

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ

Бранко М. Миловановић

**ПРИЛОГ РАЗВОЈУ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА
ИЗБОР ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА
КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ
СА АСПЕКТА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ**

докторска дисертација

Београд, 2012.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC ENGINEERING

Branko M. Milovanović

**DEVELOPMENT OF METHODOLOGY
FOR THE SELECTION OF ROUTES FOR
THE MOVEMENT OF VEHICLES
TRANSPORTING DANGEROUS GOODS IN
TERMS OF RISK MANAGEMENT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2012

Подаци о ментору и члановима комисије

Ментор:

Редовни професор, доктор техничких наука, **Војкан Д. Јовановић**,
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

Чланови комисије:

1. Редовни професор, доктор техничких наука, **Снежана Филиповић**,
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет
2. Редовни професор, доктор техничких наука, **Павле Гладовић**,
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

Датум одбране:

Прилог развоју методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком

РЕЗИМЕ

У циљу безбедног извршења транспортног процеса опасне робе неопходно је управљати ризиком, који представља веома сложен процес, а један од корака у оквиру овог процеса је избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу. Извршити избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу а при томе не извршити квантификацију нивоа ризика у оквиру сваке трасе, довело би до могућности погрешног избора а самим тим и великих потенцијаних последица које може да изазове опасна роба која се транспортује. Како би се извршио адекватан избор траса са аспекта управљања ризиком, у оквиру рада дат је приказ процеса управљања ризиком у транспорту опасне робе, односно приказ фаза из којих се процес управљања ризиком састоји и дат је детаљан опис сваке фазе посебно. Одређено је и место и значај избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу, која представља једну од почетних активности у оквиру израде анализе опасности од настанка инцидентне ситуације, односно прве фазе поменутог процеса. Посебна пажња је посвећена одређивању нивоа друштвеног и индивидуалног ризика због велике значајности ових врста ризика при избору траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком. У трећем поглављу рада дат је приказ најважнијих методологија из литературе од стране иностраних аутора које се односе на избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу нивоа индивидуалног и друштвеног ризика и на основу апсолутног и релативног ризика. За претходно две наведене групе методологија дат је њихов кратак приказ, кораци из којих се оне састоје, предности и недостаци, као и подручје њихове примене. У оквиру четвртог поглавља рада дат је блок дијаграм на коме су приказани кораци у оквиру методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком. Методологија која је презентирана у четвртом поглављу рада обједињује све могуће елементе који утичу или оне који могу утицати на избор трасе за кретање возила која транспортују опасну робу на основу величине апсолутног ризика. Методологија се састоји из 11 корака и заснива се на избору траса за транспорт опасне робе на основу апсолутног ризика, односно ризика који се може квантификовати. Она обједињује све фазе у оквиру прве фазе у оквиру Методологије управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације. Идентификација опасности и величина последица од настанка инцидентне ситуације су обухваћене у оквиру првих пет корака методологије, док је процена ризика као завршна фаза у оквиру анализе опасности од настанка инцидентне ситуације спроведена кроз седми, осми, девети и десети корак. Као један од корака у оквиру методологије је и примена модела заснованог на утврђивању апсолутног ризика и дефинисања прихватљивог нивоа ризика одређене деонице пута, односно дела трасе. У циљу утврђивања нивоа ризика у оквиру методологије дефинисани су параметри који утичу на величину вероватноће настанка инцидентне ситуације и параметри који утичу на величину

последица и њихове вредности су повезане са величином ризика, док је за сваки параметар утврђен његов тежински фактор на основу спроведене анкете експерата. У оквиру последњег поглавља дат је приказ примене унапређене методологије на мрежу саобраћајница на територији града Београда са циљем избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком. Како би се спровела целокупна методологија, спроведена су опсежна истраживања карактеристика транспортних захтева нафте и нафтних деривата на тоталном узорку за подручје Републике Србије, дефинисани тежински фактори за сваки параметар и утврђене њихове вредности за сваку од изабраних деоница, односно за сваку деоницу посебно је формирана матрица ризика на основу које је донета одлука да ли је одређена деоница у оквиру трасе подобна за транспорт опасне робе или не са аспекта дозвољеног нивоа ризика. На основу спроведених свих корака у оквиру методологије, на крају рада дат је приказ траса за кретање возила која транспортују опасну робу на територији града Београда на основу упоређења величине ризика на тој деоници са дозвољеним нивоом ризика.

Кључне речи: опасна роба, управљање ризиком, избор траса, инцидентна ситуација, индивидуални ризик, друштвени ризик, возила.

Научна област: Друмски и градски транспорт

Ужа научна област: Друмски и градски транспорт робе

УДК број: 656.1:620.26 (043.3)

Development of methodology for the selection of routes for the movement of vehicles transporting dangerous goods in terms of risk management

SUMMARY

In order to secure the execution process of the transport of dangerous goods it is necessary to manage risk, which is a very complex process, and one of the steps in this process is the selection of routes for the movement of vehicles transporting dangerous goods. Make a selection of routes for the movement of vehicles transporting dangerous goods while not perform quantification of risk levels within each route would lead to the possibility of a wrong choice and thus of potential major consequences that can lead to dangerous goods being transported. In order to execute an appropriate choice of route in terms of risk management within the article gives an overview of risk management in the transport of dangerous goods, or display the phase from which the risk management process and includes a detailed description of each stage separately. Is determined by the place and importance of the route for the movement of vehicles transporting dangerous goods, which is one of the initial activity within the development of hazard analysis of the occurrence of the incident or the first stage of the process. Special attention is paid to determining the level of social and individual risk because of the significance of these kinds of risks in choosing the route for the movement of vehicles transporting dangerous goods in terms of risk management. In the third section of the paper presents the most important methodologies in the literature by foreign authors concerning the choice of route for the movement of vehicles transporting dangerous goods by the level of individual and social risk on the basis of absolute and relative risk. For the two previously mentioned groups methodology is given in their brief statement, the steps from which they are made, the advantages and disadvantages, as well as their application area. In the fourth chapter of the paper is a block diagram which shows the steps in the methodology for choosing the route for the movement of vehicles transporting dangerous goods in terms of risk management. The methodology presented učetvrtom of chapter combines all the elements that can affect or which may affect the choice of route for the movement of vehicles transporting dangerous goods based on the size of absolute risk. The methodology consists of 11 steps and is based on choosing the route for the transport of dangerous goods on the basis of absolute risk, that risk can be quantified. It combines all the stages in the first phase of the Risk Management Methodology occurrence of the incident. The identification of hazards and consequences of occurrence of the size of the incident are included in the first five steps of the methodology, while the risk assessment as the final stage in the analysis of the risk of occurrence of the incident conducted by the seventh, eighth, ninth and tenth step. As one of the steps in the methodology and the use of model-based determination of absolute risk and defining acceptable risk levels specific sections of the road or part of the route. In order to determine the level of risk according to the methodology defined by the parameters that influence the size of the probability of occurrence of the incident and the parameters that influence the size of the result and the value associated with the size of risk, and for each parameter determined by its weighting factor based on the survey of experts. In the last chapter presents the application of improved

methodologies to network traffic in the city of Belgrade with the objective of the route for the movement of vehicles transporting dangerous goods in terms of risk management. In order to implement the entire methodology, conducted the comprehensive study of the characteristics of transportation requires oil and petroleum products in the total sample for the Republic of Serbia, the growth factor defined by weight for each parameter and their values are determined for each of the selected section, and for each section separately formed matrix risk on the basis that the decision is made whether a particular section of the route suitable for the transport of dangerous goods or not in terms of allowable levels of risk. Based on performed all the steps in the methodology, at the end of the paper presents a route for movement of vehicles transporting dangerous goods in the territory of Belgrade on the basis of comparisons of the size of the risk in this section of the allowable level of risk.

Key words: dangerous goods, risk management, selection of routes, incident situation, individual risk, societal risk, vehicles.

Scientific area: Road and Urban transport

Scientific sub-area: Road and Urban transport of goods

UDC number: 656.1:620.26 (043.3)

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ У ТРАНСПОРТУ ОПАСНЕ РОБЕ	4
2.1. Појам и врсте ризика у транспорту опасне робе.....	4
2.2. Индивидуални и друштвени ризик	8
2.3. Активности усмерене на смањење примарног ризика	14
2.4. Избор методологије за управљање ризиком од настанка инцидентне ситуације.....	17
2.5. Приказ методологије управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације.....	18
2.5.1. Анализа опасности од настанка инцидентне ситуације.....	20
2.5.2. Планирање мера превенције, приправности и одговора на инцидентну ситуацију.....	42
2.5.3. Планирање мера за отклањање последица од инцидентне ситуације - Санација	51
2.6. Место и значај избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу у оквиру процеса управљања ризиком	53
3. АНАЛИЗА ПРОБЛЕМА ИЗБОРА ТРАСА ЗА ТРАНСПОРТ ОПАСНЕ РОБЕ СА АСПЕКТА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ У ЛИТЕРАТУРИ	57
3.1. Приказ методологија за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу величине индивидуалног и друштвеног ризика	58
3.1.1. Избор траса на основу величине индивидуалног, друштвеног ризика и минималних трошкова	58
3.1.2. Методологија за избор траса за друмски и железнички транспорт помоћу крива друштвеног ризика.....	64
3.1.3. Методологија за утврђивање нивоа ризика и стратегија за доношење одлука у транспорту опасне робе.....	70
3.2. Приказ методологија за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу специфичног и апсолутног ризика....	78
3.2.1. Методологија за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу специфичног ризика	79
3.2.2. Методологија за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу апсолутног ризика.....	86

4. УНАПРЕЂЕЊЕ ПОСТОЈЕЋЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ ИЗБОРА ТРАСА ЗА ТРАНСПОРТ ОПАСНИХ РОБА.....	95
4.1. Приказ основних корака у оквиру унапређене методологије за избор траса	95
4.2. Карактеристике опасности и зона утицаја опасне робе	99
4.3. анализа карактеристика токова опасне робе	104
4.4. Ограничења	108
4.5. Дефинисање алтернатива и критеријума за избор траса за транспорт опасне робе.....	110
4.6. Дефинисање и приказ параметара неопходних за процену нивоа ризика са циљем избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу	113
4.6.1. Параметри који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације	114
4.6.2. Параметри који утичу на величину последица.....	124
4.5. Степен утицаја и тежински фактори дефинисаних параметара.....	131
4.7. Приказ модела за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на бази апсолутног ризика	137
4.8. Идентификовање, ревидирање и усвајање траса за кретање возила која транспортују опасну робу	141
5. ТЕСТИРАЊЕ ДЕФИНИСАНЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ У РЕАЛНИМ УСЛОВИМА - НА ТРАНСПОРТНОЈ МРЕЖИ ГРАДА БЕОГРАДА.....	144
5.1. Приказ основних карактеристика подручја опслуге	144
5.2. Избор врсте опасне робе за избор траса за транспорт опасне робе на територији града Београда	152
5.3. Фиксни извори опасних роба на подручју града Београда.....	156
5.4. Укупна количина транспортоване нафте и нафтних деривата на територији Републике Србије по видовима превоза	159
5.5. Укупна количина транспортоване нафте и нафтних деривата на територији града Београда по видовима превоза	163
5.6. Карактеристике транспортних захтева (транспорт нафте и нафтних деривата) у времену на подручју града Београда	167
5.6.1. Расподела транспортних захтева по месецима у току 2007. године.	167

5.6.2. Карактеристике транспортних захтева у времену за репрезентативни период - друмски транспорт (15.10. - 21.10. 2007.).....	172
5.7. Анализа и дефинисање Карактеристика транспортних захтева (транспорт нафте и нафтних деривата) у простору	177
5.7.1. Карактеристике изворно - циљних кретања.....	178
5.7.2. Карактеристике токова у простору у односу на дефинисано подручје опслуге	183
5.7.3. Оптерећење мреже саобраћајница токовима робе у простору.....	187
5.8. Ограничења	190
5.9. Приказ инцидентних ситуација од покретних извора опасне робе на територији града Београда у периоду од 2002. до 2010. године	195
5.10. Избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу дефинисаних критеријума и алтернатива за анализу на подручју града Београда.....	198
5.11. Процена ризика по деоницама у оквиру изабраних траса	202
6. ЗАКЉУЧАК И ПРАВЦИ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА	211
7. ЛИТЕРАТУРА	214
8. ПРИЛОЗИ.....	223

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 2.1. Приказ најважнијих метода (техника) за идентификацију могућих извора опасности од инцидентне ситуације.....	23
Табела 2.2. Подручје примене појединих техника за идентификацију опасности	25
Табела 2.3. Величина последица према вредностима показатеља	40
Табела 2.4. Ниво ризика према вероватноћи настанка и величини последица инцидентне ситуације – матрица ризика.....	41
Табела 2.5. Примери метода за представљање ризика.....	42
Табела 2.6. Пример хијерархије управљачких мера.....	45
Табела 2.7. Елементи за анализу опасности приликом транспорта опасне робе	54
Табела 3.1. Стопа саобраћајних незгода.....	68
Табела 3.2. Густина насељености становништва	68
Табела 3.3. Параметри са високим степеном корелације са интерним карактеристикама саобраћајница	74
Табела 3.4. Параметар са високим степеном корелације са метеоролошким условима	74
Табела 3.5. Параметар са високим степеном корелације са величином саобраћајног тока (за аутопут А7)	74
Табела 3.6. Густина становника на путу и околини трасе пута	75
Табела 3.7. Критеријуми за дефинисање прихватљивог нивоа ризика	76
Табела 4.1. Величина зоне утицаја по класама опасне робе	103
Табела 4.2. Величина зоне утицаја опасне робе	104
Табела 4.3. Примери осетљивих области животне средине.....	109
Табела 4.4. Критеријуми за доношење одлуке о избору трасе	112
Табела 4.5. Вредности нивоа ризика.....	131
Табела 4.6. Приказ резултата анкете експерата.....	134
Табела 4.7. Тежински фактори за параметре који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације	136
Табела 4.8. Тежински фактори за параметре који утичу на величину последица инцидентне ситуације.....	136
Табела 4.9. Параметри који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације.....	138
Табела 4.10. Параметри који утичу на величину последица инцидентне ситуације	139
Табела 5.1. Дужина саобраћајница у односу на њихов ранг	145
Табела 5.2. Број становника и површина општина у Београду.....	146
Табела 5.3. Густина становника по општинама.....	147
Табела 5.4. Амбалажне групе за опасне робе класе 3	154

Табела 5.5. Расподела транспортване робе по видовима у 2007. години (modal split) на територији Републике Србије	160
Табела 5.6. Расподела транспортване нафте и нафтних деривата по фиксним изворима у 2007. години (литара)	161
Табела 5.7. Расподела транспортване робе по видовима превоза у 2007. години (modal split) на територији града Београда	164
Табела 5.8. Расподела транспортване робе по фиксним изворима у 2007. години по видовима.....	165
Табела 5.9. Расподела транспортних захтева по месецима у току 2007. године – град Београд (јануар-јун)	168
Табела 5.10. Расподела транспортних захтева по месецима у току 2007. године – град Београд (јул-децембар)	168
Табела 5.11. Расподела транспортних захтева и неравномерности по данима у току седмице – град Београд (друмски транспорт).....	173
Табела 5.12. Расподела транспортване нафте и нафтних деривата у току репрезентативног периода (15.10. - 21.10.) - Рафинерија нафте Панчево	175
Табела 5.13. Карактеристике токова у простору по данима у току седмице (сви фиксни извори)	183
Табела 5.14. Карактеристике токова у простору по данима у току седмице (Рафинерија Панчево)	185
Табела 5.15. Карактеристике токова у простору по данима у току седмице (Инсталација Београд)	186
Табела 5.16. Заштићена природна добра Београда (еколошке зоне).....	194
Табела 5.17. Број инцидентних ситуација од покретних извора на територији града Београда у периоду од 2002. до 2010. године	195
Табела 5.18. Заступљеност класа опасних роба у инцидентним ситуацијама на територији града Београда у периоду од 2002. до 2010. године.....	196
Табела 5.19. Шифре и назив потенцијалних деоница за транспорт опасне робе. 201	
Табела 5.20. Вредности параметара који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације и величина ризика.....	203
Табела 5.21. Вредности параметара који утичу на величину последица од инцидентне ситуације и величина ризика.....	205
Табела 5.22. Величина ризика за сваку од деоница потенцијалних траса за кретање возила која транспортују опасну робу на подручју града Београда.....	207

СПИСАК СЛИКА

Слика 2.1. Крива рањивости.....	6
Слика 2.2. Начин израчунавања специфичног и апсолутног ризика	7
Слика 2.3. Начин приказивања величине друштвеног ризика ($F(N)$ криве).....	10
Слика 2.4. Границе подручја утицаја.....	11
Слика 2.5. Могући сценарији	11
Слика 2.6. Криве друштвеног ризика у зависности од нивоа ризика.....	12
Слика 2.7. а) и б) Вредности друштвеног ризика за фиксне и покретне изворе опасне робе.....	12
Слика 2.8. Приказ фаза и активности у оквиру Методологије управљања ризицом од настанка инцидентне ситуације	19
Слика 2.9. Свеобухватна идентификација опасности.....	26
Слика 2.10. Анализа последица.....	28
Слика 2.11. Процес процене ризика	35
Слика 2.12. Пример стабла догађаја насталог ослобађањем течног нафтног гаса из цеви.....	38
Слика 2.13. Стабло погрешки у случају квара на резервоару због надпритиска..	39
Слика 2.14. Приказ критичних радних параметара.....	49
Слика 3.1. Приказ $F'(N)$ крива	59
Слика 3.2. Начин одређивања максималне јединичне $F(N)$ криве за деоницу.....	60
Слика 3.3. Процентуално учешће возила која транспортују опасну робу у укупном броју саобраћајних незгода у току дана	72
Слика 3.4. Узроци настанка инцидентних ситуација.....	73
Слика 3.5. Приказ нивоа ризика по деоницама на мрежи аутопутева	76
Слика 3.6. Решење за транспорт опасне робе	77
Слика 3.7. Приказ методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу специфичног ризика	80
Слика 3.8. Критеријум за одређивање траса без заустављања возила	85
Слика 3.9. Приказ методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу апсолутног ризика	87
Слика 3.10. Стабло догађаја	91
Слика 3.11. Припадност гране мрежи	93
Слика 4.1. Приказ методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризицом	96
Слика 4.2. Зона утицаја опасне робе код покретних извора опасне робе	102
Слика 4.3. Средња вредност значајности сваког од параметра у оквиру анкете експерата.....	135
Слика 4.4. Матрица ризика	140
Слика 4.5. Пример процеса ревидирања траса	142

Слика 5.1. Приказ подручја опслуге	145
Слика 5.2. Структура становништва града Београда према полу (2002. година)	148
Слика 5.3. Старосна структура становника у Београду (2002. година).....	149
Слика 5.4. Структура становника према степену образовања	149
Слика 5.5. Структура становника према активности.....	150
Слика 5.6. Просечна зарада у 2007. години на територији града Београда.....	150
Слика 5.7. Број запослених према степену стручне спреме.....	151
Слика 5.8. Број незапослених у Београду од 1997. до 2006. године.....	151
Слика 5.9. Стабло догађаја	155
Слика 5.10. Фиксни извори опасних роба са зонама утицаја на подручју града Београда.....	157
Слика 5.11. Расподела транспортоване робе по видовима у 2007. години (modal split) на територији Републике Србије	160
Слика 5.12. Процентуална заступљеност транспорта нафте и нафтних деривата из фиксних извора друмским транспортним средствима у току 2007. године на територији Србије	163
Слика 5.13. Расподела транспортоване робе по видовима превоза у 2007. години (modal split) на територији града Београда.....	164
Слика 5.14. Процентуална заступљеност транспорта нафте и нафтних деривата из фиксних извора друмским транспортним средствима у току 2007. године на територији Београда	166
Слика 5.15. Расподела транспортних захтева и неравномерности по месецима у току 2007.године – град Београд (сви видови).....	169
Слика 5.16. Расподела транспортних захтева и неравномерности по месецима у току 2007. године – град Београд (железнички транспорт)	170
Слика 5.17. Расподела транспортних захтева и неравномерности по месецима у току 2007. године – град Београд (водни транспорт)	170
Слика 5.18. Расподела транспортних захтева и неравномерности по месецима у току 2007. године – град Београд (друмски транспорт)	171
Слика 5.19. Расподела транспортних захтева и неравномерности по данима у току седмице – град Београд (друмски транспорт).....	174
Слика 5.20. Расподела транспортоване нафте и нафтних деривата по фиксним изворима у току репрезентативног периода (15.10. - 21.10.).....	175
Слика 5.21. Расподела транспортних захтева по часовима у току дана.....	176
Слика 5.22. Линије токова робе за меродаван дан	182
Слика 5.23. Карактеристике токова у простору у односу на дефинисано подручје опслуге у току репрезентативног периода укупно	184
Слика 5.24. Карактеристике токова у простору по данима у току седмице (Рафинерија Панчево)	185
Слика 5.25. Карактеристике токова у простору по данима у току седмице (Инсталација Београд)	186

Слика 5.26. Приказ оптерећења саобраћајница на подручју града Београда токовима нафте и нафтних деривата у простору (у хиљадама литара) - четвртак	188
Слика 5.27. Приказ саобраћајница на којима је дозвољено кретање теретних моторних возила	191
Слика 5.28. Зоне заштита изворишта воде и водотокова	192
Слика 5.29. Заштићена природна добра Београда - еколошке зоне	193
Слика 5.30. Број инцидентних ситуација од покретних извора на територији града Београда	195
Слика 5.31. Заступљеност класа опасних роба у инцидентним ситуацијама на територији града Београда у периоду од 2002. до 2010. године.....	196
Слика 5.32. Потенцијалне трасе за кретање возила која транспортују опасну робу	199
Слика 5.33. Приказ деоница у оквиру изабраних потенцијалних траса за кретање возила која транспортују опасну робу	200
Слика 5.34. Матрица ризика за деоницу аутопута од моста Газела до петље Тошин бунар	208
Слика 5.35. Приказ траса за кретање возила која транспортују опасну робу на територији града Београда на основу величине ризика	210

1. УВОД

Транспорт опасне робе представља све већи проблем широм света због континуалног повећања количина ових роба које се транспортују. Заправо, као последица индустријског развоја, огромне количине опасне робе се годишње производе и повећање њихове производње условљава и пораст потреба за њиховим транспортом. Како транспорт опасне робе представља врсту транспорта за коју се везују највећи ризици и потенцијална величина штете како по становништво тако и по животну средину, неопходно је утицати на смањење величине ризика, односно управљати ризиком од настанка инцидентне ситуације у транспорту опасне робе. Узимајући у обзир чињеницу да се од укупног броја инцидентних ситуација са опасном робом, највећи број њих догоди у процесу превоза, укупно 35%, док 22% приликом складиштења опасне робе, може се закључити да управљање ризиком од настанка инцидентне ситуације може имати велику улогу у превенцији настанка инцидентних ситуација (саобраћајних незгода) и смањењу величине последица у току процеса превоза опасних роба и њиховом складиштењу.

У циљу ефикасног управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације у транспорту опасних роба, неопходно је спровести низ процедура које су међусобно зависне једна од друге и поседовати информације о карактеристикама опасне робе (врста опасне робе, количина, врста опасности, степен опасности, зона утицаја), броју инцидентних ситуација у претходном периоду (период од три године и више) по класама опасне робе, величини последица по становништво и животну средину од инцидентних ситуација у претходном периоду и капацитетима служби за реаговање у случају настанка инцидентне ситуације (хитна помоћ, ватрогасци и полиција).

Процесом управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације у транспорту опасне робе се смањује вероватноћа настанка инцидентне ситуације и величина последица по становништво и животну средину како од фиксних тако и од покретних извора опасне робе.

Избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу као прва фаза у оквиру процеса управљања ризиком од стране покретних извора, представља кључни корак за ефикасно управљање ризиком. Избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу представља једну од најзначајнијих фаза управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације која директно утиче на вероватноћу настанка инцидентне ситуације и евентуалне величине последица од инцидентне ситуације.

У докторској дисертацији се полази од хипотезе да постојеће методологије за управљање ризиком у транспорту опасне робе имају одређене недостатке и да се могу унапредити.

Развој и унапређење поступака за управљање ризиком посебно је могуће унапредити у домену избора траса за кретање возила са опасном робом.

На основу претходно наведеног, предмет докторске дисертације представља избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком, која чини једну од фаза Методологије управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације.

Циљ докторске дисертације је да се изврши упоредна анализа постојећих методологија за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу, прикажу подручја њихове примене као и њихове предности и недостаци, као и да се узевши ово у обзир развије нова -унапређена методологија за управљање ризиком у транспорту опасних роба, посебно у сегменту избора траса за кретање возила са овом робом.

Циљ докторске дисертације представља и дефинисање параметара који утичу на вероватноћу настанка ризика и параметара који одређују величину последица од инцидентне ситуације са опасном робом, утврђивање критеријума за избор траса за транспорт опасних роба и дефинисање модела за њихов прорачун на основу којег би се могао дати закључак да ли је одређена деоница пута прихватљива за транспорт опасних роба са аспекта дозвољеног нивоа ризика.

Поред претходно наведених циљева, циљ докторске дисертације представља примена унапређене методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком у реалним условима, како би се утврдило подручје њене примене и ограничења.

У складу са постављеним хипотезама, дефинисаним предметом и циљевима, докторска дисертација се састоји из шест поглавља.

Прво поглавље дисертације је уводни део са кратким описом проблема избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком. У оквиру овог поглавља су дефинисани предмет, циљеви и значај истраживања, дато је образложење теме и описана је структура дисертације.

У оквиру другог поглавља дисертације дат је приказ процеса управљања ризиком у транспорту опасне робе, односно приказ фаза из којих се процес управљања ризиком састоји и дат детаљан опис сваке фазе посебно. Одређено је и место и значај избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу, која представља једну од почетних активности у оквиру израде анализе опасности од настанка инцидентне ситуације, односно прве фазе поменутог процеса. Посебна пажња је посвећена одређивању нивоа друштвеног и индивидуалног ризика због велике значајности ових врста ризика при избору траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком.

У трећем поглављу дисертације дат је приказ најважнијих методологија из литературе од стране иностраних аутора које се односе на избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу нивоа индивидуалног и друштвеног ризика и на основу нивоа апсолутног и релативног ризика. За претходно две наведене групе методологија дат је њихов кратак приказ, кораци из којих се оне састоје, предности и недостаци, као и подручје њихове примене.

У оквиру четвртог поглавља дисертације, дат је блок дијаграм на коме су приказани кораци у оквиру унапређене методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком. Методологија која је презентирана у четвртом поглављу рада обједињује све могуће елементе који утичу или оне који могу утицати на избор трасе за кретање возила која транспортују опасну робу на основу величине апсолутног ризика. Методологија се састоји из 11 корака и заснива се на избору траса за транспорт опасне робе на основу апсолутног ризика, односно ризика који се може квантификовати. Она обједињује све кораке у оквиру прве фазе Методологије управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације. Идентификација опасности и величина последица од настанка инцидентне ситуације су обухваћене у оквиру првих пет корака методологије, док је процена ризика као завршна фаза у оквиру анализе опасности од настанка инцидентне ситуације спроведена кроз седми, осми, девети и десети корак. Као један од корака у оквиру методологије је и примена модела заснованог на утврђивању апсолутног ризика и дефинисања прихватљивог нивоа ризика одређене деонице пута, односно дела трасе. У циљу утврђивања нивоа ризика у оквиру методологије дефинисани су параметри који утичу на величину вероватноће настанка инцидентне ситуације и параметри који утичу на величину последица и њихове вредности су повезане са величином ризика, док је за сваки параметар утврђен његов тежински фактор на основу спроведене анкете експерата.

У петом поглављу дисертације дат је приказ примене унапређене методологије на транспортној мрежи на територији града Београда са циљем избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком. Како би се спровела целокупна методологија, спроведена су опсежна истраживања карактеристика транспортних захтева нафте и нафтних деривата на генералној популацији за подручје Републике Србије, дефинисани тежински фактори за сваки параметар и утврђене њихове вредности за сваку од изабраних деоница, односно за сваку деоницу посебно је формирана матрица ризика на основу које је донета одлука да ли је одређена деоница у оквиру трасе подобна за транспорт опасне робе или не са аспекта дозвољеног нивоа ризика. На основу спроведених свих корака у оквиру методологије, на крају дисертације дат је приказ траса за кретање возила која транспортују опасну робу на територији града Београда на основу упоређења величине ризика на тој деоници са дозвољеним нивоом ризика.

Последње, шесто поглавље, садржи главне закључке и доприносе који су настали као резултат ове докторске дисертације, као и правце даљих истраживања.

2. УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ У ТРАНСПОРТУ ОПАСНЕ РОБЕ

У оквиру овог поглавља рада дат је приказ процеса управљања ризиком у транспорту опасне робе, односно приказ фаза из којих се процес управљања ризиком састоји и дат детаљан опис сваке фазе посебно. Одређено је и место и значај избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу, која представља једну од почетних активности у оквиру израде анализе опасности од настанка инцидентне ситуације, односно прве фазе поменутог процеса. Из разлога великих одступања приликом дефинисања појмова из области управљања ризиком у транспорту опасне робе, у оквиру домаће и иностране литературе, дате су дефиниције најважнијих елемената управљања ризиком, односно дефинисан је појам ризика, најважније врсте ризика, елементи ризика (рањивост, хазард, елементи изложени ризику) и активности које су усмерене на смањење његове величине, односно место избора траса као једне од активности усмерене на смањење нивоа ризика. Посебна пажња је посвећена одређивању нивоа друштвеног и индивидуалног ризика због велике значајности ових врста ризика при избору траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком.

2.1. ПОЈАМ И ВРСТЕ РИЗИКА У ТРАНСПОРТУ ОПАСНЕ РОБЕ

Увидом у литературу великог броја иностраних аутора из области управљања ризиком у транспорту опасне робе, може се закључити да постоје велика одступања приликом дефинисања појма ризика. Из тог разлога неопходно је презентирати дефиниције које на прави начин описују ризик, а на основу којих ће се и базирати методологија за избор траса за возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком.

Велики број иностраних аутора (Lavell, 2000; Fabiano et al., 2002; Cassini, 1998) дефинише ризик као **комбинацију вероватноће настанка инцидентне ситуације и величине могућих последица од инцидентне ситуације**. Ова дефиниција је прихваћена и од стране домаћих аутора који обрађују тематику транспорта опасних роба, те из тог разлога је могуће ову дефиницију усвојити као основну и полазну дефиницију појма ризика. Веома је важно нагласити да различити параметри утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације у односу на величину последица и највећи проблем код дефинисања нивоа ризика је управо дефинисање параметара који описују ова два елемента ризика.

Поред ове дефиниције, још једна дефиниција ризика се веома често користи, која под ризиком подразумева (Lavell, 2000) **вероватноћу настанка штетних исхода**

произашлих интеракцијом између хазарда, рањивости заједнице и природне средине (елемента изложеног ризику).

Ризик (Народна скупштина Републике Србије, 1994) такође представља очекивани број изгубљених људских живота, повређених лица, причињену штету на приватним добрима и поремећај економских активности због деловања хазарда.

Као што се може закључити, **3 елемента** дефинишу ризик, и то:

1. врста хазарда,
2. рањивост, и
3. елемент изложен ризику.

Под појмом **хазард** (Lavell, 2000) се подразумевају потенцијални штетни физички догађаји који се могу догодити у контексту рањивости становништва, производње и инфраструктуре, и који доводе до економских и социјалних губитака и могу достићи ниво катастрофе. Друга дефиниција којом се дефинише појам хазарда, наводи се да је хазард природна или људска активност која прети да угрози људски живот, имовину или активност која може да има размере катастрофе.

Према свом настанку постоје четири врсте хазарда, и то:

1. Природни - физички (геолошке и геотехничке, метеоролошке, геоморфолошке и друге појаве).
2. Природни животни и биолошки, повезани су са разним факторима који могу да проузрокују проблеме са здрављем, у екстремним случајевима и епидемије.
3. Социјални и привидно природни се односе на хазарде и њихове догађаје који су повезани са друштвеним процесима који преображавају природну средину и ресурсе тако да од њих настају нове врсте хазарда (нпр: поплаве које изазива деградација корита река и др.).
4. Хазарди настали од стране човека (технолошки), обухватају широк спектар различитих појава узрокованих постојећим техничким и технолошким условима и нивоима небезбедности који они означавају (нпр: загађење тла, воде и ваздуха, експлозије и сл.).

Опасна роба припада четвртој врсти хазарда, односно технолошким хазардима, и о овој врсти хазарда ће бити највише речи у даљем току рада.

