалитета спроведених анализа и смањење потребе да увек сви чланови тима анализирају све незгоде. Са друге стране на овај начин омогућено је и да се по потреби могу додатно ангажовати експерти за поједине области или факторе, а за које у тиму нема експерата или их је недовољно, што такође утиче на повећање квалитета дубинске анализе.

Имајући у виду описани модел дубинских анализа са повећањем броја спроведених анализа и прикупљених података, повећава се и база на основу које модел у наставку закључује. Ово омогућава стално унапређење и калибрацију модела, као и учење нових типова незгода и утицајних фактора, а који раније нису били дубински анализирани и нису коришћени у моделу.

Ово је посебно значајно јер омогућава временску и просторну независност примењеног модела, који у зависности од нових података има могућност да се калибрише и са повећањем броја извршених незгода повећава поузданости и прецизност дефинисања будућих утицајних фактора. На овај начин омогућено је да се модел непрекидно унапређује и усавршава, како би давао поузданије резултате и био прилагодљив за појаве нових утицајних фактора. Ово је од изузетног значаја када се на неком подручју предузму адекватне превентивне активности и елиминишу познати утицајни фактори, те је неопходно да модел препознаје нове утицајне факторе који су се појавили, а како би даље омогућавао дефинисање превентивних мера.

Фокусирање дубинских анализа на мањи број утицајних фактора (само препознате утицајне фактора) омогућава и боље сагледавање свих потенцијалних утицаја и међуутицаја који доводе до појаве утицајног фактора, што за последицу може имати препознавање нових утицајних фактора, који раније због већег обима анализе нису могли бити препознати. На овај начин се повећава ефикасност и поузданост препознавања утицајних фактора, јер се препознају и они мање изражени фактори, а који самостално или у садејству имају за последицу појаву неког утицајног фактора.

Дефинисање утицајних фактора од стране развијеног модела такође има значајну улогу да током анализе служи за контролу, како се не би пропустила анализа неког од значајних фактора. С друге стране указује и на факторе које не би требало детаљније анализирати, осим уколико експерти не препознају и њихове утицаје у конкретној незгоди. Дефинисани утицајни фактори у великој мери могу убрзати и поједноставити даље анализе прикупљених података, јер усмеравају анализе на конкретне утицајне факторе, што омогућава квалитетније и брже резултате.

За управљача система је од изузетног значаја да у што краћем временском периоду може добити у најмању руку прелиминарне процене утицајних фактора, како би могао благовремено да предузме превентивно деловање. Развијени модел омогућава практично дефинисање фактора у почетној фази дубинске анализе, односно у најкраћем могућем временском периоду након незгоде, а што омогућава коришћење добијених резултата од стране управљача за дефинисање мера и активности за превентивно деловање. На овај начин омогућено је и пре добијања осталих закључака дубинских анализа предузети одређене интервентне мере, како би се подигао ниво безбедности саобраћаја. На овај начин дефинисани утицајни фактори могу послужити и за брзо препознавање утицајних фактора на одређеном подручју и/или избор незгода које ће бити дубински анализирани, у односу на препознате факторе а сходно циљевима и потребама управљача.

Имајући у виду мотиве, дефинисани предмет и циљ докторске дисертације, као и постављену хипотезу најважнији закључци и доприноси ове докторске дисертације огледају се у следећем:

- Указано је на чињеницу да познате и до сада примењене мере и акције у безбедности саобраћаја на Светском нивоу нису дале жељене резултате, те их је неопходно унапређивати и даље развијати у циљу бољег разумевања разлога настанка саобраћајних незгода у циљу њиховог даљег спречавања;

- Указано је на значај проблема правилног разумевања околности настанка саобраћајних незгода и дефинисања утицајних фактора на дефинисање адекватних мера и акција и унапређење безбедности саобраћаја у свету, односно појединим регионима и државама;
- Дефинисан је проблем адекватног сагледавања свих околности настанка саобраћајне незгоде, као и сложеност препознавања фактора који су имали утицаја на њен настанак и тежину последица;
- Указано је на сложеност околности настанка саобраћајне незгоде, који заједно са немогућношћу поузданог предвиђања њеног настанка додатно отежавају адекватно сагледавање утицаја свих постојећих фактора;
- Сагледани су различити аспекти анализе саобраћајних незгода, циљеви и донети тих анализа и указано је на значај примене свеобухватне анализе за стварно разумевање утицајних фактора и унапређење безбедности саобраћаја;
- Дат је преглед и указано је на могућности најзначајнијих етиолошких анализа саобраћајних незгода и указано да оне омогућавају квалитетно сагледавање околности настанка саобраћајне незгоде и препознавање утицајних фактора;
- Посебно је од етиолошких анализа указано на специфичности експертиза саобраћајних незгода и њихову ограниченост примене сходно њиховој сврси, која ограничава њихову примену за препознавање свих утицајних фактора и омогућава само препознавање одређеног дела фактора;
- Приказане су могућности дефинисања утицајних фактора применом дубинских анализа саобраћајних незгода, као модела етиолошких анализа;
- Систематизирана су искуства развоја и примене дубинских анализа саобраћајних незгода у појединим државама света и дат је приказ примењених методологија у њима;
- Детаљно су анализирани примењене методологије вршења дубинских анализа, са посебним освртом на специфичности и разлике сваке од примењених метода, као и добијених резултата уз помоћ тих метода;
- Дат је преглед најзначајнијих утицајних фактора утврђених применом дубинских анализа саобраћајних незгода на моделу већег броја држава, односно обједињавањем резултата у више држава;
- Указано је на могућности примене вештачке интелигенције на решавање проблема у безбедности саобраћаја, посебно у области препознавања утицаја појединих фактора на настанак и последице незгоде;
- Показана је посебна ефикасност Бајесових неуронских мрежа за решавање проблема дефинисања утицајних фактора настанка саобраћајних незгода, на основу претходних знања и искустава из праксе;
- Приказани су методолошки оквири, резултати и могућности примене Бајесових неуронских мрежа за утврђивање утицајних фактора настанка конкретних саобраћајних незгода;

- Развијен је модел Бајесове неуронске мреже на основу препознатих утицајних фактора експертиза саобраћајних незгода, који омогућава дефинисање утицаја основних фактора настанка саобраћајних незгода;
- Извршено је унапређивање развијеног модела Бајесове неуронске мреже уз помоћ резултата спроведених дубинских анализа на територији града Београда и дефинисан је минимални сет обележја саобраћајне незгоде неопходан за препознавање утицајних фактора;
- Извршено је тестирање унапређеног модела Бајесове неуронске мреже на основу резултата дубинских анализа саобраћајних незгода спроведених на територији Републике Србије и приказани су резултати препознавања утицајних фактора на незгодама које су коришћене за тестирање, са посебним освртом на ограничења примене и грешке у препознавању, са циљем даљег унапређења модела;
- Дат је модел за вршење дубинских анализа саобраћајних незгода на територији Републике Србије, са дефинисаним узорком, територијалним обухватом, периодом реализације и осталим значајним специфичности, уз примену Бајесове неуронске мреже;
- Указано је на могућности развоја посебних модела за поједине типове незгода, а што би омогућило једноставнију примену и поузданије резултате, када се анализирају само поједини типови незгода;
- Указано је на значај и ефекте примене унапређеног модела за правилно препознавање утицајних фактора и дефинисање стварних утицаја на настанак незгоде.