Други елемент ризика представља рањивост и она је у директној вези са хазардом, односно са интензитетом хазарда.

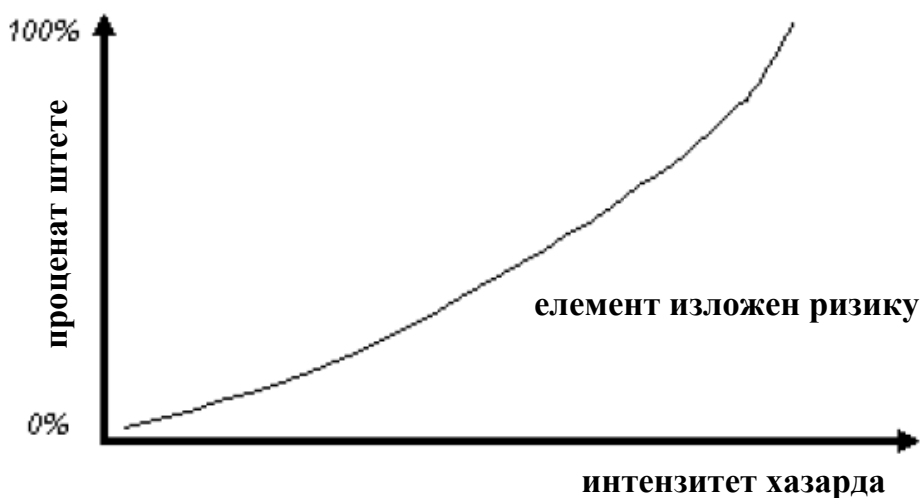
Рањивост (Lavell, 2000) се дефинише као склоност заједнице (друштва), или њеног дела, да поднесе штету или губитак када су изложени физичким догађајима изазваним природним или социјалним факторима, и да се суоче са проблемима у

обнови од губитака или штете насталих дејством физичких догађаја. Под појмом рањивости се подразумева и склоност подношења штете узроковане спољним догађајима.

Рањивост (Castillo, 2004) као елемент ризика зависи од карактеристика ризика и врсте хазарда који се узима у разматрање и мери се на скали од 0 до 1, где 0 представља ситуацију када не постоји штета причињена елементима изложених ризику у случају њихове изложености хазардима, а 1 представља тоталну штету причињену елементима ризика у случају њихове изложености хазардима.

Како би дефинисали рањивост неколико елемената који су изложени ризику за дефинисану врсту хазарда, могуће је користити криве рањивости (United Nations Disaster Relief Office, 1991). У случајевима када се хазард сматра да је настао од стране човека или се пак ради о технолошком хазарду, поједини истраживачи (Frank et al., 2000) и (Zografos and Androustopoulos, 2004) користе термин потенцијална зона утицаја, која је дефинисана радијусом мереним од центра незгоде (места настанка незгоде) све до крајњег негативног дејства опасне робе, узимајући вредност рањивости 1 за сваки елемент изложен ризику у оквиру утицајне зоне, и 0 за сваки елемент који се налази ван зоне утицаја опасне робе.

На слици 2.1. приказана је крива рањивости елемента који је изложен ризику, која је развијена од стране Одељења за помоћ у кризним ситуацијама при Уједињеним нацијама (United Nations Disaster Relief Office).



Слика 2.1. Крива рањивости (United Nations Disaster Relief Office, 1991)

Елемент изложен ризику (трећи елемент ризика) представља елементе код којих може доћи до делимичног или потпуног уништења када су изложени дејству хазарда (становништво, зграде, инфраструктура, економске активности, јавни сервис и сл.).

У зависности од начина дефинисања нивоа ризика разликује се велики број врста ризика.

Када је неопходно измерити односно квантификовати ризик неопходно је користити индикаторе или индексе ризика. Индекс ризика показује коликом нивоу ризика је изложен одређени елемент када је изложен дејству хазарда, односно поставља се питање: **које јединице се користе за изражавање ризика?**

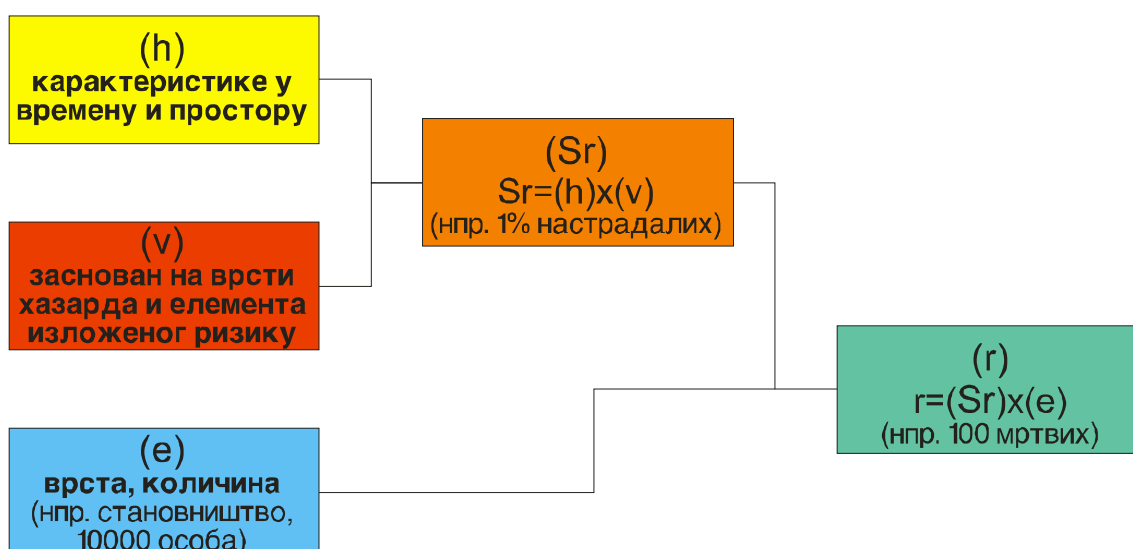
Одговор на ово питање ће зависити од чињенице како конкретно треба да се изражава ризик, односно на који начин. У зависности од начина изражавања ризика постоји:

- специфичан, и
- апсолутни ризик.

Специфичан ризик (S_r) је изведена величина добијена производом вероватноће настанка инцидентне ситуације (деловања хазарда) (h) и рањивости елемента изложеног ризику (v). Специфичан ризик је безимена вредност, али може да укаже колики проценат губитака (штете) одређеног елемента који је изложен ризику се може очекивати када настане инцидентна ситуација.

Апсолутан ризик (r) се користи да би се специфичан ризик квантификовао и изражава се у мерљивим јединицама (број особа, линијска дужина пута, количина новца и сл.). Апсолутна величина ризика се добија производом величине специфичног ризика (S_r) и елемента који је изложен ризику (e).

Начин израчунавања величине специфичног и апсолутног ризика приказан је на слици 2.2.



Слика 2.2. Начин израчунавања специфичног и апсолутног ризика

Поред апсолутног и специфичног ризика, постоји и објективан и субјективан (прихватљив) ризик.

Објективан ризик (Ministry for Home Affairs, 2004) представља очекивани губитак за друштвену заједницу притекао интеракцијом између хазарда и рањивости у одређеном времену и простору. Објективан ризик се дефинише и као статистички концепт заснован на вероватноћи да ће негативан догађај или услови деловати на лице (појединца) у посматраном времену и простору.

Прихватљив ризик (субјективан ризик) представља ниво губитака које друштвена заједница или одређени слој друштвене заједнице сматрају прихватљивим у постојећим друштвеним, политичким и културним условима.

Прихватљив ризик се назива и субјективни, из разлога што различите групе или сектори у друштву ће спровести различите сценарије прихватљивог ризика.

На основу претходног се може доћи до закључка да величина прихватљивог ризика зависи од локалне заједнице, односно од друштва у зависности од њиховог степена толеранције. Међутим, многе студије у претходних пет година су имале задатак да дефинишу ову вредност, тако да је дефинисана вредност прихватљивог нивоа ризика и она је иста за све државе, а зависи од тога да ли се ради о фиксном или покретном извору опасне робе. На основу претходне чињенице посебна пажња ће бити усмерена на две врсте ризика које су повезане са овом врстом, а имају велики значај приликом избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу, односно оне представљају пресудни фактор приликом избора трасе, а то су:

- индивидуални, и
- друштвени ризик.

Због изузетног значаја ове две врсте ризика за дефинисање траса за кретање возила која транспортују опасну робу, посебна пажња у наредној тачки рада биће посвећена овим двама врстама ризика.

2.2. ИНДИВИДУАЛНИ И ДРУШТВЕНИ РИЗИК

У циљу дефинисања индивидуалног и друштвеног ризика неопходно је термилошки дефинисати ова два појма, описати разлике између ове две врсте ризика и дефинисати њихове граничне вредности.

Према (Department of Urban and Transport Planning, 2008a) **индивидуални ризик** представља годишњу стопу (фреквенцију) смртности просечног појединца који је непрекидно изложен дејству опасне робе без заштитне опреме у фиксној тачки у оквиру утицајне зоне (зони утицаја) опасне робе. На основу ове дефиниције се може закључити да се степеном индивидуалног ризика дефинише стопа страдања појединца у оквиру друштвене заједнице за период од годину дана.

За разлику од индивидуалног ризика, **друштвени ризик** (Ormsby and Lee, 1988; Castillo, 2004; Spadoni, 2005; Wiersma et al., 2006) представља кумулативну вредност (кумуланту) F вероватноће настанка незгоде са N или више настрадалих лица у оквиру утицајне зоне опасне робе. **Друштвени ризик** представља кумулативну годишњу (кумуланту фреквенција настанка незгода) да ће 10, 100, 1000 или N особа настрадати (умрети) од дејства опасних роба као резултат њиховог присуства у оквиру утицајне зоне опасне робе било фиксног или покретног извора.

Вредности (величине) друштвеног ризика се приказују помоћу тзв. $F(N)$ крива које представљају кумулативну вредност (кумуланту) F настанка незгоде са N или више настрадалих лица.

Кумулативна вредност настанка незгоде се изражава у броју незгода годишње и ове вредности се наносе на Y осу, док се величина последица изражава бројем настрадалих особа и њихова вредност се наноси на X осу.

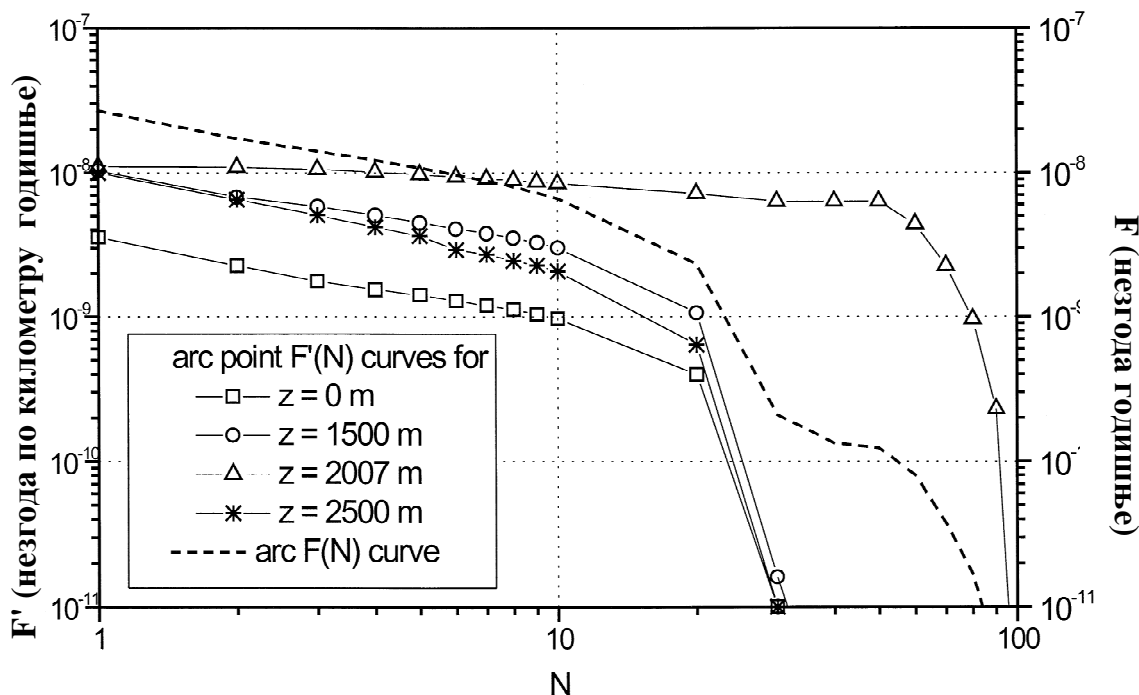
Фреквенција настанка незгоде (Y -оса) зависи од:

1. врсте и количине опасне робе,
2. процеса који изазивају настанак незгоде,
3. нивоа примењених мера безбедности (начина и нивоа одржавања постројења, надзора над извршењем транспортног процеса и сл.).

Величина последица (број настрадалих лица) зависи од:

1. структуре (густине и просторног размештаја) становника,
2. ефеката које узрокује супстанца која се излила приликом настанка инцидентне ситуације (незгоде),
3. способности учесника да избегну последице незгоде и примене доступних мера за контролу последица.

Начин приказивања величине друштвеног ризика дат је на слици 2.3.



Слика 2.3. Начин приказивања величине друштвеног ризика ($F(N)$ криве)
(Leonelli et al., 2000)

На основу слике 2.3. се може закључити да вредност друштвеног ризика **НИЈЕ КОНСТАНТНА** дуж одређене деонице пута којом се креће возило које транспортује опасну робу, а у циљу његовог што прецизнијег одређења неопходно је дефинисати вредност друштвеног ризика по дужини деонице, која би за жељену (одабрану) тачку на деоници дефинисала вредност друштвеног ризика.

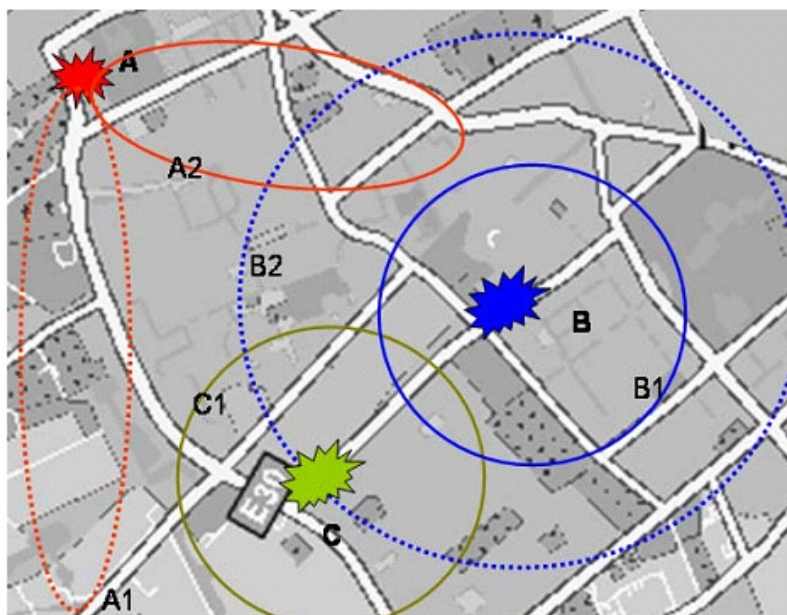
Друштвени ризик за сваку од деоница појединачно на траси којом се транспортују опасне робе се представља помоћу $F(N)$ криве за ту деоницу (где се кумуланта F изражава у броју незгода годишње) и помоћу $F'(N)$ крива (где се кумулатна F' изражава у броју незгода по километру годишње). Интегрисањем $F'(N)$ крива за све тачке на деоници на целокупној њеној дужини, добија се крива друштвеног ризика за ту деоницу, тзв. $F(N)$ крива.

Поред приказивања нивоа друштвеног ризика помоћу $F(N)$ крива, друштвени ризик је могуће приказати и помоћу мапа, што захтева употребу савремених софтверских пакета.

Приликом приказа друштвеног ризика помоћу мапа неопходно је урадити следеће (Wiersma et al., 2006):

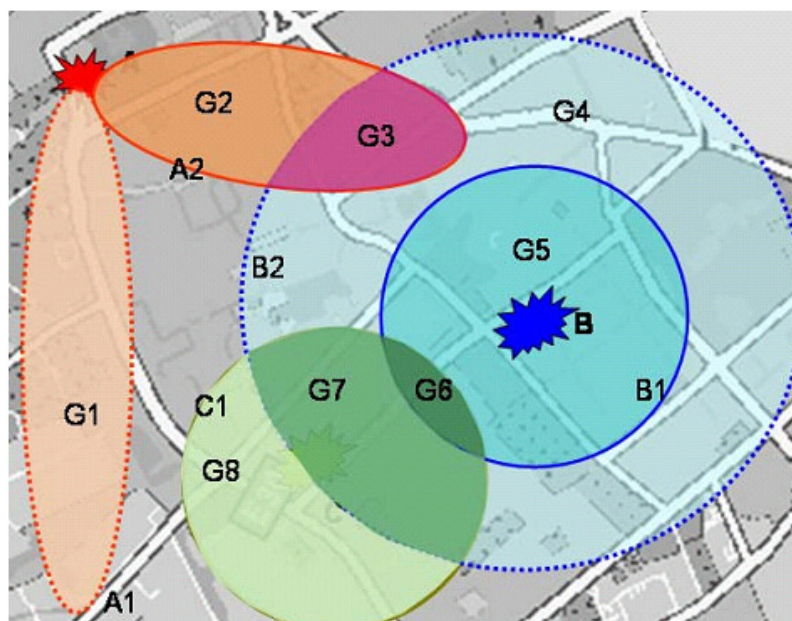
1. направити списак свих могућих инцидентних ситуација и сачинити (симулирати) све могуће сценарије инцидентних ситуација за све релевантне објекте за посматрано подручје.
2. за све релевантне сценарије инцидентних ситуација, површине, границе подручја утицаја, место настанка инцидентне ситуације, очекивани број

настрадалих лица и учестаност настанка инцидентне ситуације морају бити дефинисани, што је приказано на слици 2.4.



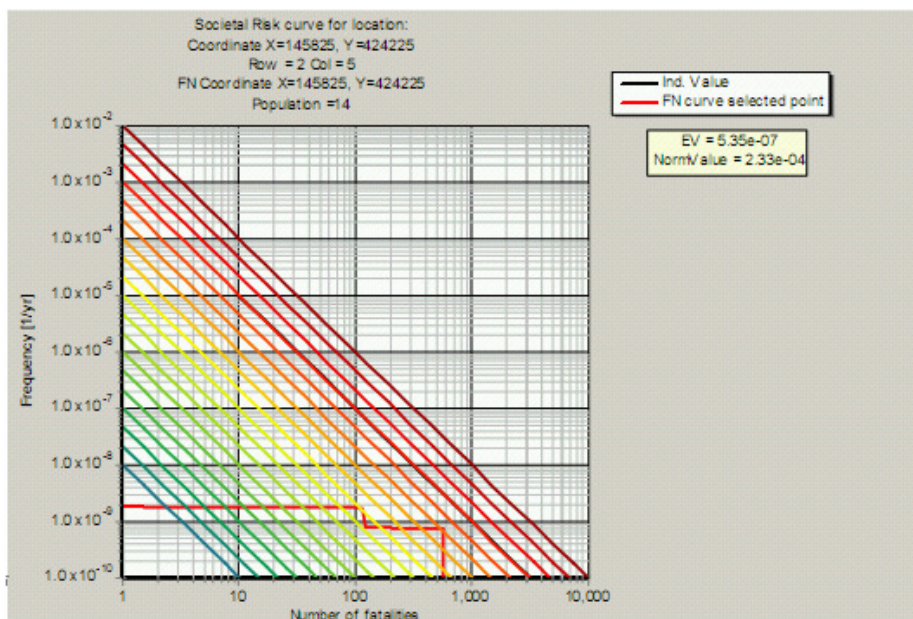
Слика 2.4. Границе подручја утицаја (Wiersma et al., 2006)

3. У трећем кораку се друштвени ризик повезује са угроженим подручјима која су дефинисана различитим сценаријима у случају настанка инцидентне ситуације (инцидентних ситуација), што је приказано на слици 2.5.



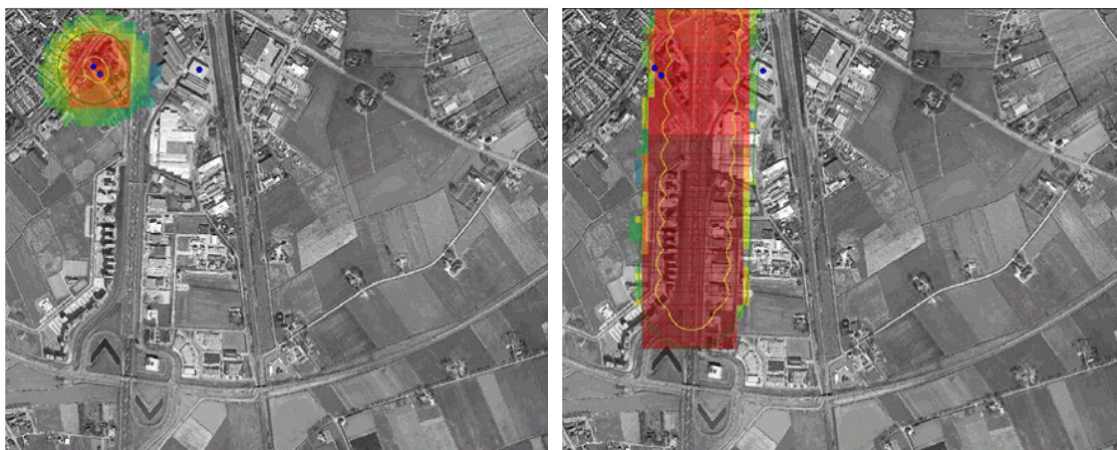
Слика 2.5. Могући сценарију (Wiersma et al., 2006)

4. Криве друштвеног ризика за свако подручје су трансформисане у различите боје у зависности од вероватноће настанка инцидентне ситуације на мапи друштвеног ризика (слика 2.6.).



Слика 2.6. Криве друштвеног ризика у зависности од нивоа ризика (Wiersma et al., 2006)

Када се спроведу претходна четири корака, софтверски пакет даје приказ величине друштвеног ризика на мапи. Пример приказа величине друштвеног ризика за фиксне и покретне изворе опасне робе помоћу мапа, приказан је на слици 2.7.а) и б).



Слика 2.7. а) и б) Вредности друштвеног ризика за фиксне и покретне изворе опасне робе (Wiersma et al., 2006)

Након дефинисања и начина одређивања нивоа индивидуалног и друштвеног ризика, веома важно је утврдити њихове граничне вредности, односно прихватљиве нивое за ове две врсте ризика. Поставља се питање које су граничне вредности индивидуалног а које друштвеног ризика за фиксне и за линеарне изворе опасне робе?

Граничне вредности индивидуалног ризика (Leonelli et al., 2000; Department of Urban and Transport Planning, 2008b) могу бити исте у оба случаја: у тачки (месту) географског подручја вредност индивидуалног ризика не сме бити већа од $1 \cdot 10^{-6}$ догађаја годишње, без обзира да ли је ризик везан за фиксне инсталације или линеарне изворе ризика.

За разлику од индивидуалног ризика, тзв. $F(N)$ криве представљају меру за одређивање друштвеног ризика који зависи од величине подручја које је обухваћено дејством опасне робе и у транспорту опасне робе кривама се дефинише да те зоне треба да буду фиксне за специфичне дужине трасе пута представљајући изабране референтне зоне.

Холандске власти (Ministry for Home Affairs, 2004) користе линију од 1 км, са циљем да утврде зависност између ризика који се везују за фиксне инсталације и за трасу пута којом се транспортују опасне робе. Треба назначити да без обзира када се посматра територијална област и за фиксне инсталације и транспорт опасне робе, критеријум утврђивања је генерално, и тачно, усвојен као референтан (односан), због дефинисане утицајне зоне на основу најгорег сценарија инцидентне ситуације везаног за индустријска постројења.

Када се ово узме у обзир, може се закључити да је гранична (прихватљива) вредност друштвеног ризика једнака вредности индивидуалног ризика када се ради о фиксним изворима опасне робе и износи $1 \cdot 10^{-6}$ догађаја годишње, док је вредност друштвеног ризика за линијске изворе дефинисана граничном $F(N)$ кривом, која је права линија конструисана на основу две тачке ($N=10$, $F=1 \cdot 10^{-4}$ незгода годишње) и ($N=100$, $F=1 \cdot 10^{-6}$ незгода годишње).

До ових граничних вредности се дошло после вишегодишњих истраживања од стране Холандских власти и оне представљају репрезентативне вредности приликом било које врсте истраживања нивоа како друштвеног тако и индивидуалног нивоа ризика.

2.3. АКТИВНОСТИ УСМЕРЕНЕ НА СМАЊЕЊЕ ПРИМАРНОГ РИЗИКА

Под активностима које су усмерене на смањење примарног ризика, разликујемо две врсте активности, и то (United Nations, 1999):

- смањење накнадног ризика (compensatory risk reduction), и
- контрола очекиваног ризика (prospective risk control).

Превенција и ублажење несреће (United Nations, 1999) су уско повезани са активностима које теже смањењу или елиминацији постојећих фактора ризика. Такорећи, постојећи фактори ризика репрезентују чисту претњу друштвеној заједници. То су производи историјског наслеђа заснованих на намени земљишта, деградацији животне средине, загађењима, расту индустријске и пољопривредне производње и др. Смањење ових ризика захтева мноштво сложених интервенција које су из искустава из претходног периода социјално, економски, културно и политички неодрживе. Неке од тих интервенција су премештање, односно исељење објеката, пошумљавање великих површина, велика улагања у инфраструктуру, промена водотокова река и сл.

Смањење накнадног ризика је могуће постићи **смањењем хазарда** и **смањењем рањивости**. У даљем тексту дат је приказ мера за смањење величине накнадног ризика.

1. Смањење хазарда

- **Грађевинско инжењерство или механички механизми:**
 - Механизми отпорни на деловање хазарда: ровови, заштитни зидови, насипи, бране и др.
 - Механизми за управљање воденим токовима: канали за наводњавање, бунари и аквадукти и сл.
- Механизми за управљање заштитом животне средине:
 - Управљање речним басенима: пошумљавање, контрола пражњења речних корита односно контрола нивоа воде у речном кориту, терасирање и сл.
 - Заштитне баријере: сађење дрвећа због заштите од налета ветрова, заштита канала и заштита од поплаве.
 - Климатске промене: кретање облака, стварање магле и сл.

- Отпад у чврстом, гасовитом или течном стању или контрола загађивача: чишћење градских система за дренажу, дислоцирање вештачких канала и лагуна, контрола емисије отровних гасова и др.
- Управљање наменом површина: заштита земљишта од ерозије, контрола екосистема, измештање насеља, и др.
- **Механизми планирања транспорта: промене у утврђивању и избору траса и кретању опасних роба друмом, железницом, ваздухом и водом.**

2. Смањење рањивости

- **Економско и друштвено:**
 - Социјална и економска регулатива и инструменти од стране власти која подстиче запосленост, доходак, едукативни и здравствени статус рањивих подручја и група.
 - Унапређење механизма социјалне заштите: израде плана осигурања од незгоде, фондови за случај догађања непредвиђених несрећа већих размера и сл.
 - оспособљавање локалног становништва и група и др.
- **Физичко/структурно:**
 - Обнова инфраструктуре и зграда и њихово ојачавање
- **Организационо/институционално:**
 - Промовисање локалног, секторског и територијалног унапређења организација.
 - Децентрализација у главним локалним политичким и социјалним организацијама.
 - Јачање веза хоризонталних и вертикалних интеграционих механизма.
- **Едукативно/културно/идеолошко:**
 - Реформе на различитим нивоима учења са посебним акцентом на ризик, инцидентне ситуације, заштиту и унапређење животне средине.
 - Информативни курсеви и обуке у подручјима која су потенцијална места незгода већих размера и код којих постоји изражен ризик.

На основу приказаних мера у циљу смањења нивоа накнадног ризика помоћу механизма планирања транспорта опасних роба (утврђивања и избора траса за кретање возила) могуће је утицати на смањење хазарда.

Када се говори о очекиваном ризику (United Nations, 1998), механизми контроле очекиваног ризика теже спречавању стварања новог ризика са будућим социјалним и економским развојем. Контрола очекиваног ризика мора да гарантује прихватљиве и адекватне нивое ризика са циљем решавања проблема насталих претходним растом и развојем модела и парадигми.

Према свему наведеном контрола очекиваног ризика је фундаментална фаза у управљању ризиком и неопходна компонента **Управљања ризиком**.

Механизми контроле ризика се разликују према области и циљевима, укључујући следеће сродне врсте:

- Намена земљишта и територијално планирање: Урбано и рурално зонско регулисање гарантује места за становање и места за рад на локацијама без или са прихватљивим нивоом опасности од дејства хазарда.
- Нормативи и регулативе које се односе на изградњу објеката и њихову конструкцију: Гарантовање употребе материјала, метода и техника који су отпорни на дејство хазарда.
- Технолошке иновације у производњи и употреби грађевинских материјала: Развој и употреба друштвено прихватљивих и подобних материјала који су отпорни на дејство хазарда у различитим срединама.
- Организационе и институционалне иновације у погледу контроле и управљања ризиком.
- Увођење механизма социјалне заштите у нове планове развоја: покривање осигурања, резервни фондови и др.
- Технике управљања екосистемима и речним басенима које гарантују контролу хазарда и др.

Након дефинисања појма и детаљног приказа различитих врста ризика, као и мера за његово смањење, у наредној тачки рада је дат приказ методологије управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације, детаљан опис појединих фаза и корака у оквиру сваке од њих појединачно и место и улога избора и дефинисања траса за кретање возила која транспортују опасну робу у оквиру ове методологије.

2.4. ИЗБОР МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ ОД НАСТАНКА ИНЦИДЕНТНЕ СИТУАЦИЈЕ

Постоји широк спектар техника и метода које утичу на избор методологије за управљање ризиком од настанка инцидентне ситуације, а које служе за идентификацију опасности и процену ризика, свака са својим предностима и недостацима. Веома је важно изабрати праву методологију за управљање ризиком чији избор првенствено зависи да ли се ради о фиксним или покретним изворима опасне робе или опасних материја, извршити правилан редослед спровођења активности у оквиру процеса управљања ризиком и утврдити њихов обим.

На избор методологије, односно избор примене одређене методе у оквиру изабране методологије утичу бројни фактори (Department of Urban and Transport Planning, 2008a; 2008d; 2008e), између осталих:

- **Врста и сложеност посматраног процеса** – за једноставније процесе могу се користити једноставнији алати за идентификацију опасности, као што су „What - If“ студије, провера редоследа догађаја или brainstorming. За сложеније процесе, са великим бројем подсистема који су у интеракцији, потребно је користити систематичније и свеобухватније алате, као што су Hazard and Operability Study (у даљем тексту HAZOP) или Failure Modes, Effect and Criticality Analysis (у даљем тексту FMCEA).
- **Врсте опасности које треба идентификовати** – свака техника има извесну предност у идентификовању одређене врсте опасности. HAZOP и FMCEA су боље у идентификовању поремећаја у одвијању процеса и отказа опреме, али могу показати одређене недостатке у идентификовању осталих врста опасности, као што су грешке особља или спољни ефекти и утицаји, што је од изузетне значајности за транспорт опасне робе. Технике, као што су „What - If“ теже ширем сагледавању и корисне су за идентификовање опасности које потичу од природних и људских спољних фактора и утицаја. Провера редоследа догађаја је алат за идентификацију опасности које настају из грешака особља.
- **Ниво ризика који је придружен свакој опасности која се процењује** – у општем случају, у почетку треба примењивати једноставније и класичне алате, односно технике за процену ризика, а детаљније и сложеније технике користити за опасности које са собом носе велики ризик или чији ниво ризика превазилази дефинисани критеријум (прихватљив ниво ризика). Није оправдано користити детаљну технику за процену ризика код опасности са ниским нивоом ризика.
- **Врсте опасности које треба проценити** – технике за процену специфичног ризика су развијене за процену вероватноће отказа у одређеним врстама система. Неке су корисне када се анализирају системи који се састоје од механичке опреме, друге су погодне за електричну опрему, а неке се могу користити за анализу система који се ослањају на

интервенцију човека. Која ће техника бити одговарајућа, зависи од врсте отказа у систему који се посматра. Слично, специфичне технике су развијене за анализирање последица специфичних врста инцидената, па их стога треба пажљиво бирати како би били сигурни да одговарају тој сврси.