Имајући у виду све спроведене активности и дате закључке може се сматрати да би најзначајнији научни допринос ове докторске дисертације било поједностављивање процеса спровођења дубинских анализа саобраћајних незгода, применом развијеног модела Бајесове неуронске мреже заснованом на знањима из експертиза саобраћајних незгода. Поједностављење се огледа у јаснијем и бржем уочвању утицајних фактора, чиме се каснији кораци у спровођењу дубинских анализа конкретизују.

## 6.2. ПРАКТИЧНИ ЗНАЧАЈ ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА ДУБИНСКЕ АНАЛИЗЕ

Имијаћи у виду да дубинске анализе сагледавају настанак незгоде са различитих аспеката и омогућавају препознавање најразличитијих потенцијалних утицаја, то омогућава дефинисање и препознавање оних утицаја који су имали за последицу настанак незгоде. С друге стране, постоје и бројна ограничења за њено потпуно спровођење, почев од трошкова саме анализе, преко потребе за великим бројем стручњака који поседују посебна знања и потребног времена за реализацију, што све успорава масовну и редовну примену дубинских анализа саобраћајних незгода у пракси.

Сагледавајући значај дубинских анализа за превентивно деловање у саобраћају и постојећа ограничења, развијен је у докторату модел дубинске анализе који ће смањити утицаје препознатих ограничења на примену и повећати ефикасност и ефективност дубинских анализа. За развој овог модела су искоришћена постојећа знања и искустава из вршења експертиза саобраћајних незгода, која су омогућила поуздано утврђивање врсте утицаја препознатих фактора и дефинисање утицајних фактора на почетку дубинске анализе.

Развојем модела дубинских анализа заснованог на утицајним факторима и Бајесовој неуронској мрежи, омогућено је поједностављивање примене дубинских анализа, смањење трошкова, брже и поузданије утврђивање утицајних фактора, скраћење потребног времена за спровођење и мању потребу за већим бројем експерата, а што би омогућило масовнију примену дубинских анализа у пракси. Развијени модел омогућава да се на основу одређеног броја обележја саобраћајне незгоде, а која су лако доступна, на основу постојећих знања још у почетној фази дубинских анализа препознају утицајни фактори, што омогућава унапређење квалитета и детаљности анализе, скраћење потребног времена и поузданије дефинисање стварних утицаја, а што даље омогућава и препознавање нових врста и типова утицаја. Ово такође омогућава и поједностављивање примене дубинских анализа, јер се унапред знају утицајни фактори, што омогућава фокусирање анализе на њих.

Дефинисањем утицајних фактора настанка незгоде у почетној (првој) фази прикупљања података о саобраћајној незгоди, омогућава да се препознатим факторима посвети већа и подробнија пажња, како би се што потпуније сагледале околности под којима су за последицу имали незгоду. Ово омогућава постизање значајно бољих и поузданијих резултата при препознавању и дефинисању нових утицајних фактора и омогућава даље унапређење дубинских анализа, а самим тим и боље разумевање утицаја на незгоду. Развијени модел такође омогућава брже, једноставније и ефикасније сагледавање утицаја препознатих фактора и праћење околности њиховог појављивања, на основу постојећих знања. На овај начин омогућена је провера прикупљених података и добијених резултата у сваком моменту дубинске анализе. Такође, избегнута је и могућа појава грешке или пак појава недовољног сагледавања појединог утицаја.

Применом развијеног модела смањује потреба за већим бројем стручних лица на терену који врше прикупљање података на месту незгоде, јер је препознавањем утицајних фактора од стране развијеног програма превазиђен проблем потребе за стручним закључивањем на месту незгоде. Такође, ово омогућава у будућности и формирање тимова за спровођење дубинских анализа на основу препознатих утицајних фактора за конкретну незгоду, како би се што квалитетније сагледале све околности и утицаји. Ово такође омогућава прикупљање података о препознатим утицајним факторима и од стране технички образованих лица која не морају да поседују знања експерата, што такође значајно поједностављује и смањује трошкове примене овог алата. Остварени ефекти развијеног модела у великој мери омогућавају масовнију примену дубинских анализа, јер је једно од највећих ограничења у пракси расположивост стручних лица.

Посебно се значај развијене методе огледа и у смањењу потребног времена за спровођење дубинске анализе, јер се препознавањем утицајних фактора на почетку процеса, прикупљање података може свести на сагледавање само препознатих утицаја и прикупљање података у вези са њима. Фактори који се не препознају у конкретном типу незгода од стране програма се могу елиминисати из детаљне анализе, што може омогућити значајне уштеде.

Смањење могућности грешке приликом прикупљања података и не сагледавања неког од утицајних фактора настале незгоде, представља посебно значајан ефекат развијеног модела. Наиме, на овај начин омогућено је унапред дефинисати утицаје који ће бити посебно студиозно анализирани, како би се сагледали сви њихови аспекти утицаја. Ово такође онемогућава изостанак анализе значајних утицајних фактора, а што такође има утицаја и на перманентно унапређење закључивања и препознавање нових утицајних фактора. Ово је посебно значајно јер праксе дубинских анализа у свету показују ограничене ефекте дубинских анализа услед непотпуности расположивих података за правилно закључивање. Развојем модела избегнута је могућност да се то догоди, јер се унапред зна шта је све неопходно прикупити и анализирати у циљу потпуног сагледавања утицајних фактора настанка незгоде.

Развијеним моделом дефинисано је такође на који начин и по којој методологији би требало спроводити дубинске анализе на територији Републике Србије, како би се остварили најбољи резултати и комплетно сагледали утицајни фактори настанка саобраћајних незгода. Дефинисан је период реализације, обим анализираних незгода, као и систем обезбеђивања статистички значајног обима незгода, што све омогућава лаку и потпуну примену дубинских анализа на територији Републике Србије. На овај начин омогућено је правилно сагледавање утицајних фактора, даље унапређење развијеног модела дубинских анализа, као и дефинисање даљих мера и акција неопходних за подизање нивоа безбедности саобраћаја на територији Републике Србије.

Дефинисање утицајних фактора применом развијеног модела чини модел једноставним за примену од стране корисника и омогућава прелиминарно сагледавање утицајних фактора од стране доносиоца одлука и управљача. Ово омогућава и интервентно реаговање на основу препознатих утицајних фактора и пре комплетног спровођења дубинске анализе и добијања коначних резултата.

### 6.3. ПРАВЦИ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА

Развијени модел дубинских анализа је у свом првом кораку показао значајан проценат препознавања утицајних фактора, што омогућава његову примену у поступку дефинисања утицајних фактора настанка саобраћајних незгода. Као што је већ наведено у опису модела и приказу добијених резултата за развој и тестирање коришћени су до сада доступни и расположиви подаци о саобраћајним незгодама, што свакако не представља све потенцијалне утицаје, нити обележја незгоде.