- **Фаза пројекта** (од изузетног значаја за фиксне изворе) – како тече животни циклус постројења, тако ће постојати различити стимулуси за предузимање идентификације опасности и процене ризика. То ће се заснивати на све већим количинама информација и знања на којима се заснивају такве студије, али и на променљивој сврси употребе резултата. На пример, током почетног пројектовања постројења, одлуке о положају и распореду елемената постројења могу се мењати релативно лако, па стога у овој тачки експлоатационог века треба израђивати специфичне студије расположивих решења. Касније, током експлоатационог века, када се постројење једном пусти у рад, увид у нове опасности ће се добијати кроз повратне информације од оператера, испитивање инцидената и једва избегнутих инцидената и кроз надгледање постројења. Технике које су најпогодније за процену ових опасности могу се разликовати од оних које су коришћене током фазе пројектовања.

Што се тиче нивоа детаљности при идентификацији опасности и процени ризика, основни принцип је да се довољан ниво детаљности одређује у складу са сложеносћу постројења или процеса који је предмет процене ризика, односно ниво детаљности треба да буде довољан да се може проценити да ли су управљачке мере и системи заштите одговарајући за управљање ризицима везаним за људе (и у постројењу и ван њега), материјална добра и животну средину (Department of Urban and Transport Planning, 2008a).

2.5. ПРИКАЗ МЕТОДОЛОГИЈЕ УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ ОД НАСТАНКА ИНЦИДЕНТНЕ СИТУАЦИЈЕ

Према анализираној литератури, управљање ризиком од настанка инцидентне ситуације у транспорту опасне робе представља веома сложен процес који се састоји из више подпроцеса (фаза) који се налазе у међусобној зависности, односно прављење пропуста у оквиру једног од подпроцеса директно утиче на наредни подпроцес тј. на квалитет излазних резултата.

Методологија управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације обухвата (Department of Urban and Transport Planning, 2008a; Ministry for Home Affairs, 2004) идентификовање могућих опасности од инцидентне ситуације, утврђивање механизма њиховог настанка и развоја и сагледавање могућих последица.

Методологија управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације (Народна скупштина Републике Србије, 1994; 2010) примењује се при процени опасности од рада и коришћења објеката, постројења, уређаја, инсталација, опреме,

саобраћајних средстава и других средстава рада у којима се производе, прерађују, превозе, складиште или на други начин користе опасне материје које могу изазвати инцидентну ситуацију, ради заштите људи, природних и материјалних добара и других објеката у околини опасних активности (повредиви објекти), односно у оквиру зоне утицаја опасне робе.

На слици 2.8. дат је приказ Методологије управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације, односно редослед фаза које се спроводе, као и активности у оквиру сваке од фаза посебно.



Слика 2.8. Приказ фаза и активности у оквиру Методологије управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације

Са слике 2.8. може се видети да три основне фазе из којих се састоји Методологија управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације су:

1. Анализа опасности од настанка инцидентне ситуације (ФАЗА I);
2. Планирање мера превенције, приправности и одговора на инцидентну ситуацију (ФАЗА II);
3. Планирање мера за отклањање последица од инцидентне ситуације (санација) (ФАЗА III).

Свака од наведених фаза у оквиру Методологије управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације се састоји из више корака (фаза) које имају за циљ повећање нивоа безбедности која се постиже смањењем нивоа ризика (вероватноће настанка инцидентне ситуације) и смањењем последица по становништво, објекте и животну средину (вода, ваздух, земљиште) уколико дође до настанка инцидентне ситуације.

У даљем тексту рада дата је детаљна разрада сваке од фаза у оквиру Методологије управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације за покретне изворе опасне робе, односно за возила која транспортују опасну робу, као и за фиксне изворе опасне робе.

2.5.1. АНАЛИЗА ОПАСНОСТИ ОД НАСТАНКА ИНЦИДЕНТНЕ СИТУАЦИЈЕ

Према прописаној методологији, анализа опасности од настанка инцидентне ситуације одвија се кроз три фазе, и то:

- прва фаза: идентификација опасности,
- друга фаза: анализа последица и
- трећа фаза: процена ризика.

Приоритет у изради анализе опасности од настанка инцидентне ситуације треба усмерити на идентификацију опасности (прву фазу), која обухвата прикупљање свих неопходних података и разматрање карактеристика свих врста опасних роба (утврђивање карактеристика транспортних захтева у простору и времену (количине робе по класама, по подсистемима, карактеристике токова робе и др.), карактеристике мреже саобраћајница).

Ова фаза представља најважнији елемент управљања ризиком и полазну основу за даљи рад на реализацији осталих фаза (превенција и санација).

2.5.1.1. Идентификација опасности

Идентификација опасности представља прву фазу анализе опасности од настанка инцидентне ситуације у оквиру које се прикупљају сви потребни подаци о опасним активностима и опасним материјама неопходним за анализу последица и процену ризика, и обухвата (Народна скупштина Републике Србије, 1994):

1. припрему;
2. прикупљање података;
3. идентификацију;
4. примену идентификације.

Идентификација опасности се често описује као најважнији корак у оквиру методологије за управљање ризиком од инцидентних ситуација, јер све оно што се не идентификује не може бити ни вредновано, што значи да се тиме не може ни управљати.

А. Припрема

Припрема обухвата формирање стручног тима који ће радити на идентификацији опасности од настанка инцидентне ситуације који се састоји од шефа тима (истраживач техничко-технолошке или саобраћајне струке) и чланова тима међу којима треба да буду стручњаци из предузећа и надлежних министарстава.

Б. Прикупљање података

Прикупљање података, као други корак у оквиру идентификације опасности, обухвата прибављање свих релевантних чињеница неопходних за идентификацију опасности, и то:

1. потребна техничко-технолошка документација;
2. подаци о количинама по врстама опасних роба које се транспортују;
2. физичке и хемијске карактеристике опасних роба;
3. (еко)токсиколошке и биолошке карактеристике материја (биодеградибилност, биокумулативност, задржавање у природи и др.);
4. термичка стабилност, укључујући и карактеристике продуката распадања;
5. реакције материја у процесу са материјалима конструкције;
6. запаљивост и експлозивност материја у процесу.

Припрема за извођење студије за идентификацију и процену опасности, везаних за фиксне изворе у којима се складишти и производи опасна роба (рафинерије, хемијску индустрију, складишта и сл.), тражи прибављање одређених докумената

и информација. Неопходно је да све информације буду уредно ажуриране и доступне стручном тиму током процеса, без обзира на врсту постројења, фазу експлоатације постројења или разлоге за предузимање студије.

Потребне информације обично обухватају (Department of Urban and Transport Planning, 2008a):

- **Мапу и опис постројења** – ове информације су неопходне како би читалац студије имао добар увид у просторни план и процес без сувишних техничких детаља;
- **Намену површина у околини и карактеристике и податке о животној средини** – односи се на метеоролошке податке, геолошке податке, податке о еколошки осетљивим подручјима и текућим плановима развоја околине;
- **Информације о материјама и процесу** – обухватају: физичку, хемијску и токсиколошку природу свих опасних материја, опис процеса у постројењу и услове под којима се одвија;
- **Тачне и ажуриране техничке информације** – обухватају: техничке информације о инсталацијама и безбедносним системима, односно пројектну спецификацију опреме, дијаграме тока процеса, дијаграме цевовода и инструментације, скице постројења итд;
- **Детаље о управљању постројењем** – информације о систему за управљање безбедношћу, стању у ком се налази опрема, снимци инцидентних ситуација итд.

Претходне студије безбедности и ризика се могу користити онда када се утврди да су релевантне за дату ситуацију и постројење. Нема потребе да се понављају постојеће анализе, али се претходно мора уверити да су релевантне за посматрано постројење, уредно ажуриране и одговарајуће за текућу студију.

В. Идентификација

У зависности да ли се ради о фиксним (рафинерије нафте, нафтне инсталације, фабрике и др.) или покретним изворима опасних роба (возила), идентификација као трећи корак у оквиру идентификације опасности, обухвата проверу свих критичних тачака процеса и постројења, посебно могуће изворе опасности од инцидентне ситуације унутар инсталације, између појединачних инсталација као и објеката ван индустријског комплекса, укључујући и опасности од инцидентне ситуације у току транспорта. Посебно се анализира људски фактор као могући узрок настанка инцидентне ситуације.

Фактори које идентификација опасности треба да узме у обзир (Department of Urban and Transport Planning, 2008a) су:

- Хемијске и физичке особине опасних материја;

- Процеси производње и транспорта, структуре, постројења, системи рада и активности које обухватају ове материје;
- Локација и уређење простора и положај елемената безбедоносних система;
- Било које друге структуре, постројења, системи рада и активности које могу да реагују са овим материјама;
- Реакције између материја и других супстанци са којима могу доћи у додир;
- Претходне ицидентне ситуације у којима су ове материје учествовале, односно одређивање њиховог процентуалног учешћа у укупном броју инцидентних ситуација са свим врстама опасних материја.

Да би се ово постигло, може се десити да су потребне бројне технике за идентификацију опасности. Постоји велики број метода, односно техника: неке су прилагођене одређеним врстама активности, а неке се користе за идентификовање одређених врста опасности и оне су приказане у табели 2.1.

Табела 2.1. Приказ најважнијих метода (техника) за идентификацију могућих извора опасности од инцидентне ситуације

Техника	Кратак опис
HAZOP	Развијена је за примену у системима у којима се одвијају хемијски процеси. Високо структурирана техника која омогућава детаљно разумевање могућих „одступања од пројектоване сврхе“. Мање је погодна за идентификацију могућих сценарија који су у вези са спољним догађајима. Пошто анализира процес „део по део постројења“, могуће је да не идентификује опасности које су везане за интеракцију између различитих чворова.
Провера редоследа догађаја	Представља ефикасан начин да снимање и учење из искуства других. Међутим, треба их користити као финалну проверу да ништа није занемарено или пропуштено у осталим студијама. Не може се користити као једина техника која се примењује у процесу идентификације опасности, јер се може десити да не обухвата све врсте опасности, нарочито оне опасности које су специфичне за дато постројење.
Подаци о инцидентним ситуацијама у претходном периоду	Обезбеђују корисне информације, јер дају увид у начин на који је дошло до инцидента. Међутим, идентификација опасности се не може ослањати само на историјске податке, пошто обим инцидента који су се заиста десили можда не обухвата потпуни обим могућих инцидента, посебно када су у питању инцидентне ситуације (незгоде) великих размера.
„What-If“ и структурирани „What-If“ (SWIFT)	Слично HAZOP-у, структурирана техника идентификује потенцијална одступања и спољне опасности у постројењу користећи унапред припремљена и датој ситуацији прилагођена „What-If“ питања. Ова питања су често заснована на искуству других, због чега ова техника има неке исте добре стране као приступ заснован на провери следа догађаја. Предност над HAZOP техником је у томе што се јасније могу идентификовати опасности везане за интеракцију између делова постројења. Међутим, у општем случају, овај алат даје резултате који су мање детаљни од HAZOP-а.

Анализа задатака	Намењена је за идентификацију опасности које су везане за људске факторе, процедуралне грешке и „човек-машина-интерфејс“. Техника се може примењивати у радним окружењима, као што су контролне собе, или на одређеним пословима, као што су покретање и прекидање процеса. Врсте опасности које се могу идентификовати обухватају процедуралне грешке, проблеме са људским ресурсима, опасне грешке запослених и некоректне одговоре на упозорења. Ова техника је посебно корисна када у постројењу постоји мала „толеранција грешки“, а грешка запослених може лако довести да постројење изађе из оквира безбедног рада.
FMSEA	Високо структурирана техника која се најчешће примењује на сложену механичку или електричну опрему, које садрже бројне подсистеме и компоненте. Цео систем се разложи на скуп повезаних подсистема, а сваки од њих на скуп мањих подсистема и тако даље до нивоа компоненте. Откази индивидуалних система, подсистема и компоненти се затим систематично анализирају како би се идентификовали потенцијални узроци (који потичу од отказа на систему на следећем nižем нивоу) и одредили њихови могући ефекти (који су потенцијални узроци отказа у систему на следећем вишем нивоу). Техника се често користи за анализу нивоа безбедности који се може постићи коришћењем механичких или електричних уређаја за детекцију опасности у постројењу.
Анализа стабла погрешки	Анализа стабла погрешки је корисна у идентификовању комбинација отказа на опреми и грешака запослених које могу довести до инцидента. Поред тога што је користан алат за идентификацију опасности, може се користити за процену вероватноће настанка инцидентне ситуације. Ова анализа представља дедуктиван метод извођења закључака истраживањем путева од могућег настанка инцидентне ситуације (главног догађаја) до његовог узрока (иницијалног догађаја).
Анализа стабла догађаја	Анализа стабла догађаја је пре свега алат за анализу последица од инцидентне ситуације, анализу фреквенције и кумуланте ризика, али може бити корисна и у процесу идентификације опасности.
Brainstorming	Пошто обично није структурирана, ова техника може бити ефикасна у идентификовању непознатих опасности, које су много систематичније методе превиделе. Може се користити као допуна другим техникама, али не као замена.

Поред техника (метода) наведених у табели 2.1. за идентификацију опасности се може користити и комбиновани метод који се заснива на комбинацији два или више претходних метода.

Свака од претходно наведених техника има своје подручје примене у појединим фазама избора и пројектовања постројења (фиксних извора опасне робе) као и код идентификовања опасности у транспортном процесу опасне робе.

У табели 2.2. је дато подручје примене појединих техника у зависности од фаза приликом избора и пројектовања фиксних извора опасне робе.

Табела 2.2. Подручје примене појединих техника за идентификацију опасности

Техника	Фаза избора локације постројења/рана пројектна фаза	Фаза пројектовања нових постројења	Фаза рада нових и постојећих постројења	Модификовање постојећих постројења
Провера редоследа догађаја	✓	✓	✓✓	✓
Провера безбедности / Преглед	×	×	✓✓	×
Анализа процесних опасности	✓✓	×	×	✓
HAZOP	✓	✓✓	✓	✓✓
„ What-If “	✓✓	✓	✓	✓✓
Анализа отказа/грешки и анализа ефективности	×	✓	✓✓	✓
Анализа стабла погрешки	×	✓✓	✓✓	✓✓
Анализа стабла догађаја	×	✓✓	✓✓	✓✓
Анализа узрока и последица	×	✓	✓✓	✓
Анализа поузданости особља	×	✓✓	✓✓	✓✓

✓✓ Највише одговара

✓ Може се користити

× Најмање одговара (није препоручљиво)

Г. Примена идентификације

Идентификација опасности од настанка инцидентне ситуације примењује се у поступку пројектовања и у току рада инсталација у постројењима, и у току планирања и праћења извршења транспортног процеса. Примена идентификације опасности у фази пројектовања треба да омогући безбедно функционисање будућих инсталација, а на постојећим инсталацијама треба да укаже на ризике који нису на одговарајући начин контролисани према предложеном, односно постојећем решењу.

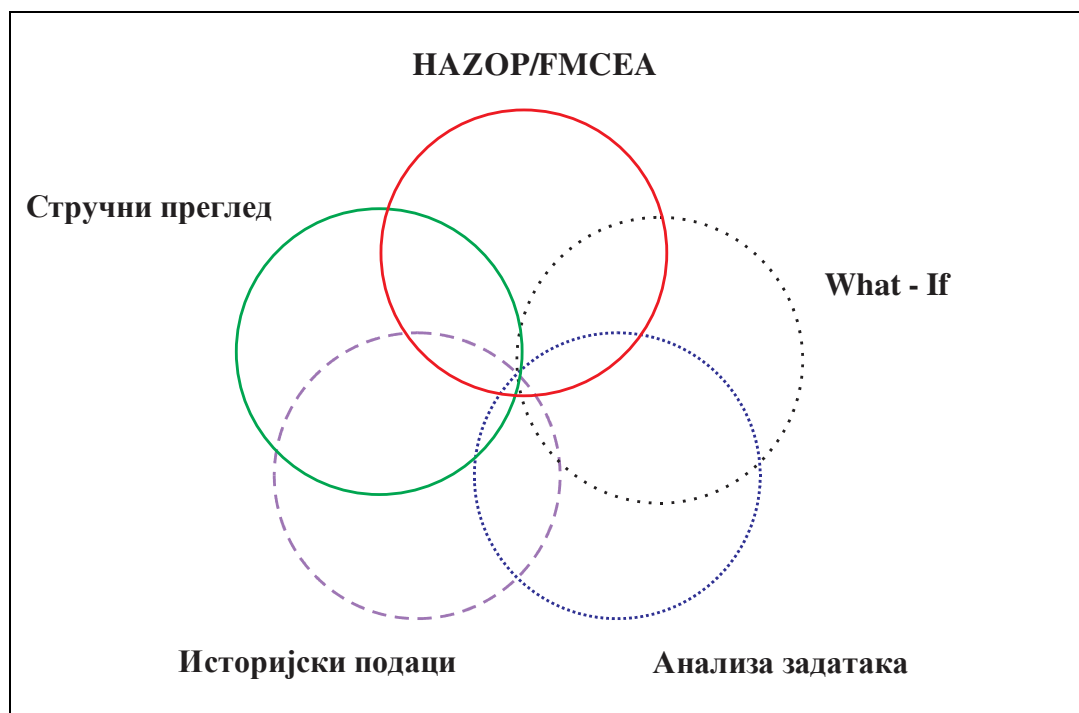
На крају спровођења идентификације ризика оператер треба да буде свестан свих опасности и опасних активности које могу довести до настанка инцидентне ситуације. Идентификовање свих опасности и опасних активности је тешко

постићи и оператер мора схватити да ниједна техника није савршена за идентификовање свих опасности и опасних активности.

Да би се доказало да је идентификација опасности учињена у одговарајућем обиму, неопходно је да:

- у процесу идентификације опасности буде ангажовано одговарајуће особље;
- процес идентификације опасности буде заснован на ажурираним и тачним информацијама;
- су препознате предности и недостаци коришћених техника, па је стога ангажован одговарајући опсег техника;
- су узети у обзир људски фактори: ограничења меморије, ограничења визуелне оштрине, проблеми са обрадом информација, ометање током рада, умор итд;
- су налази претходних студија идентификације ризика прегледани;
- опасности и опасне активности нису одбачене као неадекватне само зато што се још увек нису догађале или зато што су управљачке мере тако ефикасне да се чини незамисливим да се такве опасности могу остварити.

На слици 2.9. је дат приказ примене идентификације, односно свеобухватна идентификација опасности.



Слика 2.9. Свеобухватна идентификација опасности (Department of Urban and Transport Planning, 2008a)

Након спроведене идентификације опасности прелази се на другу фазу у оквиру анализе опасности од настанка инцидентне ситуације, односно на анализу последица од инцидентне ситуације.

2.5.1.2. Анализа последица

Анализа последица има за циљ да предвиди обим могућих последица од инцидентне ситуације и величину штете.

Анализа последица обухвата (Народна скупштина Републике Србије, 1994):

1. припрему;
2. приказ могућег развоја догађаја;
3. моделирање ефеката;
4. анализу повредивости.

Анализу последица треба извршити посебно за сваки сценарио како би се проценили ефекти њихових исхода на елементе изложене ризику (људе, материјална добра, природну средину). Међутим, због ограничења ресурса можда неће бити могуће спровести детаљну анализу за све могуће случајеве и сценарије. Потребно је да постоји оправданост да би се изабрали они случајеви који ће дати задовољавајуће индикације последица инцидентне ситуације (Department of Urban and Transport Planning, 2008a). Треба се трудити да анализа буде тачна и реална колико год је могуће, међутим, често се праве поједностављене претпоставке што има за последицу неадекватну процену ризика.

На слици 2.10. је дат приказ анализе последица од инцидентне ситуације, односно приказ основних активности у оквиру ове анализе.

Као што се може видети са слике 2.10, анализа последица представља веома сложену фазу у оквиру анализе опасности од настанка инцидентне ситуације која директно утиче на репрезентативност резултата процена ризика. Уколико у оквиру ове фазе се изврши погрешан избор репрезентативних сценарија потенцијалних инцидентних ситуација а при том се користе и неадекватни физички и модели ефеката, процењен ризик неће одговарати реалним условима, што може довести до великих проблема у спровођењу процена одговора на инцидентну ситуацију и у процесу санације.



Слика 2.10. Анализа последица

У наредном тексту дат је приказ основних корака које је неопходно спровести у оквиру анализе последица.

А. Припрема за анализу

Припрема за анализу последица обухвата формирање тима стручњака који ће радити на процени последица од настанка инцидентне ситуације, који сачињавају стручњаци разних специјалности, представника органа државне и локалне управе, као и чланова раније формираног тима за идентификацију опасности од инцидентне ситуације.

Да би процес био успешно спроведен, од суштинског значаја је извршити избор и ангажовати адекватне стручне људе у свим фазама. Чланови тима треба да буду консултовани и ангажовани током:

- Развоја методологије за идентификацију опасности и процену ризика;
- Имплементације нових методологија;

- Разматрања алтернативних или додатних начина за управљање ризицима.

Улога вође тима (team leader) је да управља процесом и искористи стручно знање чланова тима. На њему је да се увери да чланови тима детаљно испитују сваку врсту опасности или сценарио, без прескакања или превида важних чињеница или сувише дугог задржавања на небитним ставкама. Важност међусобне комуникације и укључености сваког члана тима у процес не сме се потценити ни у једној фази.

Потенцијалне последице су:

- Непотпуна идентификација опасности због недовољног уважавања рада. Свака радна група ће имати различито виђење активности и као таква ће тежити идентификовању нешто другачијег скупа опасности.
- Нетачни резултати студије због некоректних претпоставки у погледу ефективности управљачких мера, услова одвијања процеса током сценарија инцидента итд.
- Усвајање неодговарајућих или субоптималних управљачких мера због недовољног разумевања свих аспеката њихових утицаја.

Б. Приказ могућег развоја догађаја

Приказ могућег развоја догађаја, као друга фаза анализе последица, обухвата сагледавање могућег обима од настанка инцидентне ситуације и последица по живот и здравље људи и животну средину, као и величину штете.

Приказ могућег развоја догађаја израђује се на основу улазних података добијених у првој фази - идентификација опасности.

В. Моделирање ефеката

Применом треће фазе анализе последица од настанка инцидентне ситуације, *моделирањем ефеката*, долази се до могућег обима инцидентне ситуације и последица по живот и здравље људи и животну средину.

Моделирање ефеката обухвата израчунавање ефеката ослобађања опасних материја, њиховог сагоревања и експлозија.

Постоји велики број математичких модела који су развијени за процену последица инцидентних ситуација у зависности од врсте робе, односно опасности која та роба може да проузрокује (Department of Urban and Transport Planning, 2008a).

За ове моделе потребне су улазне величине везане за услове који претходе ослобађању опасне материје, као што су:

- Физичке и хемијске особине ослобођене материје;

- Карактеристике опасности (врсте опасности и степен опасности);
- Услови складиштења и манипулације пре ослобађања опасне материје;
- Величина и оријентација отвора кроз који се ослобађа опасна материја;
- Претпоставке у погледу фактора као што су метеоролошки услови и извори паљења.

Моделирање ефеката врши се помоћу модела ефеката за:

1. ослобађање течности, гасова и пара - ови модели раде се као:

- а) идеални модели који претпостављају да је површина хоризонталног пресека контејнера (цистерне) константна, да се материје ослобађају из пукотине на цистерни или транспортној амбалажи, да се не ради о двофазном систему и да нема отпора при истицању;
- б) реални модели који узимају у обзир феномен трења;
- в) двофазни модели који узимају у обзир квалитет и специфичну запремину смеше паре и течности;
- г) модели који узимају у обзир нагло ослобађање течности, гасова и пара.

2. испаравање лако испарљивих течности - ови модели раде се као:

- а) модели испаравања течности са површине земље;
- б) модели испаравања течности са површине воде.

3. продирање и распрострањавање течности у подземне и површинске воде - ови модели раде се као:

- а) модели продирања и распрострањавања опасних материја у подземним и површинским водама који дефинишу: брзину, дисперзију, биоразградњу у површинским и подземним водама, а за подземне воде поред наведених и сорпцију;
- б) модели дефинисања хидрогеолошко-хидродинамичких параметара у статичким и динамичким условима при продирању опасних материја од површине тла до нивоа подземне воде, као и распрострањавање опасних материја водоносним слојем;
- в) нумерички једнодимензионални модели за хомогену и/или за хетерогену средину подземних и површинских вода;
- г) нумерички дводимензионални модели за хомогену и/или за хетерогену средину подземних и површинских вода.

4. дисперзију гасова, пара, аеросола и чврстих честица - ови модели раде се као:

- а) једноставни модели који симулирају дисперзију облака опасних материја на нивоу земље под неповољним метеоролошким условима (брзина ветра од 1,5 до 2 метра у секунди, умерене температуре) у краћем временском периоду (од 10 до 30 минута);
- б) Гаусови дисперзиони модели који су развијени за потребе предвиђања дисперзије на већим даљинама и у дужем временском периоду;
- в) модели облака тешких гасова, пара, аеросола и чврстих честица помоћу којих се предвиђају концентрације опасних материја ближе извору, а узимају у обзир конфигурацију терена, постојање објеката и препрека и метеоролошке услове;
- г) комбиновани модели.

5. топлотно зрачење - ови модели узимају у обзир интензитет зрачења (површински топлотни флуks пламена) резервоара који гори, пожара истекле течности, праскања или BLEVE-а (експлозија пара течности у стању кључања), фактор геометријског облика и коефицијент трансмисије.

6. експлозију просторног облака паре - ови модели раде се помоћу следећих метода:

- а) метод који користи експерименталне податке о ударном таласу високо бризантних експлозива;
- б) метод који користи литературне податке о експлозијама просторног облака;
- в) метод који се заснива на идеалном једнодимензионалном гас - динамичном прорачуну.

Г. Анализа повредивости

Четврта, односно последња фаза у оквиру анализе последица од настанка инцидентне ситуације, је *анализа повредивости*. Анализа повредивости је веома сложена фаза и обухвата:

1. идентификацију повредивих објеката;
2. одређивање могућег нивоа инцидентне ситуације;
3. процену ширине повредиве зоне.

Идентификација повредивих објеката обухвата прикупљање:

1. демографских и других података (број запослених, број становника, густина и тип становања, осетљиве популационе групе, болнице, школе, предшколске установе и др.);
2. података о материјалним добрима (индустријски, стамбени, комунални, јавни и други објекти);
3. података о природним добрима (шуме, пољопривредно земљиште, водотокови и сл.).

Подаци добијени идентификацијом повредивих објеката уносе се на карту одговарајуће размере (1:500, 1:1000, 1:5000, 1:10000) и приказују видљивим знацима који у легенди имају јасна објашњења и користе се за процену ширине повредиве зоне.

Други корак у оквиру анализе повредивости јесте одређивање могућег нивоа инцидентне ситуације. Основни критеријум за одређивање нивоа инцидентне ситуације представља величина подручја које је угрожено дејством опасне робе и она се разликује у зависности да ли се ради о фиксним или покретним изворима опасне робе. Када се ради о фиксним изворима опасне робе разликујемо пет нивоа којих инцидентна ситуација може имати с обзиром на место настанка и обим негативних последица, и то:

1. *први ниво* је ниво опасних инсталација - негативне последице инцидентне ситуације су ограничене на део инсталације или целу инсталацију, не очекују се негативне последице по ширу околину;
2. *други ниво* је ниво индустријског комплекса - негативне последице инцидентне ситуације су захватиле један део или цео индустријски комплекс, не очекују се негативне последице по ширу околину;
3. *трећи ниво* је општински ниво - негативне последице инцидентне ситуације су се са индустријског комплекса пренеле на околину и очекују се последице на делу или целој територији општине, односно града;
4. *четврти ниво* је регионални ниво - негативне последице инцидентне ситуације могу се проширити на територију више општина;
5. *пети ниво* је међународни ниво - инцидентна ситуација је веома широких размера и његове негативне последице прете да се прошире ван граница Републике, па је неопходно укључивање надлежних савезних органа ради успостављања међународне сарадње у циљу предузимања адекватног одговора на инцидентну ситуацију.

Када се ради о покретним изворима опасне робе (транспортним средствима), разликују се три нивоа које инцидентна ситуација може имати с обзиром на место настанка и обим негативних последица, и то:

1. *први ниво* је ниво у непосредном окружењу транспортног средства - негативне последице инцидентне ситуације (саобраћајне незгоде) су

ограничене на непосредно окружење транспортног средства (до 5 метара) и не очекују се негативне последице по околину;

2. *други ниво* је ниво утицајне зоне опасне робе (од 400 - 1600 метара) у радијусу од транспортног средства. Величина утицаја зависи од врсте опасне робе и количине која се излила из транспортног средства;
3. *трећи ниво* је општински ниво - негативне последице од инцидентне ситуације се очекују на целокупној територији општине или њеном делу, односно града. Веома је редак случај да инцидент са опасном робом од стране покретних извора достигне овај ниво у друмском транспорту, док постоји могућност у железничком и водном транспорту јер се у току једне вожње овим видовима транспорта превози и до неколико десетина пута више робе него друмским транспортним средствима.

Трећи корак у оквиру анализе повредивости обухвата процену ширине повредиве зоне. Процена ширине повредиве зоне врши се на основу модела ефеката и података добијених идентификацијом повредивих објеката. Повредива зона, зависно од примењеног модела, може имати облик круга, исечка круга, елипсе, и др.

Ширење повредиве зоне приказује се на карти као изо-линија подједнаких концентрација пара и гасова (ободна концентрација) истог топлотног зрачења или ударног таласа.

Повредива зона се одређује на основу:

1. процене ширења гасова;
2. процене последица од експлозије;
3. процене последица од пожара;
4. процене здравствених ефеката;
5. процене последица по животну средину.

Због сложености претходно наведених процена на основу којих се одређује повредива зона, а пошто је у оквиру рада обрађивана проблематика опасних роба класе 3 од којих нам прети опасност од ширења пожара у даљем тексту дат је приказ процене последица од пожара и процене последица по животну средину.

Прва процена која ће бити презентирана јесте процена последица од пожара од инцидентне ситуације, која се врши на основу:

а) нивоа топлотног зрачења (kW/m^2);

б) нивоа топлотне дозе (kJ/m^2);

- в) трајања топлотног зрачења;
- г) ослобађања, интеракције и трансформације опасних материја уз смањење кисеоника у зони пожара;
- д) ударног ваздушног таласа (надпритисак).

Негативне последице пожара процењују се на основу прорачуна максимално могућих количина запаљиве материје која сагори у најкраћем могућем времену. Процена последица од пожара обухвата процену последица по живот и здравље становништва и процену штете на грађевинским објектима.

Негативне последице по живот и здравље становништва, животну средину и грађевинске објекте утврђују се израчунавањем термалних доза и топлотног зрачења на радијалној удаљености од центра пожара (транспортно средство, инсталација, и сл.). Према последицама по становништво утврђују се зоне у којима може да настане тренутна смрт, тешке опекотине, лакше опекотине и безбедне зоне. Према последицама по грађевинске објекте утврђују се зоне паљења објекта, незнатног оштећења и безбедне зоне.

Ослобађање опасних гасова насталих сагоревањем и недостатак кисеоника процењује се на основу садржаја угљен монооксида и кисеоника у зони угроженој пожаром. Према последицама за људе утврђују се зоне у којима може да настане тренутна смрт, тешка тровања, лакша тровања и безбедне зоне.

Процена последица по животну средину се врши на основу:

- а) потенцијала опасне материје да продире у животну средину (растворљивост у води, испарљивост, сорпциона и десорпциона својства);
- б) биолошких карактеристика (биоконцентрација, метаболизам, коефицијент раздвајања октанол/вода);
- в) стабилности у природи (хемијске трансформације, биолошке трансформације - биодеградације);
- г) токсичности (акутне и хроничне) за сисаре, птице, рибе и алге;
- д) ефеката на биљке.

2.5.1.3. Процена ризика

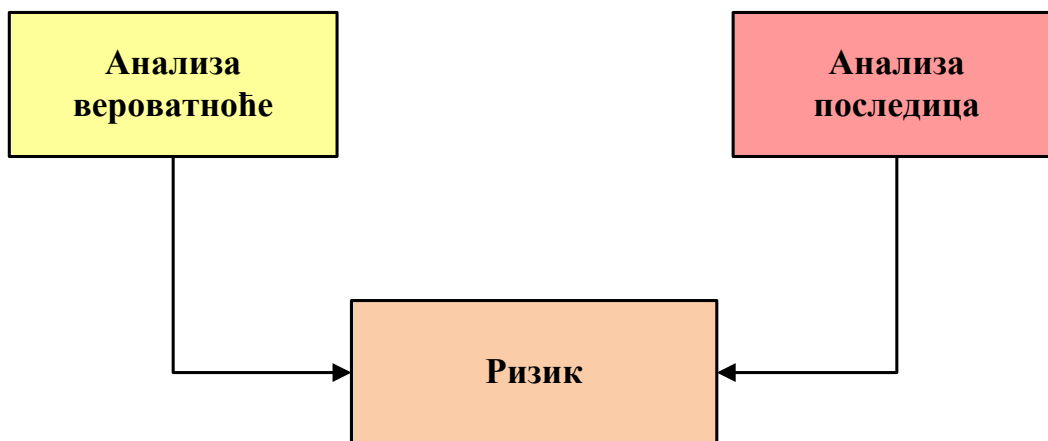
Процена ризика (трећа фаза анализе опасности од настанка инцидентне ситуације) се врши на основу квалитативно процењених последица могућег настанка инцидентне ситуације, које могу бити: занемарљиве, значајне, озбиљне, велике и веома велике и на основу процењене вероватноће настанка инцидентне ситуације. Односно, процена ризика је процес којим се одређује величина ризика на основу

процене вероватноће настанка инцидентне ситуације и могућих последица по живот, здравље становништва и животну средину.