Досадашња истраживања су показала да знатан број обележја саобраћајне незгоде, која су планирана за анализу, нису доступна, па су из тог разлога изостављана из анализе. У циљу даљег развоја, унапређења и постизања веће поузданости и прецизности препознавања утицајних фактора, као и омогућавања перманентног ажурирања и актуелности развијеног модела, неопходно је:

- Проширивање и специфицирање могућих утицајних фактора и даље повећање поузданости модела;
- Континуално тестирати, унапређивати и калибрисати развијени модел уз помоћ препознатих фактора актуелних експертиза саобраћајних незгода;
- Усмеравати модел на препознавање веза између утицајних фактора у циљу бољег сагледавања утицаја на настанак незгода;
- Тестирати и друге моделе за препознавање утицајних фактора и на основу њих кориговати и оптимизовати развијени модел;
- Усавршавати Бајесову неуронску мрежу са новим односима међу препознатим утицајним факторима;
- Увођење сложенијих система неуронских мрежа, које ће омогућити независно анализирање сваког основног утицајног фактора, као и њихових међусобних условљености;
- Комплетирати базу података о утицајним факторима саобраћајних незгода и обележја саобраћајних незгода, обезбеђених променом дубинске анализе незгода;
- Повећањем броја дубински анализираних незгода омогућити развој посебних модела за различите типове саобраћајних незгода;
- Развијати нове базе података усмерене на поједине типове незгода, како би се повећао степен детаљности података, на основу којих Бајесова неуронска мрежа препознаје утицајне факторе, а самим тим повећала поузданост дефинисања утицајних фактора за конкретни тип незгоде;
- Тежити развоју посебних независних модела Бајесове неуронске мреже за сваки појединачни тип саобраћајне незгоде, како би се повећала поузданост препознавања утицајних фактора за конкретне типове незгода;

Имајући у виду могуће правце даљих истраживања и унапређења развијеног модела дубинских анализа, могуће је развити модел који би у наставку омогућавао апсолутно поуздано препознавање утицајних фактора и базирање превентивних активности на резултатима тако унапређеног модела.

# 7.

## ЛИТЕРАТУРА

- Abdelwahab H, Abdel-Aty M. Development of artificial neural network models to predict driver injury severity in traffic accidents at signalized intersections. *Transport. Res. Record.* 2001; 1746(1): 6-13.
- Abdel-Aty M, Pande A. Identifying crash propensity using traffic speed conditions. *J. Safety Res.* 2005; 36(1): 97-108.
- ABS 2019. Integrisana baza podataka o obeležjima bezbednosti saobraćaja, Republika Srbija. Agencija za bezbednost saobraćaja <http://195.222.96.212/ibbsPublic/> (16.05.2018.)
- Aidoo EN, Amoh-Gyimah R, Ackaah W. The effect of road and environmental characteristics on pedestrian hit-and-run accidents in Ghana. *Accid. Anal. Prev.* 2013; 52: 23-27.
- Anderson RWG, Dar LH, Lindsay VL, Van de Griend M, Ponte G, Wundersitz LN, Baldock MRJ, McLean AJ. *Vehicle Design and Operation for Pedestrian Protection: Accident Investigation Reports*, Department of Transport and Regional Services. 2000. Canberra
- Antić B, Vujanić M, Lipovac K, Pešić D. Estimation of the traffic accidents costs in Serbia by using dominant costs model. *Transport.* 2012; (4): 433-440.
- Antić B, Marković N, Pešić, D. Elementi vremensko-prostorne analize saobraćajne nezgode, VII Simpozijum o saobraćajno-tehničkom veštačenju i proceni štete, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Vrnjačka Banja 25-28 februar 2009a; 275-287.



- Antić B, Vujanić MM, Pešić D. Analiza i razlika vremenske i prostorne baze analiza saobraćajnih nezgoda sa pešacima. VIII simpozijum o saobraćajno-tehničkom veštačenju i proceni šteta, Vrnjačka banja, 5-7. Novembar 2009. b 133-158
- Антић Б, Вујанић М, Цвијан М. Анализа и разлика временско просторне базе анализе саобраћајних незгода са пешаком, VIII Симпозијум са међународним учешћем "Судар возила и пешака", Врњачка Бања. 2009: 133-158.
- Antić B, Belenca Z, Lončarević D, Marković N. Analiza saobraćajnih nezgoda na delu obilaznice dobanovačka petlja – ostružnica, u periodu 2012-2013. Prvi Srpski kongres o putevima, 05-06. Jun. 2014. c Beograd. 625.7/.8(082)(0.034.4), ISBN 978-86-88541-02-2; 1074-1080.
- Антић Б, Пешић Д, Марковић Н, Церовић М. Специфичности страдања бициклиста у саобраћају, III Међународна конференција "Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici" Вања Лука. 30-31. октобар 2014б.
- Антић Б, Марковић Н, Гордић М. Индикатори безбедности саобраћаја фактора „возило“ са освртом на техничку исправност возила. Међународна Конференција Индикатори перформанси безбедности саобраћаја Србија, Београд, Палата Србија, 6. март 2014.а
- Antić B, Vujanić M, Pešić D. Metodološki koncept nalaza i mišljenja saobraćajno-tehничког veštaka. XV simpozijum Veštačenje saobraćajnih nezgoda i prevare u osiguranju. Soko Banja. 17-20. Mart 2016. Pp: 47-55, ISBN 978-86-7395-349-6
- Ashton SJ, Pedder JB, Mackay GM. Pedestrian Injuries and the Car Exterior. SAE Transactions, New York. 1977. Paper 770092.
- Baldock MRJ, Kloeden CN, McLean AJ. In-depth research into rural road crashes, Centre for Automotive Safety Research, The University of Adelaide; 2008. ISBN 978 1 920947 58 3.
- Bjorkman K, Fagerlind H, Ljung-Aust M, Lijegren E. In-depth accident causation databases and analysis report. Deliverable 5.8 of the EU FP6 project SafetyNet; 2008: TREN-04-FP6TR-SI2.395465/506723.
- Božović M, Marković N, Pešić D. Uticaj analize tragova na nalaz i mišljenje, VIII simpozijum o saobraćajno-tehničkom veštačenju i proceni šteta. Vrnjačka banja, 5-7. Novembar 2009. 55-64.
- Brace C. Fatal Data Methodology Development Report, Deliverable 5.1 of the EU FP6 project SafetyNet. 2005. TREN-04-FP6TR-SI2.395465/506723
- Broughton J, Markey K A, Rowe D. A New System for Recording Contributory Factors in Road Accidents. TRL Report 323, 1998. Prepared for the DETR. Crowthorne: Transport Research Laboratory.
- Broughton J. Car driver casualty rates in Great Britain by type of car. *Accid. Anal.Prev.* 2008; 40: 1543-1552.
- BWL, 2016 - <https://www.bigvalleylaw.com/blog/2016/06/top-causes-of-traffic-accidents-in-virginia.shtml> (14.05.2018.)

- CASR, 2019. - <http://casr.adelaide.edu.au/publications/list/> (12.07.2018.)
- Chalmers 1998, Annual Report Annual Report 1998  
<http://www.chalmers.se/HyperText/Vbeng98.pdf> (06.12.2017.)
- Chandran A, Sousa TRV, Guo Y, Bishai D, Pechansky F. Road traffic deaths in Brazil. Rising trends in pedestrian and motorcycle occupant deaths. Traffic injury prevention. 2012; 13(1): 11-16.
- Chang HL, Yeh TH. Motorcyclist Accident Involvement by Age, Gender, and Risky Behaviors in Taipei, Taiwan. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. 2007; 10: 109-122.
- Chang LY. Analysis of freeway accident frequencies: Negative binomial regression versus artificial neural network. Safety Science. 2005; 43(8): 541-557.
- Chiellino U, Gail J, Hoppe M, Jaensch M, Liers H, Nehmzow J, Otte D, Pund B. Results of the AARU, VW & GIDAS Task force Active Safety. 2007.
- Clarke DD, Ward P, Bartle C, Truman W. The role of motorcyclist and other driver behavior in two types of serious accident in the UK. Accident Analysis and Prevention. 2007; 39: 974-981.
- Compagne J. Motorcycle Accidents In-Depth Study. ACEM. ITF – Motorcycle Workshop – Lillehammer, June 10th & 11th, 2008. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/lillehammer08compagne.pdf> (12.04.2018.)
- Cooper PJ, Osborn J, Meckle W. Estimating the effect of the vehicle model year on crash and injury involvement. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering. 2010; 224: 1527-1539. 10.1243/09544070JAUTO1502.
- Cuerden R, Pittman M, Dodson E, Hill J. The UK On The Spot Accident Data Collection Study – Phase II Report 2, Road Safety Research Report No. 73. Transport Research Laboratory, Vehicle Safety Research Centre, Loughborough University, Department for Transport. Great Minster House. 2008. London. SW1P 4DR, ISBN 978 1 904763 71 0.
- de Lapparent M. Empirical Bayesian analysis of accident severity for motorcyclists in large French urban areas. Accident Analysis and Prevention. 2006; 38(2): 260-268.
- de Naurois CJ, Bourdin C, Bougard C, Vercher JL. Adapting artificial neural networks to a specific driver enhances detection and prediction of drowsiness. Accident Analysis & Prevention. 2018; 121: 118-128.
- De Ona J, Mujalli RO, Calvo FJ. Analysis of traffic accident injury severity on Spanish rural highways using Bayesian networks. Accid. Anal. Prev. 2011; 43: 402-411.
- De Raedt RD, Ponjaert-Kristoffersen I. Predicting at-fault car accidents of older drivers, Accid. Anal. Prev. 2001; 33: 809-819.
- De Raedt R. Cognitive/neuropsychological functioning and compensation related to car driving performance in older adult. Doctoral dissertation, Vrije Universiteit Brussel, Brussel; 2000.

- Deublein M, Schubert M, Adey BT, Köhler J, Faber MH. Prediction of road accidents: A Bayesian hierarchical approach. *Accident Analysis & Prevention*. 2013; 51: 274-291.
- Dingus TA, Klauer SG, Neale VL, Peterson A, Lee SE, Sudweeks J, et al. The 100-Car Naturalistic Driving Study, Phase II—Results of the 100-Car Field Experiment, the study is distributed by the U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. 2006.
- Doerner D. *Die Logik des Misslingens (The Logic of Failure)*. Rowohlt Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg. 2003.
- Dougherty M. A review of neural networks applied to transport. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 1995; 3(4): 247-260.
- Dragač R, Vujanić M. *Bezbednost saobraćaja II deo*. Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet. 2002. ISBN 86-7395-122-4
- D.S.I.R. *Research on Road Safety*. HMSO, London. pp 464-477, 1963.
- Dupont, E., and Martensen, H. (Eds.) (2008) *Analysing European in-depth data: Methodological framework and results*. Deliverable D7.9 of the EU-FP6 project SafetyNet.
- Eberhard JW. Safe mobility for senior citizens. *IATSS Reas*. 1996; 20: 29-37.
- Elvik R. Assessing causality in multivariate accident models. *Accid. Anal. Prev*. 2011; 43(1): 253-264.
- Fagerlind H, Martinsson J, Hagström L. *INTACT - National Initiative for Enhanced Crash Investigations*. Vehicle Safety Division, Dep. of Applied Mechanics, Chalmers University of Technology. 2010. Göteborg, Sweden
- Fildes B, Logan D, Fitzharris M, Scully J, Burton D. *The Australian national crash in-depth study 2000-2003, ANCIS – The First Three Years*, Monash university accident research centre report documentation page; Monash. 2003.
- Gründl, M. *Fehler und Fehlverhalten als Ursache von Verkehrsunfällen und Konsequenzen für das Unfallvermeidungspotential und die Gestaltung von Fahrassistenzsystemen*. PhD Thesis, University of Regensburg, 2005. Regensburg.
- Hacker W, *Fehlhandlungen und Handlungsfehler (Human error and mistakes)*. In: Hacker, W. (Ed.), *Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten (General Work Psychology. Psychological Regulation of Work Activities)*. Huber, Bern. 1998.
- Hair JF Jr, Black WC, Babin BJ, Anderson RE. *Multivariate Data Analysis, 7/e*. Pearson Prentice Hal; 2010.
- Hakamies-Blomqvist L.E. Fatal accidents of older drivers. *Accid. Anal. Prev*. 1993; 25: 19-27.
- Hauer E. Speed and safety. *Transport. Res. Record*. 2009; 2103: 10-17.
- Haque MDM, Chin HC, Huang H. Modeling fault among motorcyclists involved in crashes. *Accident Analysis and Prevention*. 2009; 41 (2): 327-335