Циљеви процене ризика су:

- Боље информисање особља у постројењима и возача и манипуланата о потенцијалним опасностима и ризицима који прете од опасне робе која се производи, складишти или транспортује;
- Идентификовање фактора који доприносе постојању великих ризика;
- Могућност да се одлуке о мерама смањења ризика донесу помоћу одговарајућих критеријума;
- Идентификација поља која су од интереса за консултовање локалне заједнице, успостављање система за управљање безбедношћу у критичним и ванредним ситуацијама;
- Постизање прихватљивог нивоа ризика у оквиру фиксних извора опасне робе али и од стране возила која транспортују опасну робу (покретних извора).

У складу са претходно наведеним, основни елементи за процену ризика су **вероватноћа настанка инцидентне ситуације** и **величина последица**, што је приказано на слици 2.11.



Слика 2.11. Процес процене ризика

Веома је важно напоменути да свака процена ризика тражи претпоставке и због тога резултати садрже извесну дозу непоузданости. Из тог разлога претпоставке треба да одговарају реалном стању што је више могуће.

А. Процена вероватноће настанка инцидентне ситуације

Вероватноћа настанка инцидентне ситуације процењује се на основу података о догађајима и инцидентним ситуацијама на истим или сличним инсталацијама код нас и у свету (међународна база података) када се ради о фиксним изворима, података добијених идентификацијом опасности и података о броју инцидентних ситуација са учешћем возила која транспортују опасну робу када се ради о покретним изворима опасне робе.

Процена вероватноће настанка инцидентне ситуације се може вршити на један од три начина:

1. **применом историјског приступа**, где се користе статистички подаци о регистрованим догађајима на истим инсталацијама код нас и у свету (фиксни извори), односно инцидентним ситуацијама са учешћем транспортних средстава која превозе опасну робу (покретни извори). На масовне појаве примењује се закон великих бројева: при великом броју сличних појава њихов средњи резултат престаје да буде случајан па се може предвидети са великом поузданошћу. Вероватноћа настанка инцидентних ситуација изражава се нумерички.
2. **применом аналитичког приступа**, који се примењује у случају када се не ради о масовним појавама, а заснива се на идентификацији опасности.
3. **применом комбинованог приступа**, који је комбинација историјског и аналитичког приступа.

У циљу што прецизнијег одређивања вероватноће настанка инцидентне ситуације, најбоље је користити комбинацију историјског и аналитичког приступа, али и због провере добијених резултата на основу једног и другог приступа.

Пошто је фреквенција великог броја инцидентних ситуација са великим последицама врло ниска, историјски подаци су непоуздани и недовољни. У таквим ситуацијама се користе логички модели, најчешће стабло погрешки и стабло догађаја.

Када се врши процена вероватноће настанка инцидентне ситуације код фиксних извора опасне робе (Department of Urban and Transport Planning, 2008a):

- Вероватноћа настанка инцидентне ситуације је МАЛА ако се при уобичајеном вођењу технолошког процеса и одржавању опасних инсталација процени да неће доћи до инцидентне ситуације за предвиђено време трајања опасних инсталација.
- Вероватноћа настанка инцидентне ситуације је СРЕДЊА ако се при уобичајеном вођењу технолошког процеса и одржавању опасних инсталација процени да може доћи до настанка инцидентне ситуације за предвиђено време трајања опасних инсталација.

- Вероватноћа настанка инцидентне ситуације је ВЕЛИКА ако се при уобичајеном вођењу технолошког процеса и одржавању опасних инсталација процени да ће доћи до инцидента за предвиђено време трајања опасних инсталација.

Код покретних извора опасне робе (возила која транспортују опасну робу):

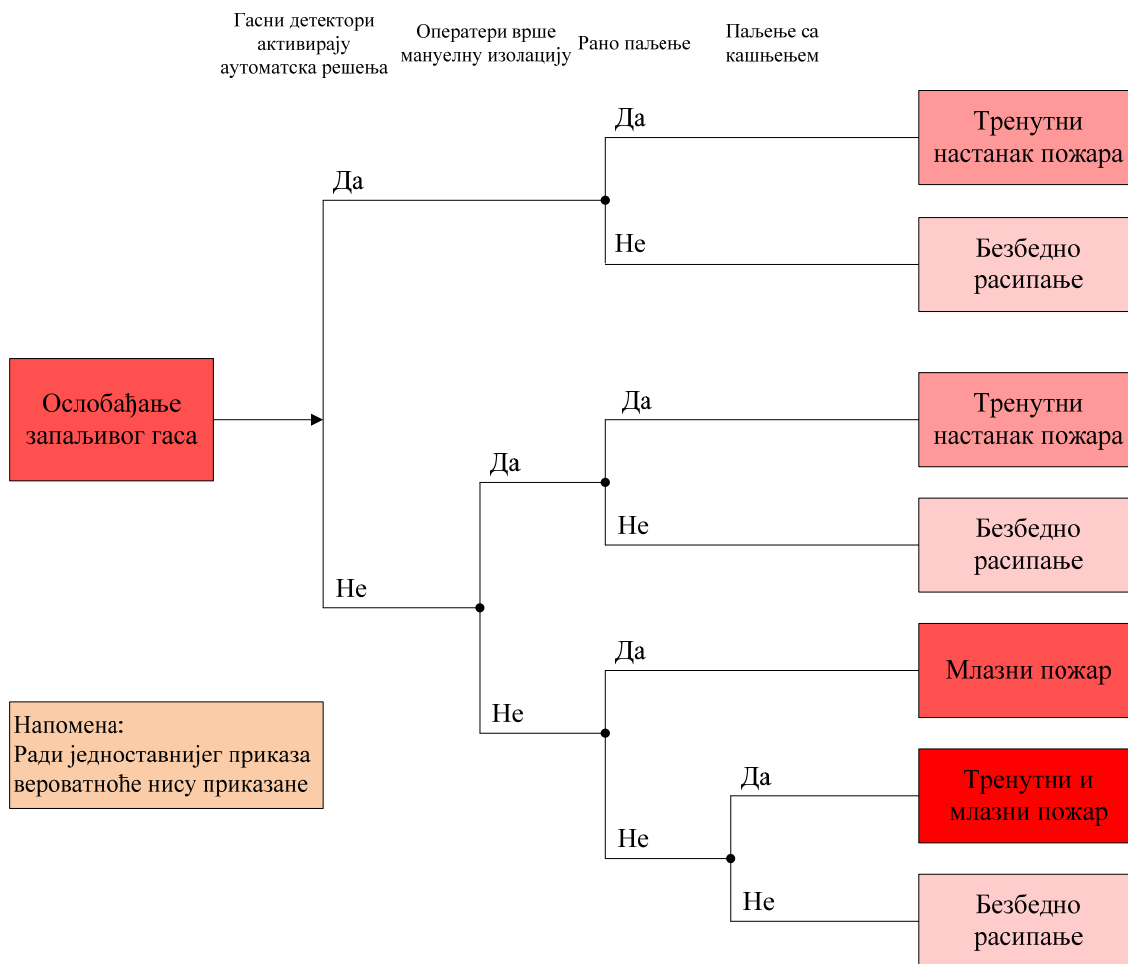
- Вероватноћа настанка инцидентне ситуације је МАЛА ако се при уобичајеном одвијању транспортног процеса (нормални услови одвијања транспорта) и спровођењу свих безбедносних мера, процени да неће доћи до настанка инцидентне ситуације за време обављања целокупног транспортног процеса (утовар, превоз, истовар).
- Вероватноћа настанка инцидентне ситуације је СРЕДЊА ако се при уобичајеном одвијању транспортног процеса (нормални услови одвијања транспорта) и спровођењу свих безбедносних мера, процени да може доћи до настанка инцидентне ситуације за време обављања целокупног транспортног процеса (утовар, превоз, истовар).
- Вероватноћа настанка инцидентне ситуације је ВЕЛИКА ако се при уобичајеном одвијању транспортног процеса (нормални услови одвијања транспорта) и спровођењу свих безбедносних мера, процени да може доћи до настанка инцидентне ситуације за време обављања целокупног транспортног процеса (утовар, превоз, истовар).

У даљем тексту ове тачке рада дат је приказ два метода које се користе за процену вероватноће настанка инцидентне ситуације, и то: метод стабла догађаја и метод стабла погрешки.

Метод стабла догађаја

Стабло догађаја (Department of Urban and Transport Planning, 2008a; Народна скупштина Републике Србије, 1994) почиње једним инцидентом (на пример, ослобађањем течног нафтног гаса из цеви), а вероватноће редоследа наредних догађаја се представљају гранањем дрвета, што води до бројних могућих коначних исхода (површински пожар, млазни пожар, тренутно настајање пожара, итд.), што је приказано на слици 2.12.

Свака тачка на стаблу догађаја је окарактерисана одређеном последицом и њој придруженом вероватноћом. Да би се добиле вероватноће појединих редоследа догађаја, потребно је израчунати условне вероватноће сваки пут када се дрво грана. Ове вероватноће могу бити директно доступне или се морају проценити помоћу аналитичких метода, као што је метод стабла погрешки.



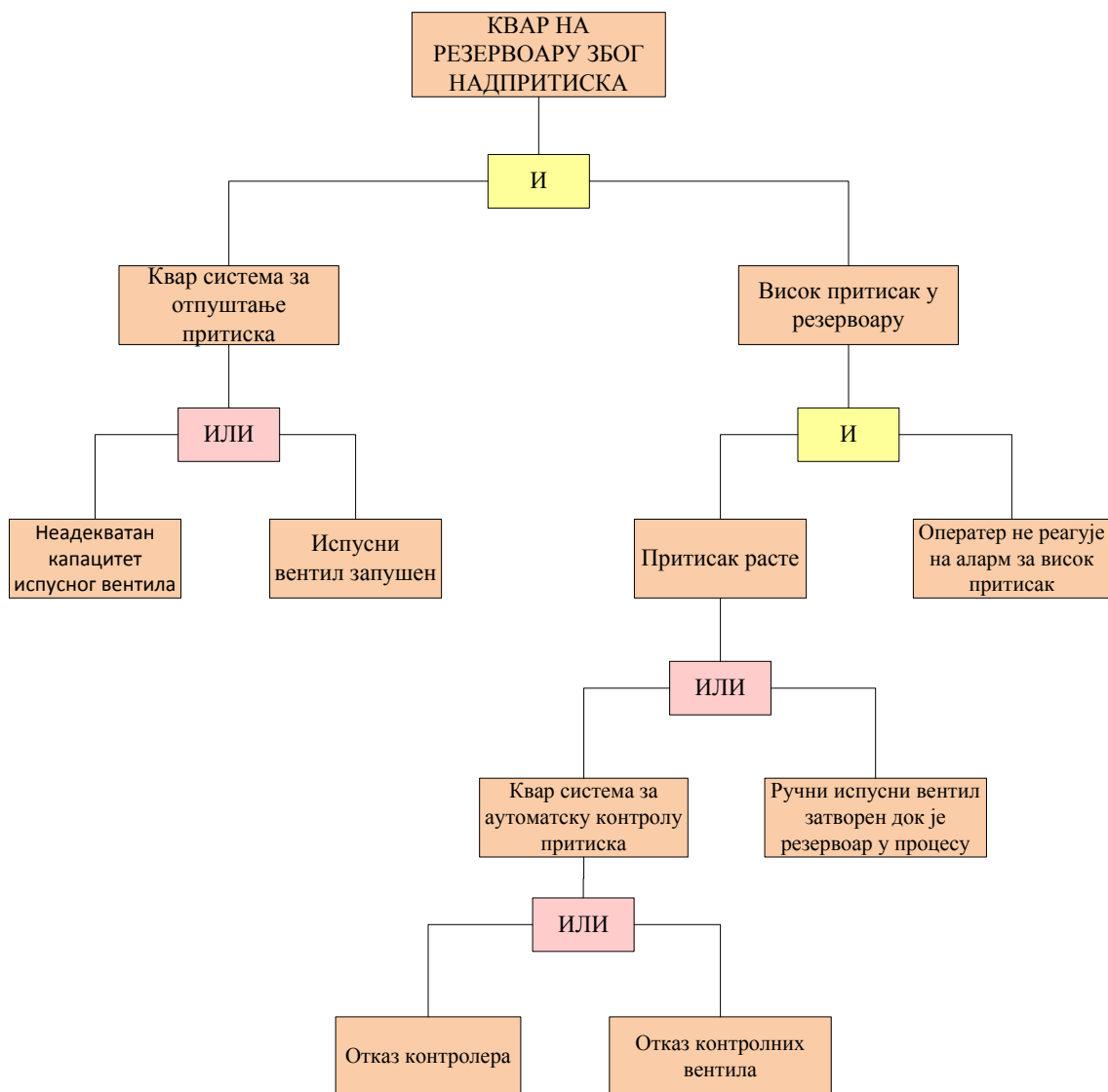
Слика 2.12. Пример стабла догађаја насталог ослобађањем течног нафтног гаса из цеви

Метод стабла погрешки

За разлику од стабла догађаја, које представља индуктивну методу, стабло погрешки (Department of Urban and Transport Planning, 2008a; Народна скупштина Републике Србије, 1994) је дедуктивна метода за процену вероватноће настанка инцидентне ситуације. Почетна тачка је крајњи догађај, а затим се рад одвија „на доле“ како би се одредио редослед догађаја који је довео до коначног догађаја.

Испод сваког догађаја на стаблу погрешки налази се „везник“, који објашњава како нижи догађаји (хронолошки претходници) могу довести до вишег догађаја (хронолошки следбеник). Најважнији типови логичких везника су „ИЛИ“ и „И“.

Пример стабла погрешки у случају квара на резервоару због надпритиска, приказан је на слици 2.13.



Слика 2.13. Стабло погрешки у случају квара на резервоару због надпритиска

Б. Процена величине последица од настанка инцидентне ситуације

Величина последица по живот и здравље људи и животну средину процењују се на основу података добијених анализом повредивости.

Могуће последице процењују се као:

1. занемарљиве,
2. значајне,
3. озбиљне,
4. велике,

5. веома велике.

Пример процене величине последица у нашој земљи врши се на основу показатеља приказаних у табели 2.3. (Народна скупштина Републике Србије, 1994).

Табела 2.3. Величина последица према вредностима показатеља

		Тежина могућих последица				
		Занемарљиве	Значајне	Озбиљне	Велике	Веома велике
Показатељи	Број погинулих	-	-	1-5	6-20	>20
	Број повређених интоксикованих	-	1-10	11-50	51-200	>200
	Мртве дивље животиње	<0.1 t	0.1-1 t	1-2 t	2-10 t	>10 t
	Мртве домаће животиње	<0.5 t	0.5-10 t	10-50 t	50-500 t	>500 t
	Мртве рибе	<0.5 t	0.5-5 t	5-20 t	20-100 t	>100 t
	Контаминирана површина	-	1-10 ha	10-100 ha	1-5 km ²	>5 km ²
	Штета од инцидента	<0.02 милиона динара	0.02-0.2 милиона динара	0.2-2 милиона динара	2-10 милиона динара	>10 милиона динара

Као што се из табеле 2.3. може видети, показатеље представљају елементи који су изложени дејству опасне робе (људи, животиње, животна средина) и величина њихових губитака је повезана са адекватном величином последица за одређену величину губитака или штете по сваком од елемената изложеног ризику посебно.

Када се утврди вероватноћа настанка инцидентне ситуације и величина последица врши се процена ризика на основу та два показатеља.

В. Процена ризика

Као што је претходно наведено, ризик од инцидентне ситуације се процењује на основу вероватноће настанка инцидентне ситуације и величине могућих последица.

Проценом ризика долази се до закључка да ли је ризик од опасних активности (превоза, складиштења, производње опасних роба) на одређеном простору прихватљив или не.

Ризик, односно ниво ризика, се квантификује на један од следећих начина:

1. занемарљив (I);
2. низак (II);
3. умерен (III);

4. висок (IV);
5. веома висок (V).

Према (Народна скупштина Републике Србије, 1994) за одређене величине вероватноће настанка инцидентне ситуације и величине последица, које су дате описно, дефинисани су нивои ризика, што је приказано у табели 2.4.

Табела 2.4. Ниво ризика према вероватноћи настанка и величини последица инцидентне ситуације – матрица ризика

		Тежина могућих последица				
		Занемарљиве	Значајне	Озбиљне	Велике	Веома велике
Вероватноћа настанка инцидентне ситуације	Мала	(I) Занемарљив	(II) Низак	(III) Умерен	(IV) Висок	(V) Веома висок
	Средња	(II) Низак	(III) Умерен	(IV) Висок	(V) Веома висок	(V) Веома висок
	Велика	(III) Умерен	(IV) Висок	(V) Веома висок	(V) Веома висок	(V) Веома висок

На основу табеле 2.4. се може видети да је занемарљив ниво ризика онда када је вероватноћа настанка и величина последица инцидентне ситуације занемарљиви и ова величина ризика је сигурно прихватљива, а прихватљив ризик је онај ризик којим се може управљати под одређеним условима предвиђеним прописима. Ниво ризика је низак када је вероватноћа средњег нивоа а последице инцидентне ситуације занемарљиве или значајне, што такође представља прихватљив ниво ризика. У свим осталим комбинацијама ниво ризика је висок или је његов ниво веома висок.

2.5.1.4. Начин приказа новог ризика

Велики број података који се прикупљају у циљу добијања вероватноће настанка инцидентне ситуације и могућим последицама различитих потенцијалних инцидентних ситуација морају се интегрисати приликом представљања резултата тако да одражавају циљ анализе опасности и оних мера за управљање ризиком које су од интереса за анализу.

Мере за управљање ризиком се могу представити као квантитативни показатељи, као што су **индекси**, **табеле**, **графови** или цртежи са **контурама ризика**, или као квалитативни показатељи, као што су **матрице ризика** и **номограми ризика** (Department of Urban and Transport Planning, 2008a). Такође могу представљати дискретне носиоце ризика у постројењу, као што су откази одређеног дела постројења или опреме, или кумулативни ризик свих носиоца ризика у постројењу или у току извршења транспортне услуге.

У зависности од сврхе и начина представљања резултата, сваки од метода за представљање ризика је погоднији за одређену сврху у односу на остале. У табели 2.5. дати су примери квантитативних и квалитативних метода који могу бити од помоћи приликом представљања различитих врста ризика.

Табела 2.5. Примери метода за представљање ризика (*Department of Urban and Transport Planning, 2008a*)

Фактори ризика	Индивидуални ризик	Друштвени ризик
Дискретни фактори ризика	Матрице ризика Номограми ризика Дијаграми ефекат-растојање Вредности индивидуалног ризика	Матрице ризика Номограми ризика
Кумулативни ризик	Изоконтуре ризика Хистограми	F (N) криве Интеграли ризика Потенцијални губитак живота

Мере за управљање ризиком од индивидуалних повреда или смрти узимају у обзир вероватноћу одређеног нивоа штете на одређеној локацији. Не узима се у обзир да ли је неко на тој локацији заиста присутан или не (*Department of Urban and Transport Planning, 2008a*). Односи се на вероватноћу да се повреда или смрт догоди у одређеном временском периоду и врсту могуће повреде.

Квантитативне мере индивидуалног ризика се најчешће представљају као изоконтуре које спајају тачке са једнаким индивидуалним ризиком у и око постројења или возила. Користећи овај начин представљања, лако се могу идентификовати подручја високе изложености.

2.5.2. ПЛАНИРАЊЕ МЕРА ПРЕВЕНЦИЈЕ, ПРИПРАВНОСТИ И ОДГОВОРА НА ИНЦИДЕНТНУ СИТУАЦИЈУ

У другој фази управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације врше се припреме за отклањање могућности настанка инцидентне ситуације како би ризик од опасних активности и опасних материја на одређеном простору био прихватљив.

У оквиру ове фазе, управљање ризиком од настанка инцидентне ситуације се одвија кроз следеће фазе:

1. прва фаза - превенција,
2. друга фаза - приправност, и
3. трећа фаза - одговор на инцидентну ситуацију.

У даљем тексту рада дат је приказ сваке од претходно наведених фаза посебно, са дефинисањем активности које је неопходно спровести у циљу смањења нивоа ризика.

2.5.2.1. Мере превенције - превентива

Према (Народна скупштина Републике Србије, 1994) превентива (превенција) представља скуп мера и поступака који се предузимају на месту инцидентне ситуације (фабрици, и сл.) општини, односно граду и Републици, а имају за циљ спречавање и смањивање вероватноће настанка инцидентне ситуације и величине могућих последица.

Међутим, према (Lavell, 2000) превентива се заснива на мерама пројектованим да спрече да природни и социо/политички догађаји и процеси прерасту у несрећу праћену рушењем, разарањем и губицима.

Поред ове две дефиниције појма превентиве, (Chaux, 1989) је дао најједноставније објашњење ове активности где он наводи да је превентива **рећи не хазардима**. Према њему, превентива се односи на активности или акције са циљем да елиминишу, смање или измене хазарде у позитиван облик по заједници (друштво).

Мере и поступци превентиве одређују се на основу података добијених проценом ризика од настанка инцидентне ситуације (трећа фаза у оквиру анализе опасности), и састоје се у:

1. Адекватном просторном планирању и зонирању насеља (одређивање зона заштите, удаљености опасних активности од насеља итд.);
2. Изради анализе опасности од инцидентне ситуације и давању мишљења и сагласности на њих;
3. Избору оних технологија које мање загађују животну средину и обезбеђују већи степен заштите и оних технологија које смањују потребе транспорта опасних роба;
4. Благовременом отклањању свих уочених техничко-технолошких недостатака;
5. Одржавању радно-технолошке дисциплине на потребном нивоу;
6. Уредном одржавању проходности свих путева и пролаза унутар опасних инсталација;
7. Примени техничких средстава и опреме детекције и заштите;
8. Контроли и надзору мониторинга и система безбедности;
9. Информисању и укључивању јавности у одлучивање о свим питањима значајним за безбедност становништва.

Мере и поступци превентиве обухватају и израду, праћење и спровођење подзаконских аката, норматива и стандарда који се односе на активности (превоз, складиштење, производњу, и др.) везане за опасне материје (робе).

Веома је занимљиво тумачење превентиве од стране Светске организације за заштиту здравља (World Health Organization) која дели превентиву на **примарну** и **секундарну**.

Примарна превентива се односи на активности које утичу на смањење, избегавање или спречавање ризика настанка инцидентне ситуације, ослобађањем од хазарда или рањивости. Под **секундарном превентивом** се подразумева брзо препознавање негативног догађаја и смањење његових ефеката.

У складу са тумачењем процеса превентиве од стране Светске организације за заштиту здравља, у наредном тексту је дат приказ хијерархије управљачких мера у оквиру овог корака друге фазе управљавања ризиком од настанка инцидентне ситуације.

А. Хијерархија спровођења управљачких мера

Да би се правилно разумела било која врста управљачке мере, неопходно је добро познавање природе и размере опасних активности, могућих инцидената и последица којима управљачка мера треба да управља, као и ефекте које управљачка мера има на ове факторе. Са таквим разумевањем обезбеђена је основа за дефинисање показатеља перформанси и стандарда за управљачке мере, али и за дефинисање оних управљачких мера које су критичне за безбедан рад.

Управљачке мере се могу сврстати у категорије у складу са „хијерархијом управљања“. Оператери такође могу имати користи од сврставања управљачких мера у хардверске начине управљања (технички системи) или софтверске начине управљања (управљачки системи, људски ресурси или процедуре).

Важно је да се приликом пројектовања и имплементације управљачких мера довољно узме у обзир **компонента људских ресурса**. Грешке направљене у пројектовању и имплементацији управљачких мера, било у техничким безбедносним уређајима, индивидуалним процедурама и задацима или у свеукупном систему за управљање безбедношћу, могу имати за резултат управљачке мере које нису подобне да испуне намењену сврху или да достигну ниво перформанси који је потребан за потпуну ефективност. Поред тога, на тај начин се могу изазвати додатне опасности које узрокују или доприносе дешавању великих инцидената (Department of Urban and Transport Planning, 2008a).

Важно је да људи који пројектују и имплементирају управљачке мере виде шире од пројектованог одговора на детектован проблем и да такође размотре да ли је могуће модификовати проблем у самом извору проблема (на пример, стварањем окружења које је мање подложно грешкама или активности које су мање подложне грешкама).

У табели 2.6. је дат приказ хијерархије управљачких мера, као и њихово објашњење.

Табела 2.6. Пример хијерархије управљачких мера

Хијерархија	Објашњење
Елиминација	Управљачке мере које у потпуности уклањају, односно елиминишу опасност. Премда је јасно да је ова најефикаснија врста управљачких мера, често није практично елиминисати опасности.
Супституција	Коришћење мање опасних материја које исто могу да удоволе потребама као и опасне материје са вишим степеном опасности.
Интензификација	Смањење укупне количине опасних материја.
Превенција	Управљачка мера која спречава да се деси неки од сценарија инцидентне ситуације или значајно смањује вероватноћу.
Редукција	Управљачке мере које смањују тежину последица, обично детектовањем непожељних услова и делујући тако да зауставе одвијање сценарија. Не боре се директно са последицама инцидентне ситуације.
Ублажавање	Управљачке мере које се директно боре са последицама инцидентне ситуације тако што смањују њихов ефекат на људе, објекте и животну средину. Премда су најмање омиљена врста управљачких мера, добро пројектоване управљачке мере за ублажавање су кључне за безбедан рад, пошто представљају апсолутно последњу линију одбране.

Б. Испитивање алтернативних управљачких мера

Постоје бројни разлози због којих је неопходно користити алтернативне управљачке мере. Један од најубедљивијих и најдиректнијих разлога је ситуација када је процена ризика показала да ниво ризика превазилази неки релевантан критеријум, односно када ниво ризика прелази граничну вредност допуштеног нивоа ризика. Остали релативно директни разлози за испитивање алтернативних управљачких мера за употребу су:

- Када је очигледно да постојећа управљачка мера не обавља посао добро колико је потребно, због могућих недостатака у фази пројектовања, смањења перформанси или намерног онеспособљавања;
- Када су предложене измене у постројењу или у извршењу транспортне услуге;
- Када постојеће управљачке мере треба да буду замењене због застарелости;

- Када оператер постане свестан напреднијих технологија за управљање могућим ризицима.

Бројни фактори утичу на одређивање разумног броја постојећих и алтернативних управљачких мера које су потребне оператеру да би могао да изврши квалитетан преглед (Department of Urban and Transport Planning, 2008a). У те факторе се убрајају:

- **Природа профила ризика** – за опасности које доминирају у профилу ризика може бити потребно разматрање већег броја алтернатива;
- **Величина и сложеност постројења (транспортног процеса)** – у већим и сложенијим постројењима обично вреба више опасности, па је потребно више управљачких мера, што исто важи и за транспортни процес;
- **Брзина развоја нових управљачких мера** – опасности за које се нове и унапређеније управљачке мере брзо развијају могу захтевати подробнији преглед у односу на подручја где је направљено свега неколико побољшања.

Након спроведених мера превенције, односно превентивних мера, неопходно је спровести мере које се односе на приправност од настанка инцидентне ситуације.

2.5.2.2. Приправност

Приправност је стање које се постиже припремом свих надлежних субјеката, опреме и технике ради најадекватнијег одговора на инцидентну ситуацију уз најмање могуће последице, а обезбеђује се доношењем **Планова заштите**.

Планови заштите доносе се за свако место и сваки део територије Републике на коме постоје опасне активности које могу изазвати инцидентну ситуацију у предузећу - план заштите на месту инцидентне ситуације, у општини, односно граду за подручје општине, односно града, као и Републици у целини. Планови заштите међусобно су усклађени и ослањају се један на други (планови заштите од елементарних и других већих непогода, заштите у ванредним и ратним условима и др.).

Елементи за израду Планова заштите обезбеђују се израдом анализе опасности од настанка инцидентне ситуације, и они садрже:

1. **организацију безбедности и заштите на раду**
2. **процену ризика од опасних активности** - овај део Плана заштите садржи податке о:
 - а) количинама опасних материја;
 - б) локалитету опасних материја;

- в) карактеристикама опасних материја;
- г) основним карактеристикама опасних активности;
- д) систему заштите од пожара и другим системима заштите и др;

3. процену ризика у околини - овај део Плана заштите садржи податке о:

- а) карактеристикама опасних материја и опасним активностима у индустријском комплексу, ван индустријског комплекса и на одређеном подручју (подручје на коме се транспортује опасна роба);
- б) најближим стамбеним објектима и другим објектима и активностима у непосредној близини и др.;

4. поступке у случају настанка инцидентне ситуације и систему комуникације - овај део Плана заштите предвиђа најадекватнији начин за брзо и ефикасно узбуњивање, обавештавање и информисање лица која учествују у одговору на инцидентну ситуацију и грађана које је потребно заштитити, зависно од карактеристика опасних активности и околине, и он садржи:

- а) одређен број подсистема (у зависности од величине инсталација);
- б) средства везе (телефонске, бежичне, алтернативне и др.);
- в) индикаторе, детекторе, јављаче (ручне и аутоматске);
- г) средства за алармирање и узбуњивање;
- д) могућност регистрације сигнала и информација;
- ђ) начин комуникације са надлежним органима у општини, односно граду, Републици, као и са осталим предузећима у непосредној близини и другим органима и организацијама задуженим за одговор на инцидентну ситуацију и др;

5. опрему и средства одговора на инцидентну ситуацију;

6. детаљно разрађен план вежбе и провере знања запослених у предузећима и грађана;

7. проверу система безбедности и заштите на раду;

8. процедуру евидентирања и регистровања инцидентних ситуација, вредновање и анализу ефеката;

9. писана упутства о поступцима у случају инцидентне ситуације за свако постројење посебно и за сваку врсту опасне робе;

10. јасно дефинисану улогу и обавезе сваког учесника у одговору на инцидентну ситуацију;
11. шему руковођења и координације међу лицима која учествују у одговору на инцидентну ситуацију;
12. начин пријављивања потребних техничких, метеоролошких и медицинских информација;
13. податке о главном координатору плана и његовом заменику (име, презиме, адреса и број телефона) у општини, граду и Републици.

У оквиру сваког Плана заштите разрађују се поједини аспекти одговора на инцидентну ситуацију, који се односе на:

- Успостављање система за узбуњивање и обавештавање лица која учествују у одговору на инцидент и грађана које је потребно заштитити;
- Успостављање планова збрињавања повређених и интоксикованих (прва помоћ, тријажа, транспорт, даље лечење, примена антидота, лекова и сл.);
- Успостављање планова евакуације становништва, основни правци кретања, реони размештаја и др;
- Одређивање средстава личне и колективне заштите становништва, као и коришћење приручних средстава;
- Успостављање планова заштите домаћих животиња, хране, сточне хране и воде за пиће;
- Упознавање становништва са свим потенцијалним опасностима и предвиђеним мерама заштите, вежби и едукације;
- Програм вредновања, тестирања и иновирања планова.

Планови заштите у општини, односно граду усклађују се са шемом одговора на инцидент који се примењује у држави.

По завршетку израде Плана заштите тим именован за његову израду постаје тим за координацију одговора на инцидентну ситуацију.

У оквиру ове фазе управљања ризиком од изузетног значаја је праћење стања безбедности које се врши преко критичних радних параметара (Department of Urban and Transport Planning, 2008a).

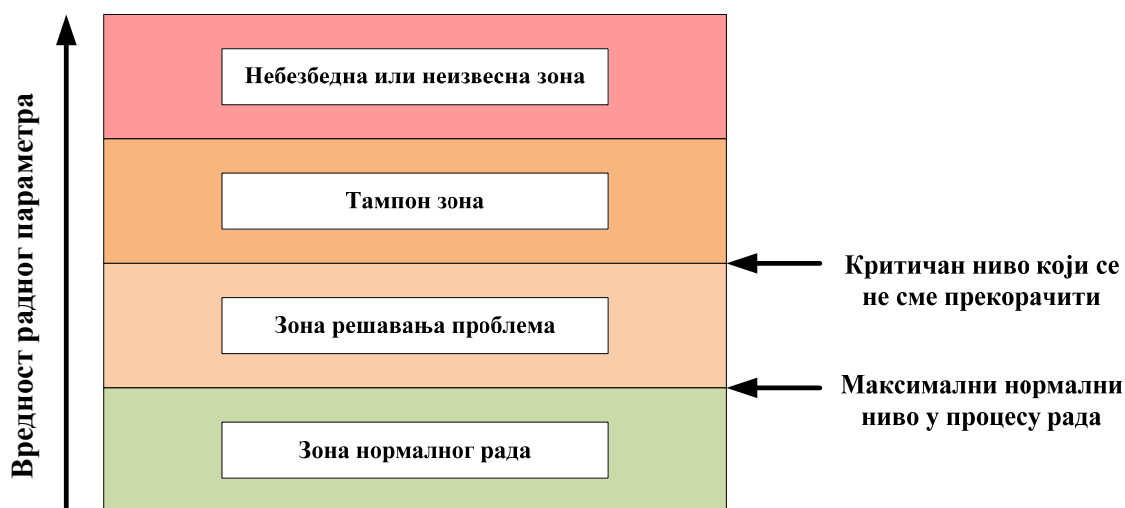
Критични радни параметри су променљиве процеса или друге променљиве које се могу скоро тренутно мерити, за разлику од показатеља перформанси који се обично прате током одређеног периода времена. Критични радни параметри дефинишу безбедни оквир рада за постројење или возило, а прелазак изван овог

оквира одмах се приказује оператеру као прекорачење критичних нивоа једног или више параметара.

Дакле, критични радни параметри имају критичне вредности које се не смеју прекорачити. Један критични радни параметар може имати и лакшу (*софт*) и тежу (*хард*) критичну вредност.

Софт вредности треба да дефинишу нормални оквир рада (слика 2.14.). Прелазак *софт* вредности даје упозорење да једна или више управљачких мера не успева да управља радним активностима у том оквиру. Критичне вредности се посматрају као *софт* када постоје додатне управљачке мере којима се процес може вратити у безбедно стање, иако је процес још увек безбедан, али у ванредној и непожељној радној зони.

Хард критичне вредности треба дефинисати изнад нивоа *софт* критичних вредности, али још увек морају бити испод нивоа било које небезбедне или неизвесне радне зоне. Не би требало дозволити да се икад пређу *хард* критичне вредности, чак и када постоје додатне управљачке мере којима се процес може вратити у безбедно стање.



Слика 2.14. Приказ критичних радних параметара (Center for Chemical Process Safety, 1992)

Са приказане слике 2.17. може се видети да постоје четири зоне и у оквиру сваке од тих зона радни параметри имају своју одређену вредност. Као што је и претходно напоменуто одређене вредности радног параметра не смеју се прекорачити у циљу безбедног управљања процесом.

2.5.2.3. Одговор на инцидентну ситуацију

Одговор на инцидентну ситуацију започиње оног тренутка када се добије прва информација о инцидентној ситуацији, која садржи податке:

1. о месту и времену настанка инцидентне ситуације;
2. врсти опасних материја које су присутне;
3. процени тока инцидентне ситуације;
4. процени ризика по околину и
5. друге значајне податке за одговор на инцидентну ситуацију.

У поступку одговора на инцидентну ситуацију, поред послова који произилазе из Плана заштите врши се и:

1. Процена обима инцидентне ситуације (угрожене зоне или зоне утицаја);
2. Процена величине последица;
3. Успостављање непрекидних мерења и осматрања на простору где је настала инцидентна ситуација (пожара, експлозије, ослобађања штетних материја) и карактеристичних параметара (концентрација опасних материја, кретање контаминационог облака, метеоролошких података: правац и брзина ветра, вертикална стабилност ваздуха);
4. Обавештавање о инцидентној ситуацији и давање упутстава о даљем поступању;
5. Доношење одлуке о евентуалној евакуацији становништва, начину евакуације и правцу кретања, на основу величине инцидентне ситуације, степена угрожености становништва и процене времена трајања опасности, расположивог времена за евакуацију итд;
6. Координација рада службе цивилне заштите, здравствених организација, ватрогасних служби, служби техничке помоћи;
7. Информисање надлежних републичких органа и давање процене о могућности да се сопственим снагама одговори на инцидентну ситуацију.

Субјекти одговора на инцидентну ситуацију, на основу усклађених Планова заштите, су:

1. Службе органа унутрашњих послова, службе средстава везе, транспортна предузећа, комуналне службе, ватрогасне службе, центри за обавештавање, специјализоване техничке екипе, екипе за санацију, (еко)токсиколошке лабораторије, аналитичке лабораторије;
2. Хидрометеоролошки заводи и метеоролошке станице;
3. Екипе хитне медицинске помоћи, заводи за заштиту здравља, институти и заводи за медицину рада, стационаране здравствене установе са одељењима за токсикологију;

4. Органи, службе, јединице, екипе Војске, на основу успостављене сарадње и усклађених планова заштите (специјализоване јединице за АБХО, техничке службе итд.);
5. Штабови и јединице цивилне заштите, на основу усклађених планова цивилне заштите.

Одговор на инцидент на опасним инсталацијама одвија се у складу са планом заштите на месту инцидента и у складу са тренутном ситуацијом на терену.

Одговор на инцидент I нивоа - нивоа опасних инсталација и одговор на инцидент II нивоа - нивоа индустријског комплекса реализује се у предузећу. Одговором на инцидент I и II нивоа руководи тим за координацију одговора на инцидент у предузећу.

Уколико се процени да услед настале инцидентне ситуације могу наступити штетне последице по ширу околину, активира се план заштите општине, односно града и државе.

Мере превенције и безбедности превоза опасне робе предузимају се у складу са прописима о превозу опасних роба. У превозу опасних роба доноси се план заштите и спроводи одговор на инцидентну ситуацију сходно претходно наведеним одредбама.

2.5.3. ПЛАНИРАЊЕ МЕРА ЗА ОТКЛАЊАЊЕ ПОСЛЕДИЦА ОД ИНЦИДЕНТНЕ СИТУАЦИЈЕ - САНАЦИЈА

Планирање мера за отклањање последица од инцидентне ситуације, односно санација, представља трећу (последњу) фазу у оквиру Методологије управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације.

Мере за отклањање последица од инцидентне ситуације имају за циљ праћење ситуације после настанка инцидентне ситуације, обнављање и санацију животне средине, враћање у првобитно стање, као и уклањање опасности од поновног настанка инцидентне ситуације.

Санација обухвата израду **плана санације** и израду **извештаја о инцидентној ситуацији**.

План санације садржи:

1. Циљеве и обим санације;
2. Расположиве људске ресурсе и средства ангажовања на санацији, редослед њиховог коришћења и рокове;
3. Програм постинцидентног мониторинга животне средине (био - мониторинг), стање здравља људи и животиња;

4. Трошкове санације;
5. Начин обавештавања јавности о протеклој инцидентној ситуацији.

Извештај о инцидентној ситуацији садржи:

1. Анализу узрока и последица удеса;
2. Развој и ток инцидентне ситуације и одговора на инцидентну ситуацију;
3. Процену величине инцидентне ситуације;
4. Анализу тренутног стања.

Процена величине инцидентне ситуације врши се на основу степена ангажованих снага, величине штете (изражене у новчаним средствима) и обима последица.

Извештај о безбедности детаљно описује циљеве и исходе који морају бити потврђени документацијом (Department of Urban and Transport Planning, 2008a). Овом документацијом се потврђује следеће:

- Ангажовани људски ресурси и запослени који су учествовали у свим фазама;
- Да се процес одвијао систематично и да су претпоставке у потпуности документоване;
- Да равнотежа између квалитативних, семи-квантитативних и квантитативних анализа одговара природи постројења и за њега везаних опасности;
- Да су коришћене одговарајуће технике за идентификацију опасности како би се свеобухватно идентификовале опасности у постројењу и потенцијалне инцидентне ситуације великих размера и у редовним и у ванредним условима рада;
- Постојање јасне и разумљиве везе између идентификованих опасности, сценарија инцидентних ситуација и управљачких мера;
- Да су процењене опасности свих могућих сценарија помоћу одговарајућих метода и да су и резултати и претпоставке у потпуности документоване;
- Да анализа последица узима у обзир локацијске факторе и намену површина и потенцијалне „*knock-off*“ ефекте;
- Да су људски фактори систематично размотрени;
- Да су процене израђене у односу на све релевантне критеријуме, идентификујући подручја у којима је пожељно додатно смањити ризик;
- Да је размотрена хијерархија управљања, тј. да је највиши приоритет дат мерама за отклањање опасности и да постоји разумевање начина на који остале управљачке мере утичу на ниво ризика;

- Опсег управљачких мера које су разматране и јасно објашњење зашто су изабране одређене управљачке мере, тј. доказ о њиховој адекватности и поузданости;
- Да су установљени стандарди и показатељи за управљачке мере и да постоји одговарајућа процедура за преглед и ревизију управљачких мера.

Ниво детаљности података који ће се наћи у документацији зависи од сврхе документовања. За процесе са врло ниским нивоом ризика није потребан висок степен детаљности, док је за процесе са високим ризиком неопходан.

На основу претходно наведених мера и активности које санација мора да садржи, може се закључити да се санација састоји из три фазе (Lavell, 2000), и то:

- рехабилитације,
- реконструкције, и
- обнове.

Рехабилитација обухвата активности и инвестиције које су усмерене на поновно успостављање база за самоодрживост локалног становништва и економски опоравак. Рехабилитационе активности поново успостављају инфраструктуру на ниво оном који је неопходан за функционисање локалне економије и здравствене заштите локалне заједнице.

Реконструкција обухвата активности и инвестиције које успостављају сталну инфраструктурну и економску базу за развој у региону који је захваћен несрећом, и за потпун економски, друштвени и психолошки преображај популације коју је задесила несрећа. Реконструкција треба да гарантује да ће несрећом погођена подручја имати виши потенцијал за развој него пре несреће.

Израдом треће фазе, односно санације, завршава се процес управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације. Свака од фаза је у међусобној зависности једна од друге (односно немогуће је урадити план санације без анализе ризика и сл.), а да би се успешно управљало ризиком на одређеном подручју неопходно је утврдити и спровести све активности које су дефинисане у оквиру Методологије која је презентирана у оквиру ове тачке рада.

2.6. МЕСТО И ЗНАЧАЈ ИЗБОРА ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ У ОКВИРУ ПРОЦЕСА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ

Прво и основно питање које се поставља је: у оквиру које од претходно дефинисане три фазе процеса управљања ризиком се врши избор траса као једне од активности усмерене на ефикасно управљање ризиком? Одговор на ово питање је веома једноставан, јер на основу методологије управљања ризиком од настанка

инцидентне ситуације која је дефинисана у претходној тачки рада, може се извести закључак да се активност избора траса за кретање возила спроводи у оквиру **прве** фазе, односно приликом израде **анализе опасности од настанка инцидентне ситуације**.

У циљу одређивања места и значаја избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу у оквиру анализе опасности, неопходно је одредити кораке у процесу као и њихову примену у транспорту опасних роба.

Према (United Nations Environment Programme, 2000) у оквиру процеса анализе опасности дефинисано је 8 корака које је неопходно испунити како би се ефикасно спровео овај процес, а као први корак у оквиру овог процеса дефинисан је корак анализе превозног пута док је приказ траса за кретање возила која транспортују опасну робу дефинисан као завршни корак, што је приказано у табели 2.7.

Табела 2.7. Елементи за анализу опасности приликом транспорта опасне робе (United Nations Environment Programme, 2000)

Кораци у општем процесу	Примена у транспорту опасне робе	Предложени садржај
Ризични објекти	Анализа превозног пута	Одређивање траса за кретање возила која транспортују опасну робу
Опасности	Студија о транспорту опасне робе	Одређивање општих типова и количина опасних роба које се транспортују у оквиру одређеног подручја
Вероватноћа	Историја инцидентних ситуација	Прикупљање и анализа статистике о инцидентима из прошлости
Типови ризика	Процењивање сценарија инцидентних ситуација	Одређивање могућих сценарија на основу врсте опасне робе
Угрожени објекти	Процењивање осетљивости	Становништво, животна средина и имовина у близини транспортних путева; идентификација високоризичних области
Последице	Процењивање штете	Сценарији штета заснованих на сценарију могућих инцидентних ситуација у угроженим областима
Фактори ризика	Фактори ризика	Фактори који би могли имати утицај на вероватноћу или величину последица
Садашњи резултати	Презентација резултата	Прављење мапа које идентификују високо ризичне објекте као што су коридори (тресе) којима се транспортује опасна роба

На основу приказаних корака у табели 2.7. може се закључити да се процес избора траса прожима кроз све три фазе у оквиру анализе ризика, односно кроз фазу идентификације опасности, анализу последица и фазу процене ризика. Ово је из разлога што је неопходно трасе које су дефинисане у оквиру процеса идентификације опасности на основу карактеристика транспортних захтева и анализе последица од настанка инцидентне ситуације потврдити и кроз процену ризика. Тек када се утврди величина ризика за предложене трасе доноси се коначна одлука о томе да ли се траса усваја или не са аспекта прихватљивог нивоа ризика за то посматрано подручје.

Значај избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу на бази величине ризика је веома велики и без ове активности је немогуће управљати ризиком у транспорту опасних роба. Колико велики значај се придаје овој активности може се закључити на основу циљева дефинисаних у оквиру студија транспорта опасних роба у претходних десет година, које је неопходно одредити у оквиру анализе ризика (прве фазе управљања ризиком).

Према тим студијама, наредну листу циљева је неопходно одредити (Spadoni, 2005):

1. Прикупити податке о врстама и количинама опасних роба које се транспортују на подручју посматране територије;
2. **Идентификовати тачке и потезе посматране транспортне мреже на којима су ризици највећи;**
3. Анализирати ризике у зависности од места на посматраном подручју, примењујући процедуре квантитативне процене ризика (Quantitative Risks Assessment) и одредити вредности индивидуалног и друштвеног ризика;
4. **Планирати транспорт опасних роба са циљем утврђивања алтернативних траса са нижим нивоом ризика;**
5. Планирати поправку и/или унапређење инфраструктурних објеката (путеви, мостови, тунели и др.) са циљем смањења вероватноће настанка инцидентне ситуације;
6. Контролисати извршење транспортног процеса кроз његово праћење (надгледање, мониторинг);
7. Просуђивати (доносити одлуке) о потреби отказивања превоза;
8. **Дати подршку доношењу одлука на бази процене ризика, помоћи у оцењивању алтернативних траса за транспорт опасних роба;**
9. Дати подршку градским властима у изради планова за реаговање у инцидентним ситуацијама или проналаску нових локација за фабрике које производе и складиште опасну робу;
10. Дати суд о применљивости постојећег система правила за оперативно деловање и процедура за реаговање у инцидентним ситуацијама.

Од десет наведених циљева чак три се односе на избор траса за кретање возила са аспекта ризика и овај податак указује на велики значај ове активности у оквиру

анализе опасности од настанка инцидентне ситуације. Посматрајући наведене циљеве може се закључити да без утврђивања нивоа ризика није могуће извршити избор траса за кретање возила, односно величина ризика представља пресудни фактор приликом избора траса. Али, уколико се пажљиво посматрају претходно наведени циљеви може се закључити да су преосталих седам циљева уско повезани са избором траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта ризика јер је за избор трасе неопходно прикупити све податке о количинама и врстама опасних материја, дефинисати вредности индивидуалног и друштвеног ризика, а потом пратити извршење транспортног процеса и припремати мере превенције и евентуалне санације.

3. АНАЛИЗА ПРОБЛЕМА ИЗБОРА ТРАСА ЗА ТРАНСПОРТ ОПАСНЕ РОБЕ СА АСПЕКТА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ У ЛИТЕРАТУРИ

Велики број међународних студија је показао да ризик који потиче од стране покретних извора (возила која транспортују опасну робу) има исту значајност као и ризик који потиче од стране фиксних извора – (Ormsby et al., 1988; Brockoff, 1992; Vilchez et al., 1995; Bonvicini and Spadoni, 2005), па је неопходно и величину ризика који потиче од стране покретних извора смањити и држати га у границама прихватљивих вредности.

Велики број различитих методологија је развијен са циљем избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу: од студија случаја које обухватају анализу величине ризика (National Highway Institute (NHI) and Federal Highway Administration (FHWA), 1996; Bottelbergs, 2000; Bubbico et al., 2000; Rao Madala, 2000; U.S. Department of Transportation, 2000; Milazzo et al., 2002; Alberta transportation, 2004; Scenna and Santa Cruz, 2005; Govan, 2005; Dilgir et al., 2005), преко студија где се избор траса врши на основу података добијених статистичким анализама и истраживањима о броју инцидентних ситуација (Thomson, 1999; Fabiano et al., 2002; Anderson and Barkan, 2004; Hamouda, 2004; Ohtani and Kobayashi, 2005; U.S. Department of Transportation, 2005; Planas et al. 2008), до решавања избора траса преко алгоритама за рутирање возила (Zografos and Davis, 1989; Akshay et al., 2000; Leonelli et al., 2000; Fu, 2001; Bonvicini et al., 2002; Zografos and Androusoopoulos, 2004; Bahar and Verter, 2004; Godoy, 2007; Batarlienè, 2008). Методе које су веома једноставне за коришћење, разумљиве и са високим степеном поузданости утврђивања нивоа ризика су развијене од стране (Hwang, 2001; Нøј, 2002; Taylor, 2002; Rao et al., 2004; Bubbico et al., 2004; Huang, 2005; Fabiano et al., 2005; Ghazinoory and Kheirkhah, 2008), а постоје и методе које су прилагођене за подршку приликом доношења одлука и које су намењене просторном планирању (Јовановић, 2000; Raj and Pritchard, 2000; Spadoni et al., 2000; Bottelbergs, 2000; Lin, 2001; Gheorghe et al., 2005).

У последњих десет година посебна пажња се посвећује развијању методологија за утврђивање нивоа ризика транспорта опасних роба у тунелима, и ове методологије су развијене од стране (OECD (PIARC - OECD QRAM), 2001; Saccomanno and Haastrup, 2002; Knoflacher, 2002; Van den Horn et al., 2006; Kohl et al., 2006).

Из претходно наведеног, може се закључити да постоји велики број методологија развијених са циљем избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком, а у оквиру овог поглавља биће приказане само најзначајније методологије од претходно наведених, неопходних за разумевање унапређене методологије која је приказана у наредном поглављу рада, које се односе на избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу нивоа индивидуалног и друштвеног ризика, као и нивоа апсолутног и специфичног ризика.

3.1. ПРИКАЗ МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗБОР ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ НА ОСНОВУ ВЕЛИЧИНЕ ИНДИВИДУАЛНОГ И ДРУШТВЕНОГ РИЗИКА

У оквиру овог поглавља рада дат је приказ методологија за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу величине индивидуалног и друштвеног ризика развијених од стране аутора из Италије. За сваку од методологија посебно, дат је приказ фаза које је неопходно извршити у циљу утврђивања величине ризика, дефинисани параметри и дати модели за њихов прорачун као и предности и недостаци сваке од методологија посебно. Поред ових података, дат је и приказ практичне примене сваке од њих, односно њихово подручје примене у пракси.

3.1.1. ИЗБОР ТРАСА НА ОСНОВУ ВЕЛИЧИНЕ ИНДИВИДУАЛНОГ, ДРУШТВЕНОГ РИЗИКА И МИНИМАЛНИХ ТРОШКОВА

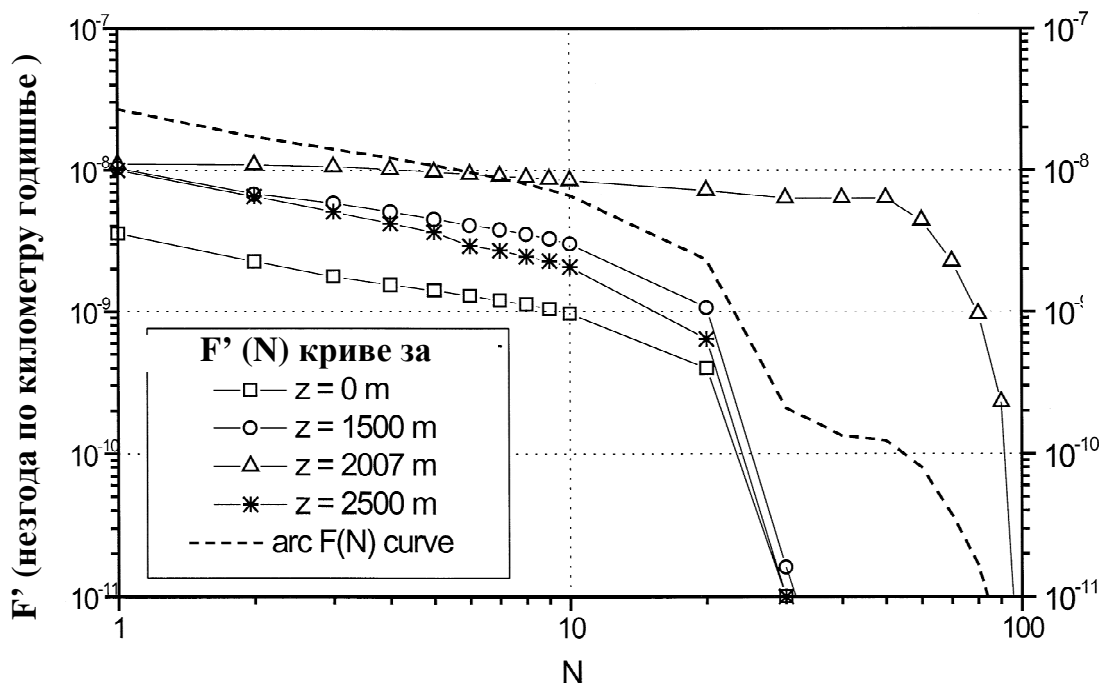
Проблем који је дефинисан у оквиру ове методологије је познатији као „минимални трошковни проблем токова робе“ и развијен је од стране троје италијанских аутора, и то Пјера Леонелија, Саре Бонвинчини и Ђилије Спадони. За дефинисање и избор оптималне траса за кретање возила која транспортују опасну робу неопходно је дефинисати вредности нивоа индивидуалног и друштвеног ризика а процедура за њихово одређивање је детаљно објашњена у даљем тексту рада. За утврђивање ове две врсте ризика коришћени су софтверски програми TransIn (за утврђивање нивоа индивидуалног ризика) и TransSoc (за утврђивање нивоа друштвеног ризика) дефинисани од стране истих аутора. За оптимизацију траса у оквиру ове методологије коришћен је софтверски пакет ORTHPATН који врши избор оптималне траса на основу минималних укупних трошкова и минималне величине индивидуалног и друштвеног ризика између изворне и циљне тачке. За хипотетички случај, дат је пример примене ове методологије за транспорт амонијака друмским транспортним средствима.

3.1.1.1. Дефинисање друштвеног ризика на тачки деонице ($F'(N)$ криве)

У циљу избора траса за транспорт опасне робе, прво што је неопходно урадити јесте дефинисати ниво друштвеног ризика на тачки деонице. Као што је у претходном поглављу рада наведено, вредност друштвеног ризика није иста дуж целе деонице пута, а у циљу његовог што прецизнијег одређивања неопходно је дефинисати вредност друштвеног ризика по дужини деонице, која би за жељену (одабрану) тачку на деоници дефинисала вредност друштвеног ризика. Друштвени ризик за сваку од деоница појединачно на траси којом се транспортују опасне робе се представља помоћу $F(N)$ криве за ту деоницу (где се кумуланта F изражава у броју незгода годишње) и помоћу $F'(N)$ крива (где се кумулатна F' изражава у броју незгода по километру годишње). Интегрисањем $F'(N)$ крива за

све тачке на деоници на целокупној њеној дужини, добија се крива друштвеног ризика за ту деоницу, тзв. $F(N)$ крива (Leonelli et al., 2000).

На слици 3.1. је дат приказ $F'(N)$ крива за индивидуални транспорт (једно возило) амонијака



Слика 3.1. Приказ $F'(N)$ крива (Leonelli et al., 2000)

Након утврђивања вредности јединичне $F(N)$ криве следећи корак који је неопходно извршити јесте утврђивање максималне јединичне $F(N)$ криве за деоницу, односно одступања јединичне од граничне $F(N)$ криве, што је објашњено у наредној тачки рада.

3.1.1.2. Одређивање максималне јединичне $F(N)$ криве за деоницу

За прорачун капацитета деонице неопходно је одредити максималну јединичну $F(N)$ криву за деоницу. Како би се то постигло, тачке на деоници које су представљене са $F'(N)$ кривама морају бити одређене у складу са хипотезом да се оне одређују за индивидуални транспорт. Интегрисањем ових кривих на дужинама од по 1 километар, добијају се јединичне $F(N)$ криве за деоницу.

Уколико бар једна јединична $F(N)$ крива пресеца граничну $F(N)$ криву за деоницу, деоница ће се сматрати веома опасном, и ниво ризика транспорта опасне робе на тој деоници неће бити прихватљив. Из тог разлога деоница се мора искључити из разматрања да буде део траса за кретање возила која транспортују опасну робу, са аспекта дефинисаних критеријума друштвеног ризика (Ministry for Home Affairs, 2004). С друге стране уколико се све јединичне $F(N)$ криве налазе испод граничне

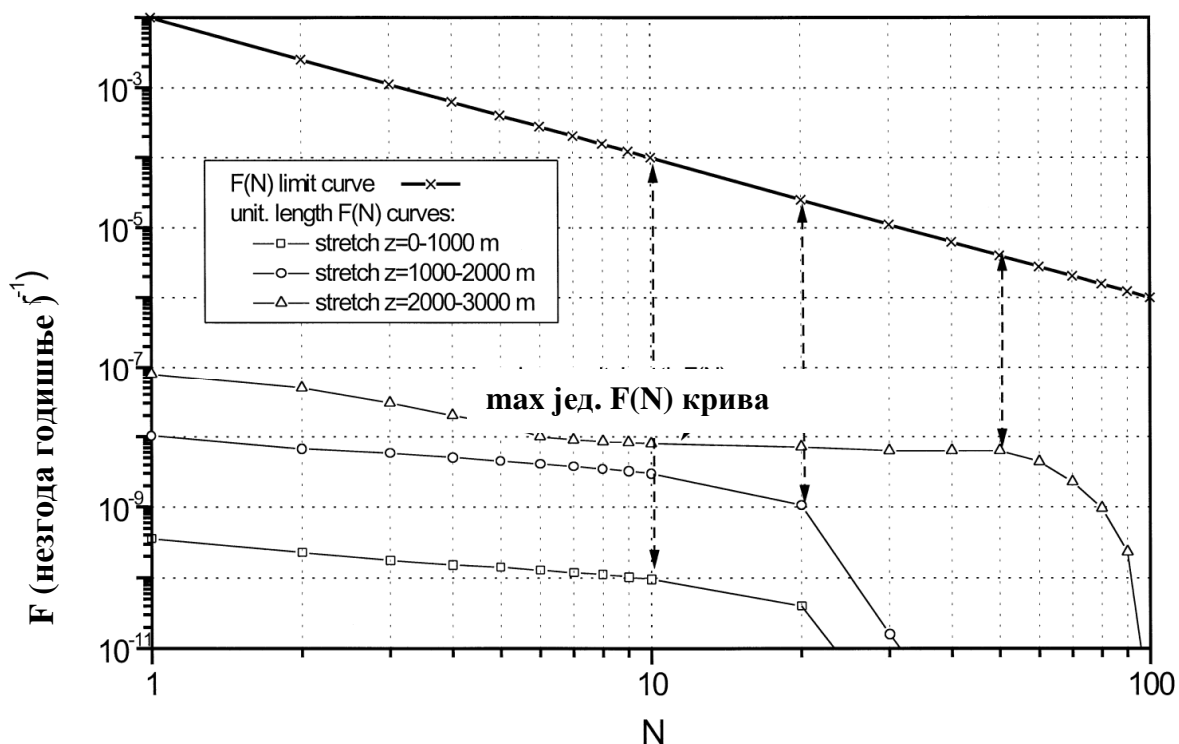
$F(N)$ криве деонице, деоница се може дефинисати као прихватљива, и максимална јединична $F(N)$ крива за деоницу може бити дефинисана за ту деоницу.

Максимална јединична $F(N)$ крива за деоницу је она код које је најмање одступање између граничне и јединичне $F(N)$ криве, што се математички може приказати као:

$$\Delta F_v(i, j) = \min_N \left\{ \frac{F_{gr}(N) - F_{jed}(N)(i, j)_v}{F_{jed}(N)(i, j)_v} \right\}, \text{ где је:}$$

$\Delta F_v(i, j)$ - одступање јединичне од граничне $F(N)$ криве

Како би се показао начин одређивања максималне јединичне $F(N)$ криве за деоницу, најбоље је видети слику 3.2., где је дат приказ граничне $F(N)$ криве као и јединичних $F(N)$ крива за деоницу. Максимална јединична $F(N)$ крива за деоницу је она код које је најмање одступање између граничне и јединичне за дати број настрадалих лица.



Слика 3.2. Начин одређивања максималне јединичне $F(N)$ криве за деоницу (Leonelli et al., 2000)

3.1.1.3. Дефинисање „капацитета деонице“

Дефинисање „капацитета деонице“ за изабрану трасу пута се врши само на оним деоницама које су прихватљиве са аспекта ризика, односно за оне на којима вредности и индивидуалног и друштвеног нивоа ризика не прелазе граничне вредности (погледати тачку 2.2.). Веома је важно нагласити да капацитет деонице

са аспекта величине ризика зависи од броја возила која могу да путују на посматраној деоници а да при томе не дође до повећања ни индивидуалног ни друштвеног нивоа ризика, односно да максималне јединичне $F(N)$ криве не секу граничну $F(N)$ криву. Да би се то испунило, неопходно је дефинисати максималан број возила који деоница може да опслужи а да не дође до повећања нивоа ризика. Да би овај услов био испуњен, у случају друштвеног ризика, неопходно је да:

$$N_{TankMax}^{F(N)}(i, j) = \min_N \left\{ INT \left(\frac{F_{gr}}{F_{max\ jed(i, j)}} \right) \right\}, \text{ где је:}$$

$N_{TankMax}^{F(N)}(i, j)$ - максималан број теретних возила који може да прође дуж деонице пута а да не дође до повећања нивоа друштвеног ризика

Као и у случају друштвеног и код индивидуалног ризика важе иста правила, с тим што се максималан број возила рачуна као:

$$N_{TankMax}^{IR}(i, j) = INT \left(\frac{IR_{gr}}{IR_{max(i, j)}} \right)$$

Капацитет деонице на траси пута за транспорт опасне робе биће сразмеран минималном броју возила између максималног броја возила како за индивидуални тако и за друштвени ризик, односно:

$$ArcCap(i, j) = \min \{ N_{TankMax}^{F(N)}(i, j), N_{TankMax}^{IR}(i, j) \}$$

Након дефинисања максималног броја возила за деоницу, односно капацитета деонице неопходно је утврдити и укупне трошкове, а потом применити ОРТНРАТН процедуру за избор оптималне траса за транспорт опасне робе са аспекта ниво индивидуалног и друштвеног ризика.

3.1.1.4. Дефинисање трошкова на деоници

Када се посматрају трошкови који се везују за деоницу, две групе трошкова узимају учешће у укупним трошковима деонице, и то су:

- трошкови функционисања возила, и
- трошкови везани за ризик.

Трошкови функционисања на деоници се добијају као производ јединичних трошкова функционисања и дужине деонице, док се трошкови који се везују за ризик добијају из производа вредности људског живота и очекиваног броја настрадалих на посматраној деоници.

Укупни трошкови за деоницу представљају збир трошкова функционисања возила и трошкова ризика.

Претходни исказ би могао да се прикаже аналитички помоћу израза:

$TAC(i, j) = TOC \cdot L(i, j) + HLV \cdot E(i, j)$, где су:

$TAC(i, j)$ - укупни трошкови на деоници,

TOC - јединични трошкови функционисања,

$L(i, j)$ - дужина деонице,

HLV - вредност људског живота,

$E(i, j)$ - очекивани број настрадалих на деоници.

Очекивани број настрадалих на деоници трасе пута којим се транспортује опасна роба је једнак суми производа фреквенције и броја настрадалих, односно:

$$E(i, j) = \sum f_{Nk}(i, j) \cdot N_k$$

Јединични трошкови функционисања возила на деоници (TOC) су на основу светских искустава и искустава великог броја аутора око 0,58 евра по километру по возилу, док вредност једног људског живота (HLV) износи 414.402 евра по настрадалом.