- Hauer E. Speed and safety. *Transport. Res. Record.* 2009; 2103: 10-17.
- Haworth N, Schulze M. Motorcycle Crash Countermeasures: Literature review and implementation workshop. Monash University Accident Research Centre. Report 87; 1996.
- Haworth N, Bowland L. Serious injury single vehicle crashes. Report no. 175. Monash University accident research centre. 2000. Victoria
- Hensher DA, Ton TT. A comparison of the predictive potential of artificial neural networks and nested logit models for commuter mode choice. *Transport. Res. Part E-LOG.* 2000; 36(3): 155-172.
- Hikosaka T. A Statistical Analysis of Relation-ship Between Traffic Flow Condition and Accident Rate on Basic Motorway Section. Doctoral dissertation. Nagoya. Nago-ya University. 2001.
- Hill J, Cuerden R. Development and Implementation of the UK On The Spot Accident Data Collection Study - Phase I. Road Safety Research Report No.59. Department for Transport; London, Great Minster House. 2005. London. SW1P 4DR ISBN 1 904763 60X, ISBN 13978 1 904763
- Hill J, Smith M, Byard N, Rillie I. The methodology of on the spot accident investigations in the UK. IN: Proceedings of the 17th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV 17), Amsterdam, The Netherlands, 4-7 June 2001. 10.
- Huang H, Chin HC. Disaggregate propensity study on red light running crashes using quasi-induced exposure method. *Journal of Transportation Engineering.* 2009; 135(3): 104-111.
- Hurt HH, Ouellet JV, Thom DR. Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Countermeasures. Final Report to National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation. 1981; USA
- Hutchinson TP, Anderson RWG. Newer cars: much safer. 34th Australasian Transport Research Forum; 2011: Adelaide, Australia.
- Jaensch M, Otte D, Pund B, Chiellino U, Hoppe M. Implementation of ACASS - Accident Causation Analysis with Seven Steps – in In-Depth Accident Study GIDAS, 2009 [https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/473/file/Implementation\\_of ACAS S Accident Causation Analysis with Seven Steps.pdf](https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/473/file/Implementation_of_ACAS_S_Accident_Causation_Analysis_with_Seven_Steps.pdf) (08.12.2018.)
- Johannsen H, Krettek C, Hannawald L, Schaser KD. Consideration of accident avoidance technology within gidas, 2017: 17-0397 (<https://www-esv.nhtsa.dot.gov/Proceedings/25/25ESV-000397.pdf>) (01.02.2019.)
- Johnston P, Brooks C, Savage H. Fatal and Serious Road Crashes Involving Motorcyclists, Research and Analysis Report, Road Safety, Monograph 20. Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Local Government; 2008; Canberra, Australia.
- Karlaftis MG, Golias I. Effects of road geometry and traffic volumes on rural roadway accident rates. *Accid Anal Prev.* 2002; 34(3): 357-365.

- Kockelman KM, Kweon YJ. 2002; Driver injury severity: an application of ordered probit models. *Accid. Anal. Prev.* 2002; 34: 313-321.
- Korb B, Nicholson E. *Bayesian Artificial Intelligence*, 2th Edition, CRCPress, Boca Raton FL USA, 2011.
- Li Y, Ma D, Zhu M, Zeng Z, Wang Y. Identification of significant factors in fatal-injury highway crashes using genetic algorithm and neural network, *Accident Analysis and Prevention*. 2018; 111: 354-363.
- Limanond T, Prabjabok P, Tippayawong K. Exploring impacts of countdown timers on traffic operations and driver behavior at a signalized intersection in Bangkok, *Transport Policy*. 2010; 17(6): 420–427.
- Lin MR, Chang SH, Pai L, Keyl PM. A longitudinal study of risk factors for motorcycle crashes among junior college students in Taiwan. *Accident Analysis and Prevention*. 2003; 35: 243-252.
- Lipovac K, Pešić D, Božović M. Definisane i klasifikacija propusta učesnika saobraćajne nezgode. VII simpozijum o saobraćajno-tehničkom veštačenju i proceni šteta. Vrnjačka banja, 25-28. Februar 2009: 289-318
- Lipovac K. *Bezbednost saobraćaja – udžbenik*. Službeni list SRJ, 2008. Beograd. ISBN 978-86-355-0747-7
- Lloyd JR, Duvenaud DK, Grosse RB, Tenenbaum JB, Ghahramani Z. Automatic construction and natural-language description of nonparametric regression models. In *Proceedings of the Twenty-Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI)*; 2014: 1242–1250.
- Lord D, Mannering F. The statistical analysis of crash-frequency data: a review and assessment of methodological alternatives. *Transport. Res. Part A*. 2010; 44(5): 291-305.
- Mackay, G. M. Some Features of Traffic Accidents. *Brit. Med. J.* Vol. 4, December 799-801, 1969.
- Mackay GM, Galer MD, Ashton SJ, Thomas P. *The Methodology of In-depth Studies of Car Crash in Britain*. Society of Automotive Engineers. 1985; SAE Paper No. 850556 Warrendale, Pennsylvania.
- MAIDS 2005 - In-depth investigations of accidents involving powered two wheelers Final Report 2.0, ACEM Brussels
- Mannering FL, Grodsky LL. Statistical analysis of motorcyclists' perceived accident risk. *Accident Analysis and Prevention*. 1995; 27: 21-31.
- Mansfield H, Bunting A, Martens M van der Horst R. *Analysis of the On the Spot (OTS) Road Accident Database*, Road Safety Research Report No.80. Department for Transport: London, Great Minster House. 2008. London. SW1P 4DR, ISBN 978 1 904763 81 9.
- Margaritis D. *Learning Bayesian Network Model Structure from Data*. Ph.D. Thesis, Department of Computer Science, Carnegie Mellon University. 2003.

- Marković N, Pešić D, Antić B, Vujanić M. The Analysis of Influence of Individual and Environmental Factors on Two-Wheeled Users' Injuries. *Traffic Injury Prevention*. 2016; 17:6: 610-617, doi: 10.1080/15389588.2015.1132314, ISSN: 1538-9588, (IF 1.290 for 2016), <https://doi.org/10.1080/15389588.2015.1132314>
- Марковић Н, Липовац К. Утврђивање и дефинисање утицајних фактора настанка и последица саобраћајних незгода применом дубинских анализа. 12. Међународна Конференција Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Тара, 19 – 22. април 2017:1-10.
- Marković N, Pešić D. Posebni slučajevi uticaja preglednosti puta na nastanak saobraćajne nezgode. X simpozijum Analiza složenih saobraćajnih nezgoda i prevare u osiguranju, Zlatibor, 17-19. Novembar 2011:163-173.
- Marković N, Pešić D, Antić B. Posebni slučajevi uticaja neispravnosti vozila na saobraćajnu nezgodu. X simpozijum Analiza složenih saobraćajnih nezgoda i prevare u osiguranju. Zlatibor, 17-19. Novembar 2011: 95-107.
- Marković N, Vujanić MM, Cvijan M. Uticaj analize oštećenja na nalaz i mišljenje veštaka u sudaru vozila i pešaka. VIII simpozijum o saobraćajno-tehničkom veštačenju i proceni šteta. Vrnjačka banja. 5-7. Novembar 2009:1-34.
- Марковић Н, Антић Б, Смаиловић Е. Дефинисање доминантних утицајних фактора настанка саобраћајне незгоде применом методе дубинских анализа. 13. Међународна Конференција Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Копаоник, 18 – 21. април 2018. 61-70.
- Марковић Н, Антић Б, Гордић М. Значај праћења индикатора безбедности саобраћаја везаних за возило, са посебним освртом на техничку исправност возила. 9. Међународна Конференција „Безбедност саобраћаја у локалној заједници“, Зајечар, 9 –11. април 2014: 353-358
- Marković N, Pešić D, Antić B, Vujanić M. Sistematizacija uticaja faktora puta na saobraćajne nezgode primenom metoda dubinske analize. V Међународна конференција – Безбедност саобраћаја у локалној заједници. Banja Luka 2016. 17-26 UDK: 614.8:343.915(497.6 RS), ISBN 978-99976-618-7-6.
- Marković N, Pešić D, Antić B, Lazarević M. Identifying contributing factors on occurrence traffic accidents applying in-depth studies and Bayesian neural networks. *Put I Saobraćaj*, 2019; 65(3): 29-38. <https://doi.org/10.31075/PIS.65.03.04>
- McLean AJ, Brewer ND, Sandow BL. Adelaide in-depth accident study 1975-1979. part 2 PEDESTRIAN ACCIDENTS. Road Accident Research Unit, The University of Adelaide; 1979.b ISBN 0 908204 01 9.
- McLean AJ, Robinson GK. Adelaide in-depth accident study 1975-1979. Part 1 AN OVERVIEW Road Accident Research Unit, The University of Adelaide; 1979.c ISBN 0 908 204 00 0.

- McLean AJ, Brewer ND, Hall CT, Sandow BL, Tamblyn PJ. Adelaide in-depth accident study 1975-1979. PART 4: MOTORCYCLE ACCIDENTS Road Accident Research Unit, The University of Adelaide; 1979.d
- McLean AJ, Brewer ND, Sandow BL. Adelaide in-depth accident study 1975-1979. PART 3: PEDAL CYCLE ACCIDENTS Road Accident Research Unit, The University of Adelaide; 1979.e
- McLean AJ, Aust HS, Sandow BL. Adelaide in-depth accident study 1975-1979. PART 5: COMMERCIAL VEHICLE ACCIDENTS Road Accident Research Unit, The University of Adelaide; 1979.a
- Mendez AG, Izquierdo FA, Ramirez BA. Evolution of the crash worthiness and aggressivity of the Spanish car fleet. *Accid. Anal. Prev.* 2010; 42: 1621-1631.
- Monash, 2018 - [https://www.monash.edu/muarc/our-publications?result\\_1489647\\_result\\_page=10](https://www.monash.edu/muarc/our-publications?result_1489647_result_page=10) (07.06.2018.)
- Monclus J, Löwenadler LG, Maier R. ROAD ACCIDENT INVESTIGATION IN THE EUROPEAN UNION REVIEW AND RECOMMENDATIONS. Expert Group on Accidents in the Transport Sector Report from the Road Sector Working Group to the Plenary May 11th, 2006
- MUARC, 2018 - <https://www.monash.edu/muarc/about-us/our-achievements> (07.06.2018.)
- Mussone L, Ferrari A, Oneta M. An analysis of urban collisions using an artificial intelligence model. *Accid. Anal. Prev.* 1999; 31(6): 705-718.
- Mussone L, Rinelli S, Reitani G. Estimating the accident probability of a vehicular flow by means of an artificial neural network. *Environment and Planning B: Planning and Design.* 1996; 23(6): 667-675.
- O'Donnell CJ, Connor DHL. Predicting the severity of motor vehicle accident injuries using models of ordered multiple choice. *Accid. Anal. Prev.* 1996; 28(6): 739-753
- Odenheimer GL, Beaudet M, Jette AM, Albert M.S, Grande L, Minaker KL. Performancebased driving evaluation of the elderly driver: safety, reliability and validity. *Jouranal of Gerontology: Medical Sciences.* 1994; 49: 153-159.
- Otte, D. The Accident Research Unit Hannover as Example for Importance and Benefit of Existing In Depth Investigations, SAE-Paper No. 940712, Proc. International SAE Congress, Detroit/USA, 1994
- Otte D, Krettek C, Brunner H.M, Zwipp H. SCIENTIFIC APPROACH AND METHODOLOGY OF A NEW IN-DEPTH INVESTIGATION STUDY IN GERMANY CALLED GIDAS. Proceedings: International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles. 2003. <https://pdfs.semanticscholar.org/ed7c/accc9657bea3b6a55d0a58bedbcd50a86fd9.pdf> (16.05.2018.)
- Ouellet JV, Smith TA, Thom DR, Kasantikul V. Environmental Contributing Factors in Thailand Motorcycle Crashes. In: Fourth International Motorcycle Conference, Institute for Motorcycle Safety, e.V. 2002.

- Pai CW, Saleh W. An analysis of motorcyclist injury severity under various traffic control measures at three-legged junctions in the UK. *Safety Science*. 2007; 45: 832-847.
- Pai CW, Saleh W. Modeling motorcyclist injury severity by various crash types at Tjunctions in the UK. *Safety Science*. 2008a; 46: 1234-1247.
- Pai CW, Saleh W. Exploring motorcyclist injury severity in approachturn collisions at Tjunctions: focusing on the effects of driver's failure to yield and junction control measures. *Accident Analysis and Prevention*. 2008b; 40 (2): 479-486.
- Pearson R, Whittington B. *Motorcycles and the Road Environment Road Safety: Gearing Up for the Future*. Motorcycle Riders Association Western Australia; 2001. Perth, WA
- Penumaka PA, Savino G, Baldanzini N, Pierini M. In-depth investigation of PTW-car accidents caused by human errors. *Safety Sci*. 2014; 68: 212-221.
- Pešić D, Antić B. Saobraćajne nezgode na semaforisanim raskrscnicama-postupak izrade nalaza i mišljenja i definisanje uzroka, okolnosti i propusta. XI simpozijum Analiza složenih saobraćajnih nezgoda i prevare u osiguranju, Zlatibor, 05-08. April 2012. Pp: 93-105, ISBN 978-86-7395-299-4
- Pešić, D., Vujanić, M., Lipovac, K., Antić, B. (2014). In-depth analysis of road accidents, state-of-the-art and the possibilities for the implementation in the republic of Serbia, 12<sup>th</sup> International Symposium Road Accident Prevention 2014 – Proceedings, ISBN 978-86-7892-636-5, pp. 19-28, Borsko jezero.
- Pešić D, Marković N, Cvijan M. Neophodni elementi nalaza i mišljenja saobraćajno-tehničkog veštačenja. VII simpozijum o saobraćajno-tehničkom veštačenju i proceni šteta, Vrnjačka banja, 25-28. Februar 2009. PP:43-251
- Пешић Д, Вујанић ММ. Утицај успорења возила на могућност избегавања незгоде. X симпозијум Анализа сложених саобраћајних незгода и преваре у осигурању; 2011: Златибор. п 79-85.
- Pešić D, Antić B, Smailović E, Marković N. Driving under the influence of alcohol and the effects of alcohol prohibition—Case study in Serbia, *Traffic Injury Prevention*. 2019; 20(5): 467-471. DOI: 10.1080/15389588.2019.1612058, doi.org/10.1080/15389588.2019.1612058
- Пешић Д, Вујанић М, Липовац К, Антић Б. Значај CaDAS протокола у хармонизацији прикупљања података о саобраћајним незгодама III Међународна Конференција Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Бања Лука, 30-31. октобар 2014. 9-15
- Пешић Д, Антић Б, Ранковић Ј, Нојковић Д. Развој међународне базе података CARE – имплементација CaDAS протокола за евидентирање података о саобраћајним незгодама 10. Међународна Конференција Безбедност саобраћаја у локалној заједници. Крагујевац, 22 – 25. април 2015. 81-90