3.1.1.5. Примена ОРТНРАТН методологије за одређивање оптималне трасе

Прво је неопходно дефинисати проблем начина одређивања оптималне трасе на основу претходно презентираних модела за прорачун како трошкова тако и максималног броја возила на деоници. Овај проблем је познатији као „минимални трошковни проблем токова робе“, и у овом случају се може дефинисати на следећи начин:

минимизирати $\sum_{(i,j) \in A} Tank(i, j) \cdot TAC(i, j)$, уз ограничење

$0 \leq Tank(i, j) \leq ArcCap(i, j)$ за све деонице, односно за све $(i, j) \in A$

Ограничење ове методологије се огледа у чињеници да је могуће **оптимизовати** токове само **једне врсте опасне робе** на траси.

На основу свега претходно изложеног, методологија за одређивање оптималних траса за кретање возила (токова робе), се састоји из следећих корака:

1. За сваку деоницу на траси дефинисане су $F'(N)$ криве и њиховим интегрисањем дуж делова деонице у дужини од 1 километар добијене су јединичне $F(N)$ криве за деоницу, а касније на основу јединичних добијена је $F(N)$ крива која репрезентује ниво друштвеног ризика на целокупној дужини деонице.
2. За сваку деоницу посебно, израчуната је максимална вредност нивоа индивидуалног ризика под хипотезом да на тој деоници постоји само једно возило које транспортује једну врсту робе.
3. Све деонице код којих бар једна јединична $F(N)$ крива за деоницу сече граничну $F(N)$ криву или она код које је максимална вредност индивидуалног ризика већа од граничне вредности су одстрањене из даље анализе за утврђивање трасе за кретање возила која транспортују опасну робу као неприхватљиве.
4. За сваку прихватљиву деоницу, максимална јединична $F(N)$ крива за деоницу је пронађена. Потом је свака максимална јединична $F(N)$ крива за деоницу поређена са граничном $F(N)$ кривом, са циљем утврђивања максималног капацитета деонице (колико максимално може да пропусти возила) у складу са дефинисаним друштвеним нивоом ризика, а такође и поређењем максималног и граничног индивидуалног ризика утврђен је максимални капацитет деонице и поређењем ове две добијене вредности за капацитет деонице је усвојена мања вредност.
5. Уз помоћ $F(N)$ крива, јединични трошкови функционисања возила, дужина деонице и вредност људског живота као и укупни трошкови на деоници су израчунати за сваку деоницу посебно.
6. Уз помоћ „алгоритма за проналажење најкраћег пута“ који као улазне величине захтева капацитет деонице и трошкове на деоници, одређен је оптималан ток робе на мрежи саобраћајница.

3.1.1.6. Предности и недостаци методологије за избор траса на основу величине индивидуалног, друштвеног ризика и минималних трошкова

Ова методологија је веома добра за решавање проблема избора траса за транспорт опасне робе са аспекта управљања ризиком, али у реалним условима у зависности од врсте истраживања и наравно подручја истраживања, ова метода не укључује све могуће елементе који могу изазвати ризик од настанка инцидентне ситуације.

То се пре свега односи на следеће:

1. Инцидентне ситуације у реалним условима нису ограничене на инцидентне ситуације са настрадалим лицима, већ обухватају и инцидентне ситуације без настрадалих лица које наносе штету становништву, штету имовини, као и штету животној средини. То значи да сви трошкови који се везују за

ризик, поред трошкова инцидентних ситуација са настрадалим лицима, морају бити узети у прорачун приликом одређивања укупних трошкова за деоницу и касније за трасу за транспорт опасне робе. Другим речима, у оквиру ове методологије је заступљен само један елемент који је изложен ризику – становништво, док остали елементи нису узети у разматрање.

2. Примена процедуре оптимизације мора да у реалним условима омогући да оптимални ток робе буде у потпуној сагласности са критеријумима ризика и за индивидуални и за друштвени ризик.
3. У реалним условима једну врсту опасне робе једно возило често транспортује између различитих изворно - циљних места, или пак различите врсте роба је неопходно транспортовати између различитих парова извора и циља, што је још једно од ограничења ове методологије.
4. Веома је редак случај да се на једној траси нађе само једно возило које транспортује једну врсту опасне робе, што представља највеће ограничење у примени презентираних методологија.

Ова методологија има највећу примену приликом брзог доношења одлука, односно када је неопходно у веома кратком временском периоду донети одлуку о избору траса за кретање возила која транспортују опасну робу и када је у оквиру подручја опслуге веома мало учешће возила која транспортују опасну робу у саобраћајном току.

3.1.2. МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗБОР ТРАСА ЗА ДРУМСКИ И ЖЕЛЕЗНИЧКИ ТРАНСПОРТ ПОМОЋУ КРИВА ДРУШТВЕНОГ РИЗИКА

У оквиру ове тачке рада је приказана поједностављена методологија за анализу ризика транспорта опасних роба друмом и железницом, која је заснована на употреби података из велике националне базе података (Италија), узимајући у обзир величине зона утицаја за неколико унапред дефинисаних сценарија инцидентних ситуација, и на избору од неколико просечних вредности изабраних параметара релевантних за врсту транспортне активности (односно за вид превоза и врсту опасне робе) и за категорију пута (саобраћајнице).

3.1.2.1. Приказ корака методологије за избор траса помоћу крива друштвеног ризика

Методологија за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу за друмски и железнички транспорт помоћу крива друштвеног ризика, састоји се из следећих корака:

1. идентификовање броја могућих сценарија инцидентне ситуације;

2. утврђивање учесталости (фреквенције) настанка сваког од претходно дефинисаних сценарија;
3. утврђивање вероватноће за сваки од дефинисаних сценарија, да може да изазове настанак штетних последица (пожар, отровне облаке, ватрене лопте и сл.);
4. утврђивање релевантних утицајних зона за сваку могућу штетну последицу у зависности од временских услова;
5. прорачунавање очекиваног броја настрадалих за популацију која се налази у оквиру зоне утицаја опасне робе.

У принципу, ове кораке је неопходно поновити сваки пут уколико неки од параметара који су уврштени у прорачун промени своју вредност дуж трасе пута.

Аутори овог рада су параметре који се користе приликом анализе ризика поделили на две групе, и то (Bubbico et al., 2004):

- независне параметре од трасе пута, и
- зависне параметре од трасе пута.

Прва група параметара, односно независни параметри од трасе пута, су добили такав назив из једноставног разлога што њихова величина не зависи од изабране трасе, нити од категорије пута, већ зависи од врсте опасне робе и количине робе која се излила у току инцидентне ситуације. У ову групу параметара се убрајају:

- могући сценарио инцидентне ситуације,
- вероватноћа да могући дефинисани сценарио прерасте у инцидентну ситуацију, односно да дође до његове реализације, и
- вероватноћа настанка једне или више од дефинисаних штетних последица као резултат изливања опасне робе из транспортног суда.

У групу параметара који зависе од изабране деонице или трасе пута се убрајају:

- стопа настанка саобраћајних незгода – инцидентних ситуација,
- број становника изложених ризику, и
- временски услови који зависе од времена када се обавља превоз (годишњег доба, временског периода у току дана).

У оквиру анализе ризика, **критичан корак** и корак који захтева највише времена за његово спровођење представља **четврти корак**, који се назива и анализа последица. У оквиру овог корака могуће је утврђивање величине утицајне зоне за сваки од могућих штетних догађаја, прорачунатих за изабране временске услове. Анализа последица представља веома компликован задатак за чију израду је

неопходно ангажовати експертски тим и за чију израду је неопходно направити одговарајући софтвер и утрошити пуно времена. У принципу, треба имати на уму да за изабрану врсту опасне робе, облик транспортног суда и утврђене услове транспорта, број математичких симулација ће бити:

$R \times O \times W$, где је:

R - број сценарија реализације инцидентне ситуације,

O - број могућих штетних догађаја који се јављају као последица иницијације опасности,

W - број различитих временских услова (брзина ветра, температура и стабилност времена).

На основу претходно дефинисаних улаза, истраживање од стране италијанских аутора се може свести на следеће:

1. Ограничен број сценарија инцидентних ситуација и типичних врста временских услова је прелиминарно дефинисан.
2. Вероватноћа настанка сваког од дефинисаних сценарија и њиховог прерастања у могући штетни догађај су одређене за сваку опасну материју, односно за класу роба са сличним особинама.
3. Анализа последица је спроведена у циљу одређивања утицајних зона за сваки од парова **штетан догађај - временски услови**: добијени резултати су уврштени у базу података, која такође садржи информације везане за вероватноће настанка дефинисаног сценарија и релевантних штетних догађаја.
4. На мапи су приказани путеви у зависности од њихове категорије и транзитног карактера, а потом су они подељени на одређен број деоница (сегмената) у зависности од претходно наведена два критеријума.
5. На крају, прорачун ризика је спроведен са циљем утврђивања нивоа ризика за сваку од деоница посебно, заснован на броју путовања за одређену врсту временских услова.

3.1.2.2. Дефинисање параметара који зависе од трасе пута

У већини случајева, сценарио инцидентне ситуације зависи од опасне робе која се транспортује и изабраног вида превоза: два до три сценарија инцидентне ситуације, почев од цурења мале количине опасне робе до тренутног пражњења целокупне количине робе из транспортног суда, могу покрити све ситуације које се могу десити (Center for Chemical Process Safety, 1992). У оквиру разматране студије, аутори сматрају да количине опасне робе које исцуре из транспортног суда у количини до 10 килограма не наносе или наносе занемарљиве последице по

околину, док под два преостала сценарија (са средњим нивоом ризика и са веома великим последицама) се сматра цурење опасне робе у току периода од 30 минута кроз отвор на транспортном суду пречника од 15 милиметара (средњи), и цурење опасне робе кроз отвор пречника 220 милиметара са способношћу да испразни целокупан садржај транспортног суда у року од неколико минута.

Информације које се односе на вероватноћу настанка инцидентне ситуације и на последице тог догађаја, за сваки вид превоза појединачно, могу се добити применом анализе ризика (нпр. применом стабла последица) или анализом база података инцидентних ситуација у претходном периоду: у оба случаја, доступне информације су доста штуре и непоуздане.

Већина аутора (Center for Chemical Process Safety, 1992; Lovett et al., 1997; Bubbico et al., 2004; Zhang and Zhao, 2007; Milazzo et al., 2010; Verma, 2010) сматра да вероватноћа настанка инцидентне ситуације првенствено зависи од карактеристика транспортног суда (да ли је под притиском или није) и од вида превоза (друм, железница, интермодални).

У циљу повезивања величине утицајне зоне са сваким од могућих штетних догађаја појединачно, неопходно је спровести процедуру анализе последица како би утврдили величину термалне радијације, надпритиска или величину поља где је дошло до ослобађања гасова у атмосферу упоређењем са дозвољеним леталним концентрацијама. Процедура обухвата израчунавање расипања опасне робе у животну средину које зависи од временских услова (температуре, влажности ваздуха, смера и брзине ветра и сл.)

Обим посла је могуће смањити уколико се дефинишу одређене варијације временских услова за дефинисано подручје, односно дефинисањем просечне месечне температуре и брзине ветра. У оквиру ове методологије је дефинисано шест различитих временских прилика које представљају комбинацију три температуре (5, 14 и 26°C) и две брзине ветра (3 и 6 метара у секунди).

База података обухвата податке за 29 опасних роба које се најчешће транспортују у Италији, и за сваку опасну робу посебно претходно дефинисане временске прилике се могу веома једноставно опозвати из базе и користити за прорачуне анализе ризика.

3.1.2.3. Дефинисање параметара независних од трасе пута

Ова врста параметара обухвата стопу саобраћајних незгода, временске услове и број становника изложених ризику.

Стопа саобраћајних незгода се изражава у броју саобраћајних незгода насталих у периоду од годину дана на 100 километара, а њихова класификација је извршена на основу категорије пута (саобраћајнице), процентуалној заступљености одређене категорије пута у укупној дужини трасе и броју саобраћајних незгода на 10,000 возила. Стопа саобраћајних незгода у зависности од категорије пута (саобраћајнице) је приказана у табели 3.1.

Табела 3.1. Стопа саобраћајних незгода (Bubbico et al., 2004)

Категорија пута (саобраћајнице)	Стопа саобраћајних незгода (број саоб. незгода / возило·км)
Аутопут	$8,1 \times 10^{-7}$
Магистрални пут (са малим бројем укрштања)	$1,6 \times 10^{-6}$
Магистрални пут (са великим бројем укрштања)	$1,0 \times 10^{-7}$
Градске саобраћајнице	$1,2 \times 10^{-6}$

За железнички саобраћај усвојена је стопа настанка саобраћајних незгода од $3,5 \times 10^{-8}$.

Временски услови се могу проценити на основу метеоролошких података прикупљених од стране најближе метеоролошке станице, узимајући такође у обзир и време (период времена) када се обавља транспорт: ово омогућава да се изврши избор од више од три различите комбинације временских прилика које обухватају три температуре и (5, 14 и 26°C) и две брзине ветра (3 и 6 метара у секунди).

Четири врсте површина земљишта према њиховој намени су дефинисане, од урбаног до ненасељеног, и густина насељености становништва је повезана за сваку од области посебно, и заснована је на степену изграђености објеката и на подацима из пописа становништва. Просечна густина насељености становника за четири дефинисане зоне је приказана у табели 3.2.

Табела 3.2. Густина насељености становништва (Bubbico et al., 2004)

Врста зоне	Густина насељености (број ст./ km ²)
Неприступачни крајеви (појединачне куће)	10
Рурални (сеоски) крајеви (неколико кућа)	200
Приградски (велики број кућа на малој површини)	1.500
Урбани (густо насељена површина)	10.000

На основу података о становништву и стопи саобраћајних незгода дефинисане су деонице за изабране трасе. Дефинисање деоница (сегмената) је теже за друмски у односу на железнички подсистем, где је неопходно прво идентификовати којој категорији пута (саобраћајница) припадају одређене деонице трасе пута, утврдити њихову дужину и припадајући степен изграђености објеката поред њих. Применом четири различите категорије пута и четири класе густине становништва, траса пута може бити подељена у максимално 16 деоница, али у

реалним условима тај број је много мањи (нпр. градске саобраћајнице се не повезују са забаченим ненасељеним подручјима, и сл.)

3.1.2.4. Предности и недостаци методологије за избор траса за друмски и железнички транспорт помоћу крива друштвеног ризика

Претходно презентирана методологија која се заснива на избору траса за друмски и железнички транспорт помоћу крива друштвеног ризика има велики број предности, и то:

1. Могућност избора траса са аспекта величине друштвеног ризика за више видова превоза, односно за друмски и железнички вид превоза;
2. Методологијом су обухваћени сви елементи изложени ризику (становништво, животна средина, објекти);
3. Узима у обзир све карактеристике транспортне понуде и транспортних захтева и њихове неравномерности у току године, месеца, дана што је од изузетне значајности за процес управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације;
4. Постоји могућност избора траса за више врста опасних роба као и за различите врсте опасности;
5. Постоји могућност ублажавања евентуалних последица (mitigating measures), односно смањења нивоа ризика на појединим деоницама где вредности друштвеног ризика прелазе граничне, што представља и највећу предност ове методологије.
6. Једноставан и лако разумљив приказ величине ризика на целокупној траси, као и на свакој од деоница посебно у оквиру разматране трасе.

Ова методологија нема недостатака и данас се највише користи приликом избора траса за транспорт опасних роба како у железничком, тако и у друмском транспорту опасне робе са аспекта управљања ризиком.

3.1.3. МЕТОДОЛОГИЈА ЗА УТВРЂИВАЊЕ НИВОА РИЗИКА И СТРАТЕГИЈА ЗА ДОНОШЕЊЕ ОДЛУКА У ТРАНСПОРТУ ОПАСНЕ РОБЕ

Последња методологија која ће бити приказана у оквиру ове тачке рада, заснива се на утврђивању индивидуалног и друштвеног нивоа ризика у циљу избора траса за транспорт опасне робе развијена је од стране четири италијанска аутора (Fabiano et al., 2002). У оквиру ове тачке рада, дат је приказ истраживања за утврђивање нивоа ризика у транспорту опасних роба на подручју града Ђенове за изабране саобраћајнице, односно аутопутеве. Одлуке у оквиру дефинисане методологије се доносе на основу нивоа индивидуалног и друштвеног ризика.

Истраживањем су обухваћене 3.222 инцидентне ситуације на подручју Италије, у периоду од 1926. до 1997. године, од чега се 54% везује за фиксне изворе (инсталације), 41% за транспорт, док преосталих 5% од укупног броја инцидентних ситуација се везује за друге изворе (Khan and Abbasi, 1999). Истраживањима је утврђено да 80% од укупних количина опасне робе се транспортује друмом, а тенденција је да се до 2010. године ово учешће смањи за 30%.

3.1.3.1. Приказ параметара и модели за њихово израчунавање

У циљу успешног управљања ризиком, по мишљењу италијанских аутора, прво што је неопходно утврдити је стопа настанка инцидентне ситуације.

Фреквенција настанка инцидентне ситуације (стопа) се може дефинисати као:

$$f_i = \gamma_i \cdot L_i \cdot n_i$$

где је:

γ_i - очекивана стопа настанка инцидентне ситуације (незгода по километру по возилу)

L_i - дужина деонице (километара)

n_i - број возила

$$\gamma_i = \gamma_0 \cdot \sum_{j=1}^6 h_j$$

где је:

γ_0 - базна фреквенција

h_j - локални ублажавајући фактори

За одређени сценарио S формула за прорачун стопе настанка инцидентне ситуације би била:

$$f_{i,s} = \gamma_i \cdot L_i \cdot n_i \cdot P_s \cdot P_I$$

где је:

P_s - вероватноћа настанка инцидентне ситуације за сценарио S

P_I - вероватноћа настанка пожара

Број настрадалих лица за сценарио S биће:

$$N_s = N_{s1} + N_{s2}$$

где је:

N_{s1} - број настрадалих лица који се налазе у возилима

N_{s2} - број настрадалих лица који живе и раде у оквиру зоне утицаја опасне робе дуж трасе деонице пута

Број настрадалих лица која се налазе у возилима се може израчунати као:

$$N_{s1} = k \cdot v \cdot A_{L1}$$

где је:

k - просечна попуњеност возила (путника по возилу)

v - густина саобраћајног тока (возила по m^2)

A_{L1} - зона утицаја опасне робе (m^2)

Број настрадалих лица који живе и раде у оквиру зоне утицаја опасне робе дуж трасе деонице пута, се израчунава:

$$N_{s2} = D \cdot A_{L2}$$

где је:

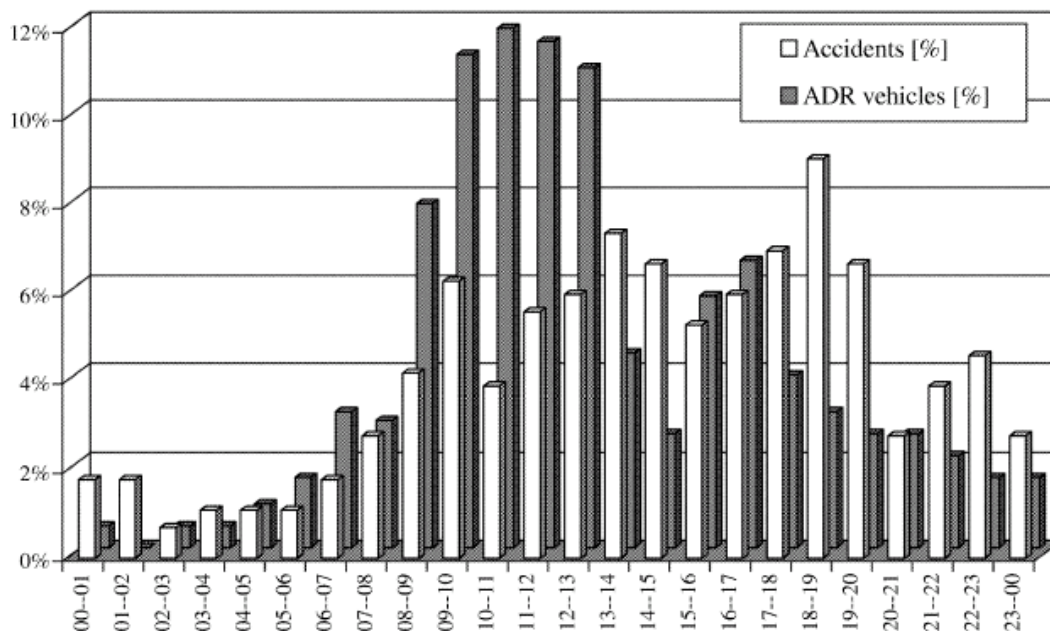
D - густина насељености становништва (становника по km^2)

A_{L2} - зона утицаја опасне робе (km^2)

3.1.3.2. *Анализа броја и узрока настанка саобраћајних незгода*

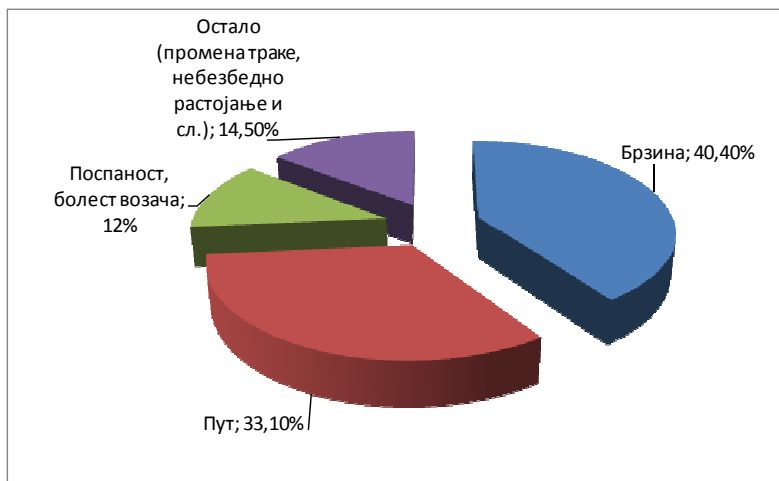
Истраживање је спроведено у циљу добијања података о: врстама инцидентних ситуација, метеоролошким условима (смер и брзина ветра, исл.), битним путним факторима (величина саобраћајног тока, карактеристике саобраћајног тока), расподели инцидентних ситуација према врсти опасне робе, директним и индиректним факторима који су утицали да дође до настанка инцидентне ситуације, мерама које су предузете приликом санације и искуствима која су прикупљена од санирања последица инцидентних ситуација.

За дефинисано подручје (града Ђенове) на слици 3.3. и 3.4. је приказано процентуално учешће возила која транспортују опасну робу у укупном броју саобраћајних незгода и њихова часовна расподела у току дана као и узроци настанка инцидентних ситуација.



Слика 3.3. *Процентуално учешће возила која транспортују опасну робу у укупном броју саобраћајних незгода у току дана (Fabiano et al., 2002)*

Са слике 3.3. се може видети да број незгода није највећи када су највећи транспортни захтеви, односно када је највећи број возила на раду (период од 8 до 14 часова). Занимљиво је да је број незгода највећи у периоду када су транспортни захтеви мањи од 4% од укупних дневних и то у периоду од 17 до 20 часова.



Слика 3.4. Узроци настанка инцидентних ситуација (Fabiano et al., 2002)

Када се посматрају узроци настанка незгоде, може се видети да у 40,4% случајева неприлагођена брзина је била узрок настанка незгоде, 33,1% незгода се везује за пут који користе возила која транспортују опасну робу, 12,0% за психо-физичко стање возача (поспаност, болест и сл.), док 14,5% саобраћајних незгода узрокују други фактори (небезбедно растојање слеђења, промена траке и др.).

Ниво ризика у оквиру методологије је утврђен на основу разлике између појединих фактора који могу утицати на настанак инцидентне ситуације (у односу од карактеристика пута, метеоролошке прилике и сл.) и извршено је рангирање сваког фактора посебно. Тест је коришћен са циљем утврђивања степена значајности разлике између незгода и избора догађаја који су неочекивани и оних који садрже информације великог значаја (важности) са освртом на одређене параметре зависне од саобраћајних незгода.

Висок степен корелације ($P < 0,05$) је дат следећим параметрима:

- h_1, h_2 – геометријске карактеристике пута
- h_3 – број трака за теретна возила
- h_4 – метеоролошки услови
- h_5 – величина саобраћајног тока

Број незгода у тунелима и мостовима је ограничен, са утврђеним фактором (h_6).

У наредним табелама (табеле 3.3. – 3.5.) су дате вредности за претходно дефинисане параметре.

Табела 3.3. Параметри са високим степеном корелације са интерним карактеристикама саобраћајнице

Карактеристика саобраћајнице	h_1	h_2	h_3	h_6
Пут у правцу	1,0	-	-	-
Радијус кривине > 200m	1,3	-	-	-
Радијус кривине < 200m	2,2	-	-	-
Пут без нагиба	-	1,0	-	-
Пут са нагибом < 5%	-	1,1	-	-
Успон (нагиб > 5%)	-	1,2	-	-
Пад (нагиб < 5%)	-	1,3	-	-
Пут са падом велике дужине (нагиб > 5%)	-	1,5	-	-
Две траке по смеру	-	-	1,8	-
Две траке и трака за хитне интервенције по смеру	-	-	1,2	-
Три траке и трака за хитне интервенције по смеру	-	-	0,8	-
Тунел	-	-	-	0,8
Мост	-	-	-	1,2

Табела 3.4. Параметар са високим степеном корелације са метеоролошким условима

Метеоролошки услови	h_4
Лепо време	1,0
Киша/магла	1,5
Снег/лед	2,5

Табела 3.5. Параметар са високим степеном корелације са величином саобраћајног тока (за аутопут А7)

Величина саобраћајног тока	h_5
Мали интензитет (<500 воз/час)	0,8
Средњи (<1250 воз/час и <125 комерцијалних воз/час)	1,0
Велики (>1250 воз/час)	1,4
Веома велики (>1250 воз/час и >250 комерцијалних воз/час)	2,4

3.1.3.3. Резултати истраживања и коментари

Студија која се односи на густину, односно број становника који могу бити изложени дејству опасне робе, мора садржати податке о густини становника у околини трасе пута и који се налазе у транспортним средствима.

Просечна густина становника који се налазе у транспортним средствима се може добити на основу података о величини саобраћајних токова (ПГДС), просечне брзине, геометријских карактеристика пута, броју саобраћајних трака. Ови подаци се раде за сваку деоницу пута посебно.

За дефинисано подручје опслуге, односно деонице аутопутева дефинисане су претходно две наведене густине становника и приказане су у табели 3.6.

Табела 3.6. Густина становника на путу и околини трасе пута

Деоница аутопута	Густина на путу (возила / m ²)	Густина становиштва (становника / m ²)
Genoa Ovest–All. A-7/A-10	2,52 x 10 ⁻³	2.729
All. A-7/A-10–All. A-7/A-12	2,85 x 10 ⁻³	1.360
All. A-7/A-12–Bolzaneto	2,57 x 10 ⁻³	2.729
Bolzaneto–Busalla	1,40 x 10 ⁻³	766
Busalla–Ronco Scrivia	1,21 x 10 ⁻³	290
Ronco S.–Isola del Cantone	1,09 x 10 ⁻³	119
I. del Cantone–Piemonte	1,07 x 10 ⁻³	36

У циљу што прецизнијег дефинисања густине становника који се налазе у транспортним средствима, за меродавну дужину теретних возила је узето да она заузимају 20 метара дужине једне траке пута, док за путничке аутомобиле та дужина износи 4 метра.

Како би се утврдила стопа настанка инцидентних ситуација за различите сценарије, дефинисано је пет могућих сценарија, и то:

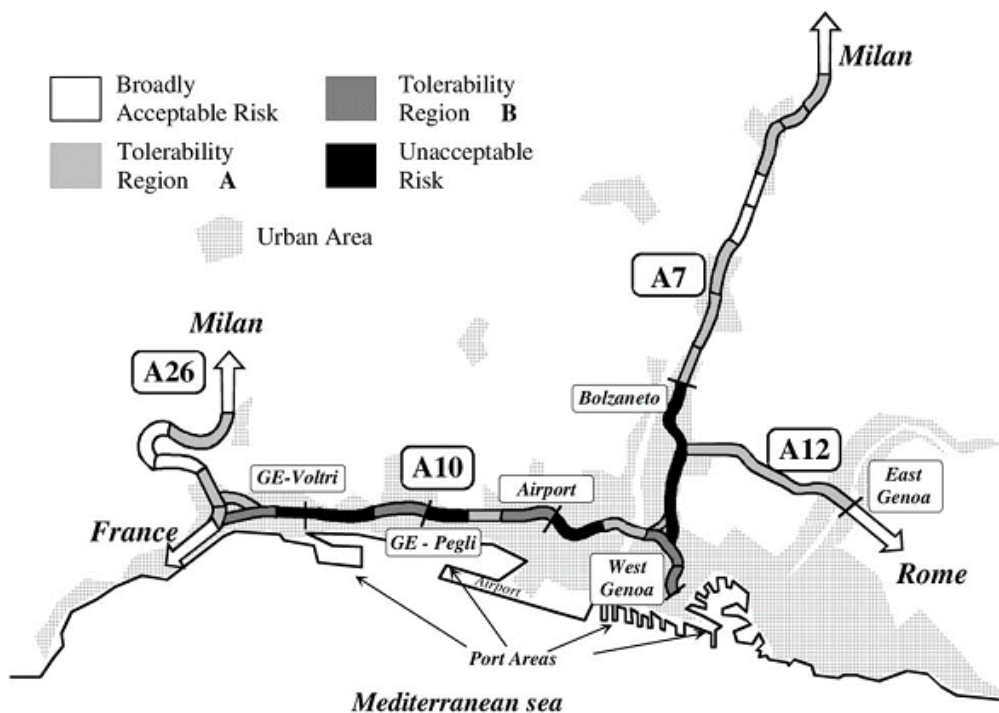
- испарење опасне робе (облак који у додиру са ватром узрокује пожар),
- пожар,
- BLEVE,
- експлозија облака паре без могуће контроле, и
- појава изненадног пожара.

Одлука о висини ризика, односно о томе да ли је ризик прихватљив или не, доноси се на основу критеријума који су презентирани у табели 3.7.

Табела 3.7. Критеријуми за дефинисање прихватљивог нивоа ризика

Процена нивоа ризика	Критеријум
Прихватљив ниво ризика	$P < (10^{-5} / N^2)$
Толерантно подручје А	$(10^{-5} / N^2) < P < (10^{-4} / N^2)$
Толерантно подручје Б	$(10^{-4} / N^2) < P < (10^{-3} / N^2)$
Неприхватљив ниво ризика	$P > (10^{-3} / N^2)$

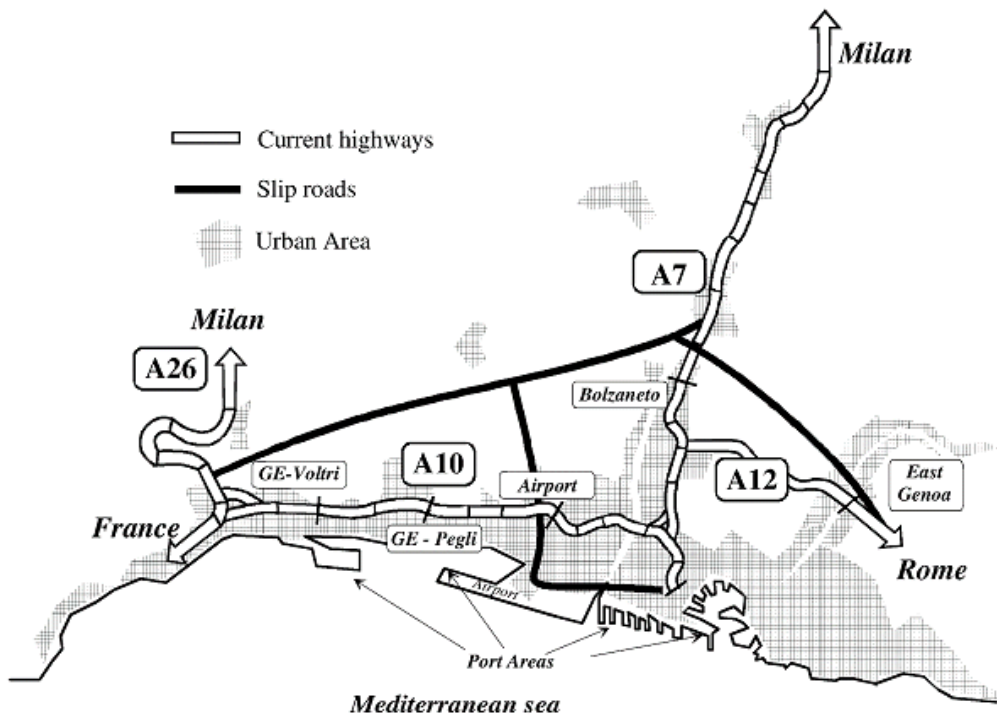
На основу критеријума презентираних у табели за дефинисано подручје опслуге, дефинисан је ниво ризика за сваку деоницу посебно на мрежи аутопутева, што је приказано на слици 3.5., док је решење приказано на слици 3.6.