- Пешић Д, Антић Б, Липовац К. Безбедност саобраћаја – методе и анализе. Универзитет у Београду Саобраћајни факултет. 2019. ISBN978-86-7395-404-2
- PIARC- Permanent International Association of Road Congresses, 2011. Road Safety Manual.
- Preusser DF, Williams AF, Ulmer RG. Analysis of fatal motorcycle crashes: crash typing. *Accident Analysis and Prevention*. 1995; 27(6): 845-851.
- Preusser DF, Williams AF, Ferguson SA, Ulmer RG, Weinstein HB. Fatal crash risk for older drivers at intersectiona. *Accid. Anal. Prev.* 1998; 30: 151-159.
- Rasmussen J. Human errors: a taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of Occupational Accidents*. 1982; 4: 311-333.
- Ray MH. Impact conditions in side-impact collisions with fixed roadside objects. *Accident Analysis & Prevention*. 1999; 31(1): 21-30.
- Reason J, Manstead A, Stradling S, Baxter J, Campbell K. Errors and violations on the roads. *Ergonomics*. 1990; 33: 1315-1332.
- Reed S, Morris A. Fatal Accident Database Development and Analysis - Final Report. Deliverable 5.7 of the EU FP6 project SafetyNet. 2008b.
- Reed S, Morris A. Glossary of Data Variables for Fatal and Accident causation databases. Deliverable 5.5 of the EU FP6 project SafetyNet. 2008a. TREN-04-FP6TRSI2.395465/506723.
- Rich J, Prato CG, Hels T, Lyckegaard A, Kristensen NB. Analyzing the relationship between car generation and severity of motor-vehicle crashes in Denmark. *Accid. Anal. Prev.* 2013; 54: 81-89.
- Robertson JS, Ryan GA, McLean AJ. Second report of the traffic accident research unit: some findings in the first 200 accidents, Traffic Accident Research Unit. 1964. Adelaide.
- Rong-Chang J, Tsu-Hurng Y, Rong-Sin C. Risk factors in motorcyclist fatalities in Taiwan. *Traffic Injury Prevention*. 2012; 13(2): 155-162.
- Ross A, Lipovac K, Rodic R, Stanetic V, Kremenovic B, Radovic D, Simic M, Rodic J. Troškovi Saobraćajnih nezgoda u Republici Srpskoj, Ekonomski institute, SweRoad. 2012.
- Rostoft MS. In-depth accident analyses in Norway. Statens vegvesen. 2010. Norwegian Public Roads Administration.  
<https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2010/wp1/WP1-59-Item3-Norway-e.pdf>
- Ruize Ma. The Influence Factors of Highway Traffic Accident and Accident Rates Model. *Proceedings of 3rd International Symposium on Social Science (ISSS 2017)*. 2017. <https://doi.org/10.2991/iss-17.2017.129> (16.09.2018.)

- Rumelhart DE, Hinton GE, Williams RJ. Learning representations by back-propagating errors, *Nature*. 1986; 323: 533–536.
- Rutter DR, Quine L. Age and experience in motorcycling safety. *Accident Analysis and Prevention*. 1996; 28: 15-21.
- Ryb GE, Dischinger PC, Ho S. Vehicle model year and crash outcomes: a CIREN study. *Traffic Inj. Prev*. 2009; 10: 560-566
- Sabey BE, Staughton GC. Interacting Roles of Road Environment. *Vehicle and Road User in Accidents*, 5th International Conference of the International Association for Accident and Traffic Medicine. 1975. London: UK.
- Savolainen P, Mannering F. Probabilistic models of motorcyclists' injury severities in single- and multi-vehicle crashes. *Accident Analysis and Prevention*. 2007; 39: 955-963.
- Savolainen PT, Mannering FL, Lord D, Quddus MA. The statistical analysis of highway crashinjury severities: a review and assessment of methodological alternatives. *Accid. Anal. Prev*. 2011; 43(5): 1666-1676.
- Schneider W, Savolainen P, Moore D. Examining effects of horizontal curvature on single vehicle motorcycle crashes along rural two-lane highways. *Transportation Research Record*. 2010; 2194(1): 91-98.
- Sexton B, Baughan C, Elliott M, Maycock G. The accident risk of motorcyclists. TRL Report TRL 607. Prepared for Road Safety Division, Department for Transport. 2004. ISSN 0968-4107
- Shields B, Morris A, Barnes J, Fildes B. Australia's National Crash In-depth Study. Progress Report. Accident Research Centre Monash University. July 2001. Clayton, Victoria
- Simončić M. A Bayesian neywork model of two-car accidents. *J. transport. and stat*. 2004; 7(2/3): 13-25.
- Смаиловић Е, Пешић Д, Марковић Н. Утицај временских услова на настанак саобраћајних незгода са погинулим лицима, 13. Међународна Конференција Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Копаоник, 18 – 21. април 2018. 51-60
- Stamatiadis N, Taylor WC, McKelvery FX. Elderly drivers and intersection accidents. *Transport. Q*. 1991; 45: 377-390.
- Staubach M. Factors correlated with traffic accidents as a basis for evaluating Advanced Driver Assistance Systems. *Accident Analysis & Prevention*. 2009; 41(5): 1025-1033.
- Стевовић М. Правни и саобраћајно-технички аспекти опасне ситуације код кривичних дела угрожавања безбедности јавног саобраћаја. IX симпозијум Опасна ситуација и веродостојност настанка саобраћајне незгоде (преваре у осигурању); 2010: Златибор. п 77-90. ISBN 978-86-7395-273-4

SUMMARY AND PUBLICATION OF BEST PRACTICES IN ROAD SAFETY IN THE MEMBER STATES Project funded by the European Commission, 2007, SER TREN/E3 2005 SUPREME S07.53754

Статистички извештај о стању безбедности саобраћаја у Републици Србији у 2018. години, Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије.

Teodorović D, Šelmić M. Computational Intelligence in Transport and Traffic, Faculty of Transport and Traffic Engineering, 2012; Belgrade.

Theofilatos A, Graham D, Yannis G. Factors affecting accident severity inside and outside urban areas in Greece. Traffic Injury Prevention. 2012; 13 (5): 458-467.

Theofilatos A, G Yannis. A review of effect of traffic and weather characteristics on road safety. Accident Analysis and Prevention. 2014; 72: 244-256. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2014.06.0170001-4575>.

Wang SM, Dalal K. Road traffic injuries in Shanghai, China. HealthMED. 2012; 61(1): 74-80.

VUFO, 2018 - [https://www.vufo.de/en/forschung-und-entwicklung/gidas/\(16.07.2018.\)](https://www.vufo.de/en/forschung-und-entwicklung/gidas/(16.07.2018.))

Vujanić M, Lipovac K. Od procene do tvrdnje – način izražavanja stavova veštaka pri izradi saobraćajno-tehničkog veštačenja. X simpozijum Analiza složenih saobraćajnih nezgoda i prevare u osiguranju. Zlatibor. 17-19. Novembar 2011. 1-31

Vujanić M, Božović M, Pešić D. Vremensko-prostorna analiza saobraćajnih nezgoda tipa vozilo-pešak, specifični slučajevi nezgoda sa starim licima i decom. VIII simpozijum o saobraćajno-tehničkom veštačenju i proceni šteta. Vrnjačka banja, 5-7. Novembar 2009. 159-176

Vujanić M, Pešić D, Antić B, Marković N. Selection and assessment of the relevant data for reducing the number of red-light running. Transport. 2018; 33(1): 268-79.