Слика 3.5. Приказ нивоа ризика по деоницама на мрежи аутопутева (Fabiano et al., 2002)

Као што се са слике 3.5. може видети, на основу претходно дефинисаних критеријума за одређивање величине ризика, за дефинисано подручје опслуге утврђено је да је на четири деонице забележена вредност ризика која је виша од

прихватљивог нивоа. Како би се овај проблем решио неопходно је дефинисати алтернативне деонице које би омогућиле несметано обављање транспорта опасне робе на овом подручју опслуге, које су прихватљиве са аспекта дозвољеног нивоа ризика, што је приказано на слици 3.6.



Слика 3.6. *Решење за транспорт опасне робе*

Методологија развијена од стране италијанских аутора не представља само корисно средство за дефинисање нивоа ризика у транспорту опасне робе, већ и средство за дефинисање стратегија за смањење нивоа ризика (нпр. расподелу и ограничење транспорта опасних роба у времену и простору, унапређење деоница трасе пута, избор алтернативних траса) и управљање ризиком у кризним ситуацијама.

3.1.3.4. *Предности и недостаци методологије за утврђивање нивоа ризика и стратегија за доношење одлука у транспорту опасне робе*

Основне предности приликом избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу помоћу претходно дефинисане методологије, представља:

1. Детаљна анализа броја и узрока настајања саобраћајних незгода – инцидентних ситуација као и њихова процентуална заступљеност по часовима у току дана, што је веома значајно са аспекта управљања ризиком односно утврђивања величине вероватноће настанка инцидентне ситуације;

2. Детаљно разрађени и дефинисани критеријуми и њихови тежински фактори који се односе на карактеристике пута и критичне деонице (мостове и тунеле);
3. Могућност ублажавања последица, односно избор алтернативних деоница за транспорт опасне робе са нижим нивоом ризика од његове граничне вредности;
4. Узима у обзир све потенцијалне ефекте који се могу догодити приликом истицања робе из товарног простора;

Међутим, ова методологија има и својих недостатака, јер не узима у обзир све елементе изложене ризику (узима у разматрање само становништво као елемент изложен ризику), те стога је величина последица знатно мања него када би се посматрали сви елементи изложени ризику.

3.2. ПРИКАЗ МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗБОР ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ НА ОСНОВУ СПЕЦИФИЧНОГ И АПСОЛУТНОГ РИЗИКА

У оквиру овог поглавља рада дат је приказ две врсте методологија које имају за циљ избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу минималне величине ризика, односно величине ризика ниже од дефинисане граничне вредности. За методологије које се заснивају на дефинисању траса на бази специфичног ризика, дат је приказ методологије развијене од стране Америчког Института за путеве која применом метода без заустављања возила врши избор трасе на основу упоређења нивоа ризика између две или више алтернатива.

За методологије које се заснивају на избору траса на основу величине апсолутног ризика, у овом поглављу рада дат је приказ методологије развијене од стране Института за геолошка истраживања из Холандије, која се састоји у утврђивању нивоа ризика кроз четири дефинисане фазе, које су међусобно повезане и заснивају се на минимизирању дефинисаних параметара у циљу избора траса за транспорт опасних роба.

За методологије приказане у овом поглављу дат је приказ фаза (корака) из којих се састоје, дефинисани су параметри и дати модели за њихов прорачун помоћу којих се утврђује величина ризика, подручје примене презентираних методологија, као и њихове предности и недостаци.

3.2.1. МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗБОР ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ НА ОСНОВУ СПЕЦИФИЧНОГ РИЗИКА

Методологија која се заснива на избору траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу специфичног ризика, развијена од стране Америчког Института за путеве, се састоји из осам корака. Сви кораци у оквиру дефинисане методологије су међусобно зависни, тако да је једино могуће извршити избор траса за транспорт опасне робе спровођењем свих осам корака. Критични кораци у оквиру дефинисане методологије су дефинисање параметара за спровођење основне анализе и дефинисање метода за избор траса без заустављања, тако да ће у оквиру ове тачке рада посебна пажња бити посвећена спровођењу ова два корака. Уколико се између алтернатива не може донети одлука о избору траса на основу спроведене основне анализе, приступа се спровођењу додатних анализа, а параметри и модели за њихово одређивање који су неопходни за спровођење ове врсте анализе су приказани у оквиру ове тачке рада.

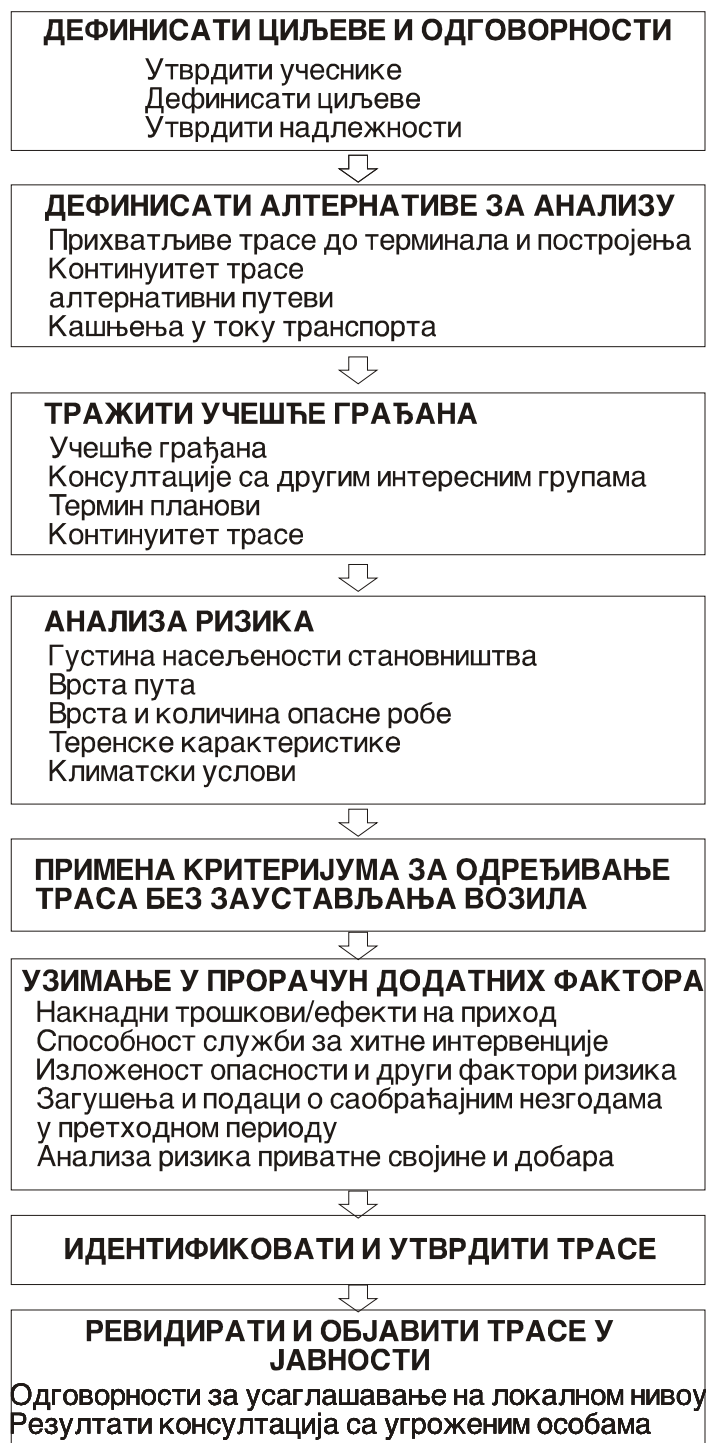
3.2.1.1. Приказ методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу специфичног ризика

Процес избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу је конципиран да открије и одреди (оцени) путне и карактеристике друштвене заједнице које чине да једна траса, односно пут, има предност у односу на други са гледишта унапређења укупног нивоа безбедности друштва који се везује за транспорт опасне робе (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996). Редослед задатака и одлука у оквиру методологије допушта планеру да у раним фазама процеса изврши елиминацију алтернативних путева који су очигледно неприхватљиви.

Анализа почиње **јасним утврђивањем** (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996):

1. улоге (улога) агенције(а) које учествују у процесу,
2. интересних група, и
3. циљева државе за управљањем испорукама опасних роба које имају извор, или имају циљ, или транзитирају кроз друштвену заједницу (односно дефинисано подручје опслуге).

Методологија за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу специфичног ризика се састоји из осам корака, а њен приказ је дат на слици 3.7.



Слика 3.7. Приказ методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу специфичног ризика (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996)

Како би се успешно спровела целокупна методологија, неопходно је прво дефинисати нивое одлучивања. Стандарди који се морају применити приликом избора и примене траса су засновани на **четири нивоа** одлучивања.

Први ниво одлучивања обухвата путне карактеристике, физичка и ограничења у законској регулативи које имају утицај на коначан резултат приликом избора траса за транспорт опасне робе. Ова ограничења се генерално примењују на сва моторна возила укључујући и ограничења у ширини возила као и дозвољеном осовинском оптерећењу.

Други ниво одлучивања је заснован на специфичном ризику по безбедност становништва од транспорта опасне робе на сваком алтернативном путу. Ризик је дефинисан као мера вероватноће настанка специфичних последица или губитака који се везују за пропусте или деловање спољних догађаја.

Ризик је изведен показатељ који се добија множењем вероватноће да ће возило учествовати у саобраћајној незгоди на путу која резултира инцидентном ситуацијом на том путу и броја становника који су потенцијално изложени дејству опасне робе на путу и у утицајној зони дуж пута. Специфичан ризик се може одредити у случајевима када се два или више алтернативна пута упоређују са постојећом трасом на којој се транспортује опасна роба.

Када се измери односно квантификује ризик на алтернативним путевима, критеријум одређивања траса за кретање возила без њиховог заустављања од извора до циља може бити примењен као **трећи ниво** у доношењу одлука за елиминисање додатних алтернативних путева из анализе.

Сагледавање других фактора који представљају приоритет за друштвену заједницу и утврђивање њихових вредности (које обично није лако квантификовати) представљају **четврти ниво** одлучивања.

3.2.1.2. Дефинисање циљева и одговорности

Дефинисање циљева и одговорности представља први корак који је неопходно спровести у оквиру методологије и обухвата дефинисање учесника, циљева и надлежности.

Одлука о томе на које све друштвене групе опасна роба може имати утицај огледа се у великом спектру различитих група укључујући: возаче и путнике у возилима, шпедитере, запослене у службама за хитно реаговање (ватрогасце, полицију, цивилну одбрану), државну/градску власт, локално становништво и индустријске погоне који се опслужују опасном робом помоћу друмских возила (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996). Први корак у оквиру овог процеса је да власт (Агенција) утврди могуће алтернативне путеве за транспорт опасне робе и сачини листу потенцијалних друштвених група, односно интересних група када је у питању транспорт опасне робе. Улаз може бити

укључивање претходно наведених интересних група у тимове за одређивање траса.

Циљеви који је неопходно испунити обухватају одлуке да:

- Тунели и мостови великих дужина могу бити забрањени за транспорт опасних роба.
- Усмеравање токова опасних роба на обилазне правце резултира да се опасна роба транспортује око слабо насељених а не кроз густо насељена подручја.
- Изворна и/или циљна места приликом транспорта опасне робе приликом избора траса су иста и везују се за места као што су луке, терминали, хемијска и индустријска постројења.
- Избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу без заустављања од извора до циља омогућује да пошиљке опасне робе транзитирају кроз градске области, државу или поједине регионе.
- Остале одлуке приликом избора трасе се мање користе и развијене су за посебне односно јединствене ситуације.

Када је реч о надлежностима, неколицина агенција и група имају одговорности приликом управљања процесом транспорта опасне робе како на државном тако и на локалном нивоу.

Под горе наведеним агенцијама и групама (удружењима) се подразумева Министарство унутрашњих послова, Министарство за саобраћај, локалне власти, ватрогасне службе и полицијска управа на нивоу града као и управе које су задужене за одржавање мостова, тунела и све ове интересне групе могу имати утицаја приликом избора траса за транспорт опасне робе.

3.2.1.3. Параметри који се користе за избор трасе за транспорт опасне робе

Параметри који су коришћени за избор трасе за транспорт опасне робе обухватају две групе параметара, и то:

- параметри који се користе у основној анализи, и
- параметри који се користе у додатним анализама.

Параметри који се користе у основној анализи за избор траса за транспорт опасних роба су:

- густина насељености становништва,
- врста (категорија) пута,

- врста и количина опасне робе,
- теренске карактеристике,
- континуитет трасе,
- алтернативни путеви, и
- подаци о инцидентним ситуацијама у претходном периоду.

Као параметри који се користе у додатним анализама за избор траса за транспорт опасне робе који су од интереса за друштвену заједницу су:

- изложеност опасности и други фактори ризика (специјалне групе становника, осетљиве области животне средине),
- способност служби за хитне интервенције,
- накнадни трошкови,
- загушења / кашњења у транспорту, и
- анализа ризика приватне својине и добара.

У даљем тексту рада биће дат приказ претходно наведених параметара, модели за њихов прорачун и методе за њихово утврђивање.

3.2.1.4. Метод за утврђивање нивоа ризика

Као што је напоменуто **ризик** представља производ вероватноће настанка незгоде са учешћем возила које транспортује опасну робу и броја становника који су потенцијално изложени дејству опасне робе услед настанка незгоде, односно:

Ризик = Вероватноћа x Последице

где **вероватноћа** представља стопу саобраћајних незгода са учешћем камиона који транспортују опасну робу у јединицама број незгода по возило километру; а **последнице** представљају степен (меру) становништва потенцијално изложених незгоди са учешћем возила које транспортује опасну робу дуж дела или целе дужине трасе пута предвиђеног за транспорт опасне робе.

Примарни критеријум приликом избора трасе за кретање возила која транспортују опасну робу јесте тај да изабрана траса знатно смањи ниво ризика. Ово можда није неопходно када се ради о аутопутевима уз чију трасу има мали број становника или код путева који имају најмању стопу саобраћајних незгода. Пут, односно траса пута, са великом густином становништва које живе и раде у оквиру утицајне зоне опасне робе може имати мали специфичан ризик уколико је стопа саобраћајних незгода на том путу веома ниска и обрнуто.

Вероватноћа настанка саобраћајне незгоде

Како би утврдили вероватноћу настанка саобраћајне незгоде са учешћем возила која транспортују опасну робу, подаци о саобраћајним незгодама и подаци о саобраћајним токовима (величина, структура) морају бити прикупљени за све путеве као и делове пута који су обухваћени анализом. Веома важна чињеница је да сви прикупљени подаци морају бити конзистентни.

Последице од саобраћајних незгода

Последице од саобраћајних незгода са опасном робом се исказују кроз становништво које се налази у утицајној зони опасне робе (становништво које би потенцијално било изложено дејству опасне робе услед настанка саобраћајне незгоде).

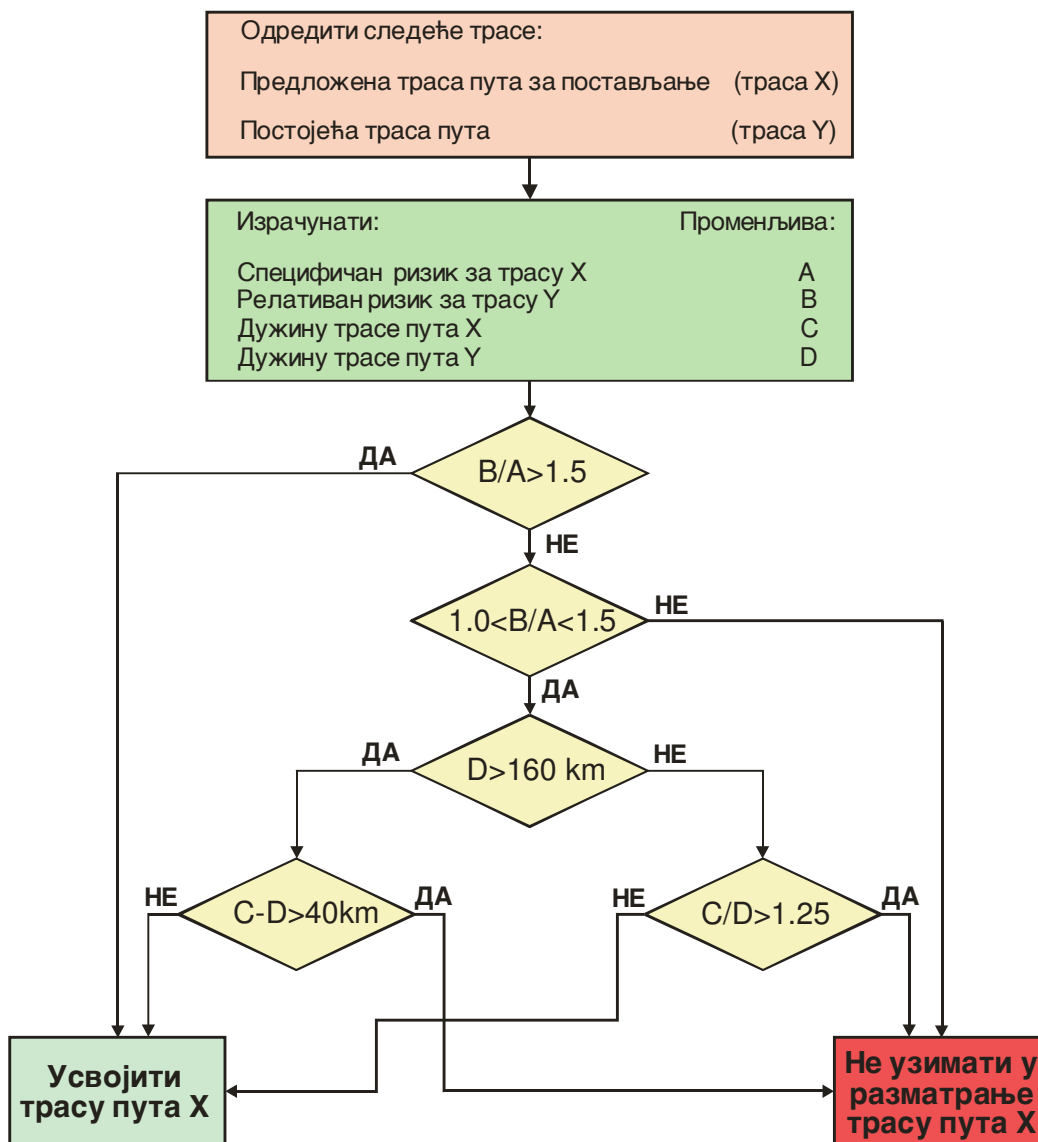
Прорачун ризика

Потенцијалне последице и вероватноћа настанка саобраћајне незгоде за сваку деоницу пута се множе како би се израчунао ризик за ту деоницу. Сабирањем свих вредности ризика за сваку деоницу посебно добија се вредност специфичног ризика за трасу пута која је предвиђена за транспорт опасне робе.

3.2.1.5. Примена критеријума за избор траса без заустављања возила

Један од критеријума које треба размотрити јесте критеријум за одређивање траса без заустављања возила, који омогућава континуално кретање возила која транспортују опасне робе дуж дефинисане трасе, без ометања или непотребних кашњења. Примарни циљ приликом избора траса за опасну робу јесте повећање нивоа безбедности становништва али да то не доведе до прекомерног повећања трошкова.

На слици 3.8. је приказан начин избора трасе помоћу овог критеријума.



Слика 3.8. Критеријум за одређивање траса без заустављања возила (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996)

Као што се са слике 3.8. може закључити, ниједна нова траса пута за транспорт опасне робе са вишим нивоом ризика од постојеће трасе се не може усвојити. Уколико је специфичан ризик за предложену трасу пута нижи за 50% од постојеће онда се одмах усваја нова траса као траса за транспорт опасне робе. Уколико то није случај онда се разматра разлика у дужини деонице постојеће и нове трасе и уколико је нова траса краћа за 40 километара или је за 25% траса новог пута краћа од постојеће онда се такође за трасу за транспорт опасне робе усваја предложена траса пута. Уколико претходно наведено није случај онда се као траса проглашава постојећа траса пута.

3.2.1.6. Начин вршења избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу

Након завршене анализе, следећи корак у процесу представља упоређивање алтернатива (траса за опасне робе које су обухваћене анализом) према њиховим дужинама, временима путовања, потенцијалном нивоу ризика по становништво и било којих других фактора из анализе.

Поступак за избор трасе се састоји из следећих корака (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996):

1. елиминисати трасе које имају било каква физичка ограничења;
2. узети у обзир правне и политичке последице због промена правних оквира и искључити трасе које се не уклапају у постојеће оквире;
3. изабрати трасу (трасе) за транспорт опасних роба са значајно мањим специфичним ризиком који је одређен помоћу критеријума за одређивање траса без заустављања возила;
4. узети у разматрање и применити факторе у складу са постојећим моделима за одређивање траса уколико није могуће направити разлику према нивоу ризика.

Након спровођења свих претходно наведених корака врши се избор трасе за кретање возила између свих разматраних алтернатива. Упоредом нивоа ризика између алтернатива усваја се као траса за транспорт опасне робе која има најнижи ниво ризика. Уколико две алтернативе имају исти или сличан ниво ризика, онда је неопходно спровести и додатне анализе (осетљиве површине, анализа ризика својине и сл.) како би се утврдило која траса је подобнија за извршење транспорта опасних роба.

3.2.2. МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗБОР ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ НА ОСНОВУ АПСОЛУТНОГ РИЗИКА

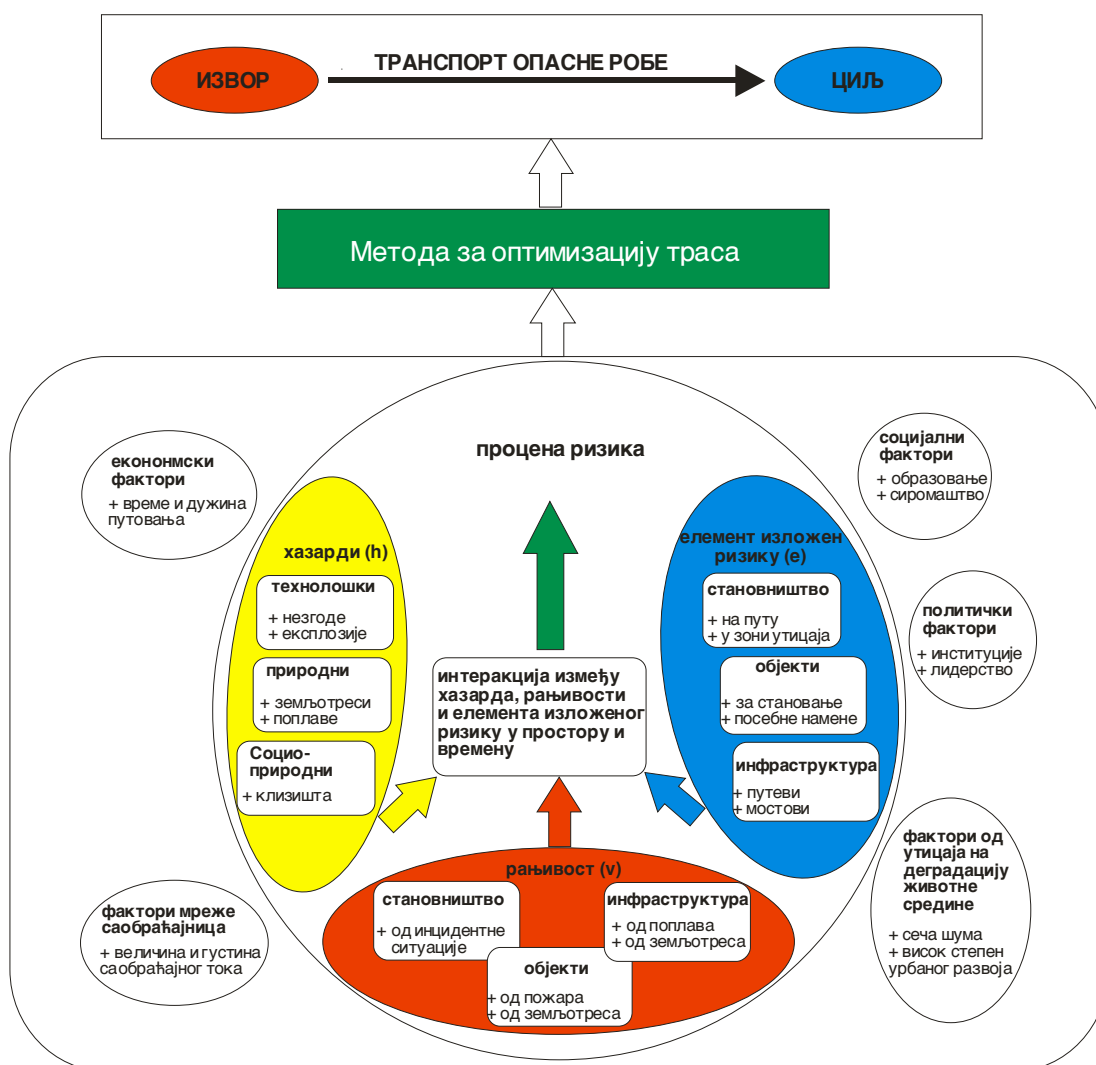
Један од најважнијих аспеката методологије за оптимизацију траса за кретање возила која транспортују опасну робу је висок ниво флексибилности довољан да је могуће извршити одређене промене у оквиру методологије и/или допунити га одређеним циљевима дефинисаних од стране разних интересних група (органа локалне самоуправе, транспортних предузећа, и сл.). Методологија која је дефинисана од стране Института за геолошка истраживања из Холандије (Castillo, 2004) заснива се на дефинисању оптималне трасе за кретање возила која транспортују опасну робу за сваку фазу посебно, на основу циљева и сценарија дефинисаних у оквиру те фазе и претходно завршених фаза.

За сваку од фаза појединачно су дефинисани посебни математички модели на основу којих су извршене оптимизације. Ограничења која су дефинисана у оквиру методологије важе и примењују се за све фазе.

3.2.2.1. Приказ методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу апсолутног ризика

Методологија која се заснива на избору траса на основу апсолутног ризика се састоји из четири фазе.

Приказ методологије дат је на слици 3.9.



Слика 3.9. Приказ методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу апсолутног ризика (Castillo, 2004)

Прва, од четири фазе дефинисане у оквиру методологије, заснива се на решавању типичног проблема утврђивања траса заснованог само на економским факторима.

У оквиру друге фазе, инцидентна ситуација и становништво су узети у разматрање као хазард настао од стране човека (технолошки хазард) и истовремено као елемент изложен ризику. У трећој фази, пожар настао као последица настанка инцидентне ситуације (технолошки хазард) и објекти (рањивост у корелацији са настанком пожара) се узимају као релевантни параметри. Природна врста хазарда и рањивост објеката у корелацији са природном врстом хазарда су узети у разматрање у оквиру четврте, односно завршне фазе. Главни циљ четврте фазе јесте увођење врсте хазарда која није у директној зависности са транспортом опасних роба, али који може бити од утицаја приликом утврђивања оптималних траса за кретање возила која транспортују опасну робу.

Са слике 3.9. се може видети да се процес процене ризика врши на основу интеракције између рањивости, хазарда и елемента изложеног ризику. За сваки елемент ризика дефинисани су параметри, као и додатни фактори који могу утицати на процес процене ризика.

Приказ фаза у оквиру дефинисане методологије на основу којих се врши избор траса је дат у наредним тачкама рада.

3.2.2.2. Фаза А – Утврђивање оптималних траса применом класичног поступка оптимизације

Фаза А се заснива на минимизирању времена путовања и растојања између почетне и циљне тачке (одредишта). Циљне функције коришћене у оквиру ове фазе се заснивају на минимизирању оперативних трошкова и максимизирању профита транспортних компанија које транспортују опасну робу од изворне до циљне тачке. У циљу смањења трошкова, приватне или јавне транспортне компаније најчешће користе најкраће расположиве дужине деоница од извора до циља. Најкраће трасе могу бити идентификоване као трасе са најкраћим растојањима између извора и циља и/или временом путовања (Zografos and Davis, 1989; Leonelli et al., 2000; Fabiano et al., 2002). Укупна дужина путовања представља суму дужина сваке деонице појединачно у оквиру трасе. Време путовања се може израчунати као количник дужине сваке деонице и брзине остварене на тој деоници. У оквиру времена путовања временски губици морају да се уврсте. Сврха коришћења временских губитака је да се прикаже средње време чекања на раскрсницама на посматраној траси пута. Укупно време путовања за посматрану деоницу (грану мреже) биће сума простог времена путовања и временских губитака везаних за његову крајњу тачку, односно чвор.

Математички модел који се користи у оквиру фазе А је:

$$\text{минимизирати } \left\{ \begin{array}{l} \text{дужину _ путовања} \\ \text{време _ путовања} \end{array} \right\}$$

$$l_{put} = \sum_{грана} l_d \cdot bin_cod$$

$$t_{put} = \sum_{грана} [(l_d \cdot \overline{v_d}) + t_{gubd}] \cdot bin_cod$$

где је:

l_{put} - укупна дужина путовања на траси

t_{put} - укупно време путовања на траси

l_d - дужина деонице (гране)

$\overline{v_d}$ - средња брзина на деоници

t_{gubd} - временски губици на деоници

bin_cod - бинарни код (0 - деоница (грана) не припада траси (мрежи) или 1 - припада)

3.2.2.3. Фаза Б - инцидентна ситуација као хазард и становништво као елемент изложен ризику

Фаза Б се заснива на минимизирању нивоа ризика по становништво, са додатком две циљне функције дефинисане у оквиру фазе А. Како би утврдили величину ризика по становништво у зависности од настанка инцидентне ситуације са опасном робом, аутори ове методе су користили научна сазнања од (Zografos and Androutsopoulos, 2004). Ризик по становништво је дефинисан као производ вероватноће настанка инцидентне ситуације и броја становника који ће бити изложен дејству опасне робе. Вероватноћа настанка инцидентне ситуације је пропорционална стопи настанка инцидентне ситуације дуж транспортне мреже и вероватноћи да ће возило које транспортује опасну робу учествовати у инцидентној ситуацији (саобраћајној незгоди).

$$P(IS)_{грани} = \eta_{грани} \cdot P(V),$$

где је:

$P(IS)_{грани}$ - вероватноћа настанка инцидентне ситуације на деоници (грану)

$\eta_{грани}$ - стопа настанка инцидентне ситуације на деоници (грану)

$P(V)$ - вероватноћа да ће возило учествовати у инцидентној ситуацији

Укупан број становника који је изложен дејству опасне робе представља суму становника који се налазе у транспортним средствима и становника који живе и раде у околини пута, односно у зони утицаја опасне робе. Број становника који се налазе у транспортним средствима се рачуна као производ броја јединица (аутомобила, аутобуса, камиона) и њихове просечне попуњености.

Модел за прорачун укупног броја становника који је изложен дејству опасне робе се може математички изразити као:

$$n_{\text{становника изложених дејству опасне робе на деоници}} = n_{\text{укупно становника на деоници}}$$

$$\text{уколико је } n_{\text{укупно становника на деоници}} = n_{\text{становника на путу}} + n_{\text{становника у околини пута}}$$

онда прва једнакост има следећи облик:

$$n_{\text{становника изложених дејству опасне робе на деоници}} = \left(n_{\text{возила}} \cdot n_{\frac{\text{особа}}{\text{возило}} \text{ на деоници}} \right) + (\text{становника}(\lambda))_{\text{на деоници}}$$

где је:

$n_{\text{возила}}$ - просечан број возила на деоници трасе

$n_{\frac{\text{особа}}{\text{возило}}}$ - просечна попуњеност возила на деоници трасе

$\text{становника}(\lambda)$ - број становника у овиму зоне утицаја опасне робе

Величина ризика дуж целокупне трасе пута биће једнака суми величина ризика дуж сваке деонице пута појединачно. Овако прорачунат ниво ризика ће дати приказ очекиваног броја повређених или погинулих особа у случају да дође до настанка инцидентне ситуације. Прорачун ове циљне функције би требало да резултира у избору трасе са најнижим нивоом ризика по становништво.