Vujanić M, Okanović D, Božović M. Nastanak opasne situacije, pojam i definisanje graničnih slučajeva. IX simpozijum Opasna situacija i verodostojnost nastanka saobraćajne nezgode (prevare u osiguranju), Zlatibor, 18-20. Novembar 2010. 227-245, ISBN 978-86-7395-273-4

Wang C, Quddus MA, Ison SG. Spatio-temporal analysis of the impact of congestion on traffic safety on major roads in the UK. Transp. A: Transp. Sci. 2013; 9(2): 124-148. [dx.doi.org/10.1080/18128602.2010.538871](http://dx.doi.org/10.1080/18128602.2010.538871).

Wang J, Kong Y, Fu T. Expressway crash risk prediction using back propagation neural network: A brief investigation on safety resilience, Accident Analysis and Prevention. 2019; 124: 180-192.

Woolley J, Kloeden C, Lindsay T, Ponte G, McLean J. The Adelaide Metropolitan In-depth Crash Investigation Study 2002-2005. Centre for Automotive Safety Research. The University of Adelaide. 2006.

<https://acrs.org.au/article/the-adelaide-metropolitan-indepth-crash-investigation-study-2002-2005/>

- Wundersitz LN. An analysis of young drivers involved in crashes using in-depth crash investigation data, Report documentation, CASR101, Centre for Automotive Safety Research The University of Adelaide: 2012. ISBN 978 1 921645 39.
- World Helth Organization (WHO) <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> (16.03.2019.)
- White Paper-Бела Књига „Европска саобраћајна политика за 2010. годину: време за одлуку“. 2001. [https://europa.eu/rapid/press-release\\_DOC-01-10\\_en.htm](https://europa.eu/rapid/press-release_DOC-01-10_en.htm) (16.05.2017.)
- Xie Y, Lord D, Zhang Y. Predicting motor vehicle collisions using Bayesian neural network models: An empirical analysis, Accident Analysis and Prevention. 2007; 39: 922-933.
- Yau, KKW. Risk factors affecting the severity of single vehicle traffic accidents in Hong Kong. Accid. Anal. Prev. 2004;36: 333-340.
- Young KL, Lenné MG, Rudin-Brown CM, Fitzharris M. How can we assess the role of driver distraction in crashes? Feasibility of using the Australian National Crash In-depth Study (ANCIS) for collecting distraction data. Australasian Road Safety Research. Policing and Education Conference 31 August- 3 September 2010, Canberra, Australian Capital Territory
- Yan X, Radwan E, Birriel E. Analysis of red light running crashes based on quasi-induced exposure and multiple logistic regression method, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 2005; 1908: 70-79.
- Yuan F, Cheu RL. Incident detection using support vector machines. Transport. Res. Part C-EMER. 2003; 11 (3-4): 309-328.
- Zeng Q, Huang H. A stable and optimized neural network model for crash injury severity prediction, Accident Analysis and Prevention. 2014; 73: 351-358.
- Zeng Q, Huang H, Pei X, Wong SC, Gao M. Rule extraction from an optimized neural network for traffic crash frequency modeling, Accident Analysis and Prevention. 2016; 97: 87-95.
- Закон о безбедности саобраћаја на путевима, "Службени гласник РС", бр. 41/2009. Београд.
- Закон о безбедности саобраћаја на путевима, "Службени гласник РС", бр. 53/2010. Београд.
- Закон о безбедности саобраћаја на путевима, "Службени гласник РС", бр. 101/2011. Београд.
- Закон о путевима, "Службени гласник РС", бр. 41/2018, Београд.
- Закон о путевима, "Службени гласник РС", бр. 95/2018, Београд.

## БИОГРАФИЈА АУТОРА

Ненад Марковић је рођен 23. Октобра 1978. године у Београду, где је где је стекао основно и средње образовање. На Саобраћајном факултету у Београду дипломирао је 04. јуна 2004. године са просечном оценом током студија 8 и са оценом 10 одбранио дипломски рад на Катедри за безбедност саобраћаја и друмска возила, са темом "Анализа угрожености у саобраћају деце - ученика О.Ш. "Војвода Степа" у Београду, са предлогом мера".

Од јануара 2004. године је волонтирао на Катедри за безбедност саобраћаја и друмска возила, а након дипломирања, од јуна 2004. године, ангажован је на месту сарадника на Институту Саобраћајног факултета, на Катедри за безбедност саобраћаја и друмска возила. Од јуна 2013. године запослен је на Универзитету у Београду на Саобраћајном факултету, на месту асистента на катедри за Безбедност саобраћаја и друмска возила, за ужу научну област Превентива и безбедност у саобраћају.

У досадашњем раду, Ненад Марковић је био аутор или коаутор преко 70 научних и стручних радова, од којих су четири рада на SCI листи у категорији M20. Такође, био је члан ауторског тима у више од 50 студија и пројеката. На Институту Саобраћајног факултета у Београду учествовао је у преко две хиљаде експертиза саобраћајних незгода као члан Комисије за вештачења саобраћајних незгода.

Коаутор је и помоћног уџбеника Збирка задатака из безбедности саобраћаја са практикумом, издатог на Саобраћајном факултету у Београду 2015. године. Коаутор је и преко 10 приручника из области Превентиве и безбедности саобраћаја. Од 2013. године рецензирао је и већи броја радова објављених на међународним конференцијама и угледним међународним часописима. Члан је организационог одбора међународне конференције "Безбедност саобраћаја у локалној заједници" и конференције "Вештачење саобраћајних незгода и преваре у осигурању".

Поседује лиценце прописане за дипломираног саобраћајног инжењера "одговорни пројектант" од 16.06.2008. године и "одговорни извођач радова" од 16.07.2015. године. Стални је судски вештак са листе вештака Вишег суда у Београду, за област Саобраћај-Транспорт-Безбедност, од 2011. године.



Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани Ненад З. Марковић

број уписа \_\_\_\_\_

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

РАЗВОЈ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА  
ЗАСНОВАНОГ НА УТИЦАЈНИМ ФАКТОРИМА

- 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, 07. новембар 2019. године

\_\_\_\_\_





Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Ненад З. Марковић

Број уписа \_\_\_\_\_

Студијски програм \_\_\_\_\_

Ментор Наслов рада РАЗВОЈ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА  
САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА  
ЗАСНОВАНОГ НА УТИЦАЈНИМ ФАКТОРИМА  
Ванредни професор др Далибор Р. Пешић

Потписани Ненад Марковић

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, 07. новембра 2019. 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 МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА  
ЗАСНОВАНОГ НА УТИЦАЈНИМ ФАКТОРИМА

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).

**Потпис докторанда**

У Београду, 07. новембра 2019. године

\_\_\_\_\_

1. Ауторство - Дозвољаваате умножавање, 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. Дозвољаваате умножавање, 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. Дозвољаваате умножавање, 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. Дозвољаваате умножавање, 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. Дозвољаваате умножавање, 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. Дозвољаваате умножавање, 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.