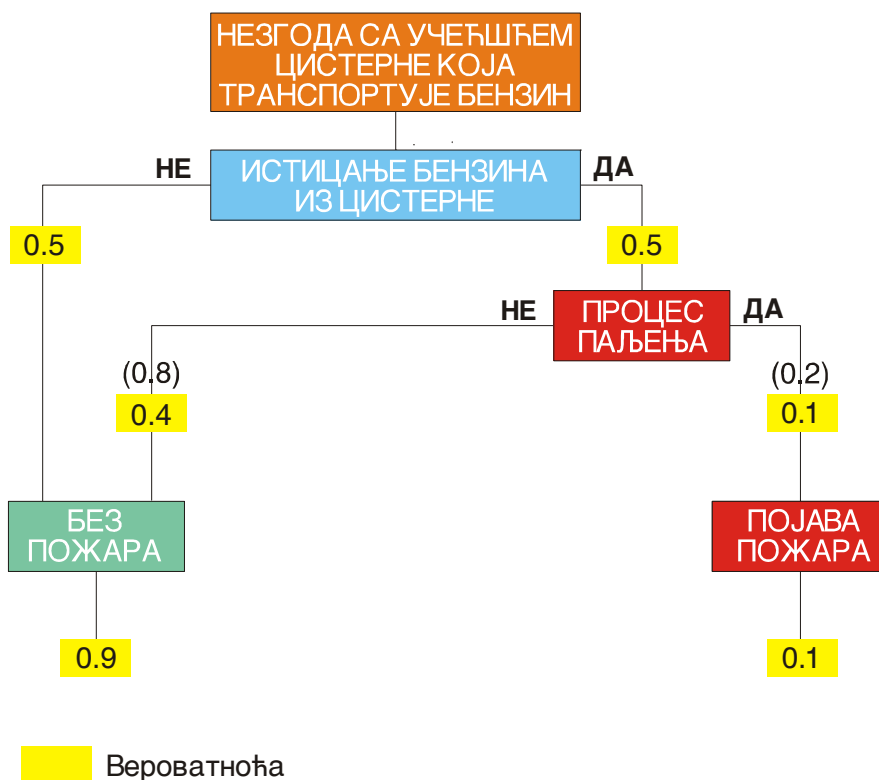
Математичка једначина која се користи у оквиру фазе Б би била:

$$\text{минимизирати } \left\{ \begin{array}{l} \text{дужину путовања} \\ \text{време путовања} \\ \text{ризик по становништво} \end{array} \right\}$$

$$\text{ризик_по_становништво}_{\text{на_траси}} = \sum_{\text{грانا}} (\eta_{\text{грани}} \cdot P(V) \cdot n_{\text{ста_изл_дејству_оп_робе_на_деоници}}) \cdot \text{bin_cod}$$

3.2.2.4. Фаза Ц - пожар као хазард и објекти као елемент изложен ризику

У оквиру треће фазе (фазе Ц) посебан акценат је стављен на минимизирању специфичног ризика по урбане објекте (објекте за становање, за посебне намене) у случају настанка инцидентне ситуације. У овом случају ризик је сачињен интеракцијом вероватноће настанка пожара као хазарда и рањивости објеката. Вероватноћа настанка пожара у оквиру инцидентне ситуације може се израчунати као производ иницијације или вероватноће настанка ватре (слика 3.10.) и вероватноће настанка инцидентне ситуације. У циљу утврђивања рањивости објеката у случају настанка пожара, неопходно је дефинисати врсту грађевинског материјала од којих је изграђен највећи број зграда за сваку деоницу посебно, за који ће се узети степен рањивости.



Слика 3.10. Стабло догађаја

За подручја на којима највећу заступљеност има армирани бетон као елемент од кога су изграђени објекти, имаће мали степен рањивости, док ће за подручја код којих је најзаступљенији грађевински материјал за изградњу објеката дрво, бити приписан висок степен рањивости. Крајњи циљ је да се минимизира очекивана штета на урбаним објектима, која потиче од појаве пожара услед настанка инцидентне ситуације са учешћем возила која транспортују опасну робу.

Специфичан ризик по урбано окружење би био резултат производа вероватноће настанка инцидентне ситуације, вероватноће настанка пожара и прорачунате рањивости објеката у зависности од пожара (ватре). Коначан резултат би била вредност, без јединице, (безимена величина) која би служила као индикатор за подручја са високом или ниском очекиваном величином штете на урбаним објектима у случају њиховог излагања извору ватре, односно настанка пожара (специфичан ризик).

$$\text{минимизирати } \left\{ \begin{array}{l} \text{дужину_путовања} \\ \text{време_путовања} \\ \text{ризик_по_становништво} \\ \text{ризик_по_урбане_објекте} \end{array} \right\}$$

$$\text{ризик_по_урбане_објекте}_{\text{на_траси}} = \sum_{\text{деоница}} \left[(\eta_{\text{грани}} \cdot P(V) \cdot P(P) \cdot v_{\text{објекта}}) \right] \cdot \text{bin_cod}$$

где је:

$P(P)$ - вероватноћа настанка пожара

$v_{\text{објекта}}$ - рањивост објеката на деоници

3.2.2.5. Фаза Д - земљотрес као хазард и објекти као елемент изложен ризику

У оквиру фазе Д посебна пажња је усмерена на обједињавање осталих природних врста хазарда у модел за оптимизацију траса за транспорт опасне робе. Уколико се опасна роба транспортује кроз градско подручје, и ако је рањивост објеката од природних врста хазарда позната, избор трасе за кретање возила која транспортују опасну робу би требао такође да узме у обзир ове врсте фактора ризика (врста хазарда и рањивост од хазарда). Уколико би се узело у разматрање да дође до земљотреса; количина рушевина изазвана падом објеката (зграда) током земљотреса повећава хазард од настанка инцидентне ситуације и такође хазард од настанка пожара. У случају када су на располагању две трасе дозвољене за транспорт опасне робе, на пример, прва има мању стопу настанка инцидентне ситуације али већи степен рањивости објеката од земљотреса, док друга има вишу стопу настанка инцидентне ситуације али нижи степен рањивости објеката од земљотреса. Поставља се питање, коју трасу би требало изабрати за транспорт опасне робе? У првом случају, вероватноћа настанка инцидентне ситуације је мала. У сваком случају, уколико дође до земљотреса, највероватније је да возило неће моћи да користи ову трасу, а у најгорем случају вероватноћа настанка инцидентне ситуације је много већа. У другом случају, постоји већа вероватноћа да дође до инцидентне ситуације. Чак и уколико дође до земљотреса, највероватније је да ће траса још увек бити расположива за транспорт опасне робе. Још увек одговор на претходно постављено питање није јасан. Како би се дошло до одговора на ово питање, становништво као један од фактора мора бити

узет у прорачун. Уколико је број угроженог становништва дефинисан за обе трасе, одлука може бити донета на основу овог последњег фактора. За ову фазу улазне величине за утврђивање последица од земљотреса су неопходне. Излаз из модела је степен очекиване штете на објектима у случају земљотреса односно специфичан ризик по објекте у случају земљотреса. Помоћу ГИС подлога ову врсту специфичног ризика је могуће одредити за сваку деоницу посебно. Величина ризика која је одређена за сваку деоницу се може дефинисати као земљотрес-објекат ниво ризика, указујући на чињеницу да се природни hazard који је разматран, везује за појаву земљотреса а рањивост је везана за објекте.

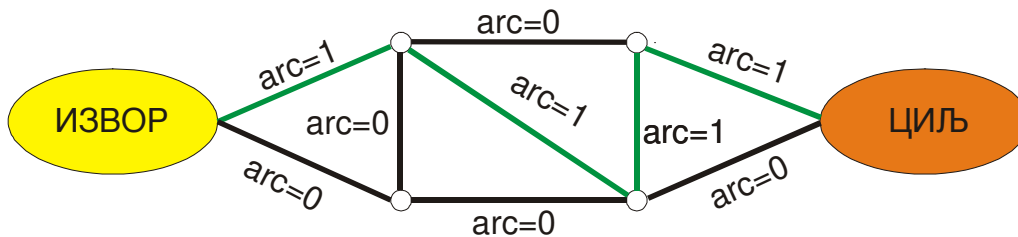
Једначина за оптимизовање трасе би тада гласила:

$$\text{минимизирати } \left\{ \begin{array}{l} \text{дужину_путовања} \\ \text{време_путовања} \\ \text{ризик_по_становништво} \\ \text{ризик_по_урбане_објекте} \\ \text{ризик_земљотрес-објекти} \end{array} \right\}$$

$$\text{ризик_земљотрес-објекти}_{\text{на_траси}} = \sum_{\text{грana}} \text{ризик_земљотрес-објекти}_{\text{на_деоници}} \cdot \text{bin_cod}$$

3.2.2.6. Дефинисање променљивих неопходних за доношење одлуке

Са циљем утврђивања деоница (грana мреже) које су део оптималне трасе за кретање возила која транспортују опасну робу након решавања проблема оптимизације, неопходно је користити бинарне променљиве за доношење одлуке. Свака од деоница (грana мреже) се везује за једну бинарну променљиву. Сваки пут када је проблем оптимизације решен, променљиве неопходне за доношење одлуке за сваку деоницу (грану) мреже су рачунати. Уколико променљива узима вредност 1 за одређену деоницу то значи да та деоница представља део трасе намењене за кретање возила која транспортују опасну робу, а уколико узима вредност 0 онда се та деоница не узима у даље разматрање, што је приказано на слици 3.11.



arc=1 - грana припада делу мреже
arc=0 - грana не припада делу мреже

Слика 3.11. Припадност грane мрежи (Castillo, 2004)

3.2.2.7. Ограничења

Прва група ограничења односи се на дефинисање група прихватљивих деоница (грана) мреже. Свака од грана транспортне мреже може бити дефинисана као „прихватљива“ или „неприхватљива“. Грана која се уврштава као део транспортне мреже за транспорт опасне робе мора бити означена као “прихватљива”. То омогућава и да деонице које су дате као предлог од стране одређених интересних група буду узете у разматрање у оквиру методологије и да буде извршено доношење одлуке да ли су оне прихватљиве или не. На пример, треба избегавати деонице (грране) које пролазе поред објеката посебне намене (болница, школа исл.), мостове и надвожњаке који нису пројектовани да издрже велико осовинско оптерећење и др.

Друга група ограничења је уведена из разлога обезбеђења да ће целом дужином трасе, на сваком завршном чвору сваке гране појединачно, један и само један почетни чвор бити изабран. Другим речима, ограничење је уведено из разлога увођења равнотеже за сваки чвор на мрежи. За сваки чвор на мрежи (изузев првог и последњег) морају две гране мреже бити повезане, прва која представља возило које улази или пролази посматрану грану, и друга која представља смер које има возило након напуштања посматране гране.

3.2.2.8. Предности и недостаци

Основне предности методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу апсолутног ризика, представљају:

1. Четворофазни модел који узима у разматрање све елементе изложене ризику (становнике, објекте и животну средину);
2. Детаљно разрађени модели за процену ризика по сваком елементу изложеном ризику од стране различитих врста хазарда (опасне робе, земљотреса и сл.)
3. Примена вишекритеријумске анализе за оптимизацију траса за кретање возила која транспортују опасну робу;
4. Узима у обзир све потенцијалне ефекте који се могу догодити приликом истицања робе из товарног простора;

Недостаци методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу апсолутног ризика је тај да су сви елементи којима се дефинише ризик исте значајности што у реалним условима функционисања није случај, те се добија вредност нивоа ризика која није адекватна реалној.

4. УНАПРЕЂЕЊЕ ПОСТОЈЕЋЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ ИЗБОРА ТРАСА ЗА ТРАНСПОРТ ОПАСНИХ РОБА

Транспорт опасне робе представља врсту транспорта за коју се везују највећи ризици и потенцијална величина штете како по становништво тако и по животну средину, те у складу са тим неопходно је утицати на смањење величине ризика, односно управљати ризиком од настанка инцидентне ситуације у транспорту опасне робе.

У циљу ефикасног управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације, неопходно је спровести низ процедура које су међусобно зависне једна од друге и поседовати податке о карактеристикама опасне робе (врста опасне робе, количина, врста опасности, степен опасности, зона утицаја), броју инцидентних ситуација у претходном периоду (период од три године и више) по класама опасне робе, величини последица по становништво и животну средину од инцидентних ситуација у претходном периоду и капацитетима служби за реаговање у случају настанка инцидентне ситуације (хитна помоћ, ватрогасци и полиција).

Процесом управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације у транспорту опасне робе се смањује вероватноћа настанка инцидентне ситуације и величина последица по становништво и животну средину како од фиксних тако и од покретних извора опасне робе.

Избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу као прва фаза у оквиру процеса управљања ризиком од стране покретних извора, представља кључни корак за ефикасно управљање ризиком од настанка инцидентне ситуације.

Међутим, за разлику од осталих врста роба опасна роба поседује поред физичких и хемијских особина и особине опасности по којима је и добила епитет “опасна”. Те карактеристике опасности се огледају у врстама и степену опасности опасне робе и оне су од великог утицаја на дефинисање методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу а могу престављати и ограничавајући фактор у подручју примене појединих методологија.

4.1. ПРИКАЗ ОСНОВНИХ КОРАКА У ОКВИРУ УНАПРЕЂЕНЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ИЗБОР ТРАСА

Унапређена методологија за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком се састоји из 11 основних корака којима су обухваћене све три фазе управљања ризиком у оквиру анализе опасности од настанка инцидентне ситуације, а приказ методологије је дат на слици 4.1.



Слика 4.1. Приказ методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризицом

Као што се са слике 4.1. може видети први корак у оквиру методологије представља утврђивање карактеристика опасности опасне робе или опасних роба које се транспортују, а са циљем избора траса за њихов транспорт. Овај корак је изузетно значајан јер уколико се на адекватан начин не дефинишу врсте и степени опасности опасне робе као и зона утицаја те робе онда се не може утврдити ни величина евентуалних последица по било који елемент изложен ризику, односно није могуће проценити величину ризика.

Након идентификовања врсте опасне робе која се транспортује или врста опасне робе уколико се у истом товарном простору налазе две или више врста опасне робе, у циљу избора траса за транспорт опасне робе неопходно је утврдити укупне количине опасне робе које се транспортују из сваког фиксног извора, односно утврдити степен атракције и степен продукције сваког фиксног извора опасне робе на посматраном подручју опслуге за које се врши избор траса за транспорт опасне робе. Веома је важно у оквиру овог корака утврдити процентуалну заступљеност појединог вида превоза у укупним количинама опасне робе које се транспортују из тог фиксног извора, односно дефинисати тзв. modal split.

У трећем кораку се на основу истраживања карактеристика транспортних захтева за транспортом опасне робе на дефинисаном подручју опслуге утврђују парови зона извор-циљ односно дефинишу се идеална кретања токова опасне робе између сваког фиксног извора опасне робе и њеног циља и добија се матрица изворно – циљних кретања опасне робе, односно утврђује се степен атракције и степен продукције сваког извора и циља транспорта опасне робе.

У четвртном кораку се на основу идеалних токова кретања опасне робе, односно матрице извор – циљ, врши оптерећење саобраћајница величинама идеалних токова опасне робе, односно укупним количинама опасне робе и добија се оптерећење саобраћајне мреже токовима опасне робе. На основу ових величина токова опасне робе, за сваку деоницу у оквиру саобраћајне мреже дефинишу се површине деловања те опасне робе на основу врсте опасне робе, укупне количине опасне робе, карактеристика терена и климатских утицаја (ружа ветрова, ваздушни притисак и сл.).

У петом кораку, који представља и завршни корак у овом оквиру идентификације опасности и анализе последица, дефинишу се ограничења која могу утицати на избор траса а огледају се у физичким ограничењима, еколошким зонама као и у ограничењима у оквиру законске регулативе. Овај корак је од изузетне важности са аспекта усвајања траса јер трасе са очигледним физичким ограничењима (величина радијуса, ширина саобраћајнице и др.) или које не могу бити усвојене са аспекта законске регулативе (поједине деонице мреже саобраћајница које су забрањене за транспорт опасне робе и сл.), као и оне деонице код којих зона утицаја опасне робе додирује или пресеца еколошке зоне у овом кораку избора траса морају бити елиминисане.

Након тога се дефинишу алтернативе за анализу и врши дефинисање критеријума за избор траса, што представља шести и седми корак. Веома је важно дефинисати алтернативе за анализу и критеријуме на основу којих ће се вршити избор прихватљивих траса од и до фиксних извора опасне робе и од и до циљних

одредишта како би се задовољиле све потребе за транспортом опасних роба које су утврђене у оквиру идентификације опасности односно у другом кораку. Дакле, на основу алтернатива и критеријума из скупа саобраћајница које опслужују изворишта и циљеве врши се избор саобраћајница које задовољавају све захтеве у погледу задовољења транспортних захтева, односно оних које повезују односно опслужују све парове извор-циљ опасне робе. Кроз ова два корака добијају се трасе којима је могуће задовољити све захтеве и потребе за транспортом опасне робе, које немају физичка ни законска ограничења и чије зоне утицаја не пресецају еколошке зоне.

Међутим, изабране трасе на основу претходно спроведених седам корака, морају бити проверене са аспекта дозвољене величине ризика, односно да би оне биле усвојене мора се утврдити величина ризика на свакој деоници појединачно изабраних траса, односно извршити процена ризика.

Како би се проценио ризик за сваку од изабраних траса, неопходно је дефинисати параметре који могу имати утицаја на величину ризика и повезати сваки од параметара са адекватном величином ризика, што представља и најтежи задатак у оквиру дефинисане методологије. Узимајући у обзир да ризик представља комбинацију величине вероватноће настанка инцидентне ситуације и величине последица од инцидентне ситуације, неопходно је у оквиру првог корака процене ризика дефинисати посебно параметре који утичу на вероватноћу и параметре који утичу на величину последица од настанка инцидентне ситуације. Након дефинисања параметара, неопходно је сваки параметар повезати са величином ризика и утврдити његов тежински фактор. Величина тежинских фактора је утврђена помоћу експертског приступа, тако што је спроведена анкета експерата из области транспорта опасне робе, а који су се изјашњавали о степену утицаја појединих параметара на избор траса за транспорт опасне робе од 0 који представља вредност да дати параметар нема утицаја на избор трасе за транспорт опасне робе до 4 који представља критичан утицај. Након тога су утврђени тежински фактори који су сведени на јединичне вредности на основу средње вредности утицаја сваког од параметра појединачно.

Након дефинисања параметара и њихових тежинских вредности, приступа се процени ризика за сваку од деоница изабраних траса, односно формира се матрица ризика за сваку од деоница изабраних траса. На основу утврђене вредности ризика за сваку деоницу посебно применом модела и упоређењем њене вредности са дозвољеним нивоом ризика, доноси се одлука да ли је посматрана деоница дозвољена за транспорт опасне робе или не. Уколико је вредност ризика на посматраној деоници трасе мања од дозвољене вредности онда се та деоница усваја, а уколико то није случај та деоница се не прихвата. Међутим, траса се састоји из више деоница и логично је да уколико је величина ризика на једној од деоница већа од дозвољене да и онда целокупна траса није прихватљива за транспорт опасне робе.

Предност методологије огледа се у последњем кораку где је могуће овај проблем отклонити избором алтернативних деоница које би спојиле претходну и наредну деоницу између којих се налазила деоница која је неприхватљива са аспекта нивоа ризика за транспорт опасне робе или извршити ублажавање последица или

смањење вероватноће настанка инцидентне ситуације применом различитих техничких и других мера у циљу смањења величине ризика појединих параметара и поново ући у модел за прорачун ризика и проверити да ли је посматрана деоница након спровођења ових мера прихватљива за транспорт опасне робе или не.

Сви претходно наведени кораци биће детаљно појашњени у наредним тачкама у оквиру овог поглавља рада.

4.2. КАРАКТЕРИСТИКЕ ОПАСНОСТИ И ЗОНА УТИЦАЈА ОПАСНЕ РОБЕ

Према међународној класификацији (Economic Commission for Europe - Inland Transport Committee, 2011) опасне робе се сврставају у 9 различитих класа и свака од класа опасне робе посебно има своје карактеристике опасности, односно врсте и степене опасности.

Класификација опасних роба је извршена према њиховим физичким и хемијским особина и на основу карактеристика опасности, и постоје следеће класе опасних роба:

Класа 1	Експлозивне материје и предмети
Класа 2	Гасови
Класа 3	Запаљиве течности
Класа 4.1	Запаљиве чврсте материје, самореагујуће материје и чврсти десензитивисани експлозивни
Класа 4.2	Самозапаљиве материје
Класа 4.3	Материје које у додиру са водом стварају запаљиве гасове
Класа 5.1	Материје које подстичу сагоревање (оксидирајуће материје)
Класа 5.2	Органски пероксиди
Класа 6.1	Отровне материје
Класа 6.2	Инфективне материје
Класа 7	Радиоактивне материје
Класа 8	Нагризајуће (корозивне) материје

Класа 9 Друге опасне материје и предмети

У оквиру сваке класе појединачно постоји велики број различитих материја које су добиле епитет „опасне“ из разлога што представљају саме по себи опасност по околину и могу изазвати у зависности од својих својстава одређене последице.

Свака опасна роба (дефинисана својим UN бројем), може поседовати највише три **врсте опасности**, и то:

- примарну,
- секундарну и
- терцијарну опасност.

Примарна опасност је најизраженија врста опасности која прети од те робе, док су секундарна и терцијарна врста опасности, опасности које су пропратне појаве примарне опасности.

Врста опасности код опасних роба се обележава великим словом алфабета, односно првим словом од енглеског назива за ту врсту опасности (нпр. О - oxidizing, А – asphyxiant и сл.).

На основу претходног појашњења, може се закључити да одређене врсте опасне робе када дође до настанка инцидентне ситуације могу изазвати различите ефекте, односно уколико приликом истицања опасне робе из транспортног суда дође нпр. до појаве пожара, тај пожар може имати и пропратне појаве односно може доћи до експлозије, емитовања гаса и сл.

Веома је важно приликом идентификовања врсте опасне робе у циљу избора траса за њен транспорт знати њен класификациони код, који приказује све могуће опасности које прете од те врсте опасне робе, у циљу превенције настанка инцидентне ситуације и смањења последица по елементе изложене ризику.

За сваку класу се различито формира класификациони код али заједничко код свих класификационих кодова је да садрже приказ свих могућих врста опасности који прете од те опасне робе. На пример, код класе 2 – гасовитих материја, све могуће врсте опасности које прете су:

A	загушљив
O	који подстичу горење - оксидирајући
F	запаљив
T	отрован
TF	отрован, запаљив
TC	отрован, нагризајући
TO	отрован, оксидирајући
TFC	отрован, запаљив, нагризајући
TOC	отрован, оксидирајући, нагризајући

Приликом избора траса без узимања у разматрање врста опасности које прете од опасне робе која се транспортује или више врста опасних роба, величина последица неће одговарати реалним условима што ће директно утицати на процес процене ризика, односно на величину ризика.

Веома је важно напоменути у складу са избором врсте опасне робе и карактеристика опасности чињеницу, да методологија презентирана у оквиру овог поглавља рада се може **применити на транспорт свих класа опасних роба осим на класу 7**, односно **радиоактивне материје**. Разлог за ово ограничење је у чињеници што радиоактивне материје за разлику од свих осталих опасних роба имају одређене специфичности, односно једино оне емитују зрачење које је веома опасно пошто наша чула не могу да их идентификују и детектују. Поред ове чињенице, и подручје утицаја односно зону утицаја ових материја је тешко утврдити јер се последице од ове врсте материја исказују после одређеног времена након излагања радијацији а не одмах као код других врста опасних роба. За транспорт свих осталих врста, односно класа опасних роба ову методологију је могуће применити у циљу избора траса за кретање возила.

Друга карактеристика опасности код сваке опасне робе представља њен **степен опасности**. Степен опасности се дефинише помоћу тзв. „**амбалажних група**“. У општем случају постоје три амбалажне групе, и за једну опасну робу се везује једна амбалажна група.

Дакле, у општем случају, постоје три амбалажне групе, и то:

- I - прва амбалажна група (велики степен опасности),
- II - друга амбалажна група (средњи степен (ниво) опасности), и
- III - трећа амбалажна група (мала опасност).

Опасне материје класе 1, 2, 5.2, 6.2, и 7 и материје које се спонтано разлажу класе 4.1 нису дефинисане амбалажним групама, али су им степени опасности дефинисани описно (нпр. код класе 1. компатибилним групама).

Трећа веома важна особина опасне робе поред њених врста и степена опасности јесте њена **утицајна зона**, односно **зона утицаја опасне робе**. Зона утицаја опасне робе представља радијус од места односно извора (нпр. места саобраћајне незгоде или инцидентне ситуације) до крајње границе негативног утицаја опасне робе (по здравље, загађење животне средине и штету на добрима и приватној својини) узроковано истицањем опасне робе из товарног простора, односно транспортног суда.

Зона утицаја опасне робе представља (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996) и потенцијални коридор пута намењеног транспорту опасне робе омеђен растојањем утицаја опасне робе са обе стране трасе пута и то на деоници трасе пута од изворне до циљне тачке.

На слици 4.2. је жутом бојом приказана зона утицаја опасне робе код покретних извора опасне робе – возила која транспортују опасну робу.



Слика 4.2. Зона утицаја опасне робе код покретних извора опасне робе (Wiersma et al., 2006)

Фактори који утичу на ширину утицајне зоне деловања опасне робе су (Јовановић и остали, 2010):

1. Врста опасне робе;
2. Количина опасне робе;
3. Временски услови (киша, снег, ветар, магла и сл.);
4. Карактеристике терена.

Као што је претходно наведено, **опасне робе** се разликују по својим физичким, хемијским и особинама опасности. У зависности од температуре и атмосферског притиска у току складиштења, превоза или инцидентне ситуације зависи величина потенцијалне опасности од опасне робе да експлодира, да емитује топлоту или да дође до пожара, да се формира облак услед испарења и сл.

Количина опасне робе која се излије у току инцидентне ситуације директно утиче на величину последица и моћ (снагу) ослобођене енергије опасне робе (надпритисак и сл.) од експлозије, генерисане количине топлоте од пожара који условљава настајање ватрених лопти или облака који су настали испаравањем робе исл.

Временски услови као што су брзина и смер ветра, стабилност атмосферског притиска, температура и влажност ваздуха су важне компоненте у одређивању последица од саобраћајних незгода са учешћем возила која транспортују опасну робу када се ради о опасној роби која може да се рашири (дође до њене дисперзије) у ваздуху било да се то постиже њеним истицањем или настаје као продукт од настајања ватре. У суштини мала брзина ветра и стабилне атмосферске прилике ће успорити ширење испарења од опасне робе, односно зона утицаја опасне робе ће бити мања.

Теренске/топографске карактеристике могу имати утицај на ефекат накупљања опасне робе на једном месту (у котлинама долази до формирања великих бара опасних течности исл.) и ширење (дисперзију) опасних течности или гасова. У моделима којима се врши симулација последица након инцидентне ситуације, теренске карактеристике се изражавају кроз нумеричку вредност неравности терена, који је мера неправилности терена изнад кога прелази опасан облак. Неправилности укључују планине, дрвеће, зграде и друге врсте грађевина. Теренске карактеристике могу утицати и на величину (јачину) последица од саобраћајне незгоде са учешћем возила које транспортује опасну робу, нпр. службе за хитно реаговање не могу да дођу до места незгоде како би санирале последице незгоде (спречиле ширење опасне материје, очистиле место незгоде или угасиле пожар и сл.).

Утицајна зона, односно ширење опасне робе након инцидентне ситуације не мора да буде симетрично. Тако на пример, утицајна зона за отровне хемикалије не мора бити иста у свим правцима од места настанка незгоде и зависи од многих климатских чинилаца (нпр. ветра), док код експлозивних материја, експлозија се од места настанка незгоде шири равномерно у свим правцима. Због чињенице да се смер ветра не може предвидети, утицајна зона се добија тако што се растојања утицаја опасне робе постављају са обе стране дуж трасе пута.

На основу претходног текста може се видети да постоји велики број различитих врста фактора који могу утицати на величину зоне утицаја опасне робе, али на основу искустава из претходног периода могу се дефинисати вредности зоне утицаја појединих врста опасних роба (табела 4.1.).

Табела 4.1. Величина зоне утицаја по класама опасне робе (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996)

Класа опасне робе	Утицајна зона (метара у свим правцима)
Експлозиви	1.600
Запаљиви гас	800
Отровни гас	8.000
Запаљиве течности	800
Запаљиве чврсте материје; Спонтана реакција у додиру са водом	800
Оксидирајуће материје и органски пероксиди	800
Отровне материје (које нису у гасовитом стању)	8.000
Нагризајуће (корозивне) материје	800

У табели 4.1. презентирани су величине зоне утицаја у зависности од врсте (класе) опасне робе. Ови подаци су презентирани од стране Америчког Националног Института за путеве (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996) и ширина утицајних зона је утврђена на основу разних инцидентних ситуација које су се догодиле са различитим врстама опасне робе.

Нешто боље квантификовање зоне утицаја, које ће се користити у методологији, је презентирано у Канадској књизи за реаговање у инцидентним ситуацијама - Emergency Responsive Guidebook (Transport Canada Safety and Security, 2005), а резултати њихових истраживања су презентирани у табели 4.2.

Табела 4.2. Величина зоне утицаја опасне робе (Transport Canada Safety and Security, 2005)

Класа опасне робе	Назив класе	Утицајна зона (метара)
1	Експлозивни	800 – 1.600
2	Гасови	800 – 1.600 100 - 800 800 – 1.600
	2.1. Запаљиви	
	2.2. Компримовани	
	2.3. Отровни	
3	Запаљиве течности	300 - 800
4	Запаљиве чврсте материје	100 - 800
5	5.1. Оксидирајуће	100 - 800
	5.2. Органски пероксиди	250 - 800
6	6.1 Отрови	100 - 800
	6.2 Инфективне материје	
7	Радиоактивне материје	100 - 300
8	Корозивне (нагризајуће) материје	900 – 1.600
9	Остале опасне материје	25 - 500

Као што се из података приказаних у табели 4.2. може видети, величина зоне утицаја опасне робе у зависности од класе опасне робе варира од 25 метара за опасну робу класе 9 све до 1.600 метара за опасне робе класе 1, 2 и 8. Из разлога што према ADR-у постоји преко 3.000 врста опасних роба у оквиру овог поглавља су презентиране само вредности величине зоне утицаја опасне робе по свим класама посебно. Ови подаци указују да без познавања величине зоне утицаја опасне робе није могуће ни утврдити величину последица по било који елемент изложен ризику и да постоји могућност велике грешке уколико се за процес процене ризика не узме у разматрање права вредност величине зоне утицаја опасне робе.

4.3. АНАЛИЗА КАРАКТЕРИСТИКА ТОКОВА ОПАСНЕ РОБЕ

Како би имали детаљан увид у карактеристике токова опасне робе, први корак јесте идентификовање изворишта, односно места где се опасна роба складишти, производи и сл., тзв. фиксних извора опасне робе. За сваки извор опасне робе треба утврдити укупне количине опасне робе према врстама на дневном,

седмичном, месечном и годишњем нивоу. Када се утврде укупне количине у зависности од њихове врсте, неопходно је истражити којим све видовима превоза се транспортује опасна роба од тих места до циљних одредишта. Спровођење овог корака (други корак) у оквиру методологије захтева опсежна истраживања карактеристика транспортних захтева опасне робе по свим извориштима опасне робе као и по свим видовима транспорта којима се транспортује опасна роба из сваког од изворишта опасне робе посебно у оквиру одређеног подручја опслуге.

Дакле, за одређено подручје опслуге неопходно је:

- утврдити укупне количине опасне робе по класама које се производе, складиште и сл. у оквиру постројења односно фабрика (фиксних извора опасне робе);
- утврдити процентуалну заступљеност сваке класе опасних роба појединачно у укупној количини опасне робе која се транспортује из сваког фиксног извора одређеним видовима превоза;
- сумирати количине опасних роба за сваку класу опасне робе посебно које се транспортују из сваког фиксног извора по видовима превоза са циљем добијања укупне количине опасних роба које се транспортују на том подручју опслуге за разне временске пресеке (часовне, дневне, седмичне, месечне и годишње);
- утврдити временске неравномерности транспорта опасних роба, односно одредити часовне неравномерности у току дана, дневне неравномерности у току седмице, седмичне неравномерности у току месеца и месечне неравномерности у току године за укупно, по појединим видовима превоза и за сваки фиксни извор;
- направити матрицу изворно – циљних кретања возила за сваку класу опасне робе по видовима превоза на дневном нивоу за сваки дан у току седмице за изабрани период (репрезентативни период);
- оптеретити мрежу саобраћајница токовима робе на дневном нивоу за сваки дан у седмици у оквиру репрезентативног периода, и
- утврдити просторне карактеристике токова робе у односу на дефинисано подручје опслуге (извор на територији циљ ван ње, транзитни, извор и циљ у оквиру дефинисаног подручја и др.)

Како би се прикупили сви неопходни подаци за утврђивање количина опасне робе која се транспортује из сваког фиксног извора опасне робе и циљним одредиштима, неопходно је спровести опсежна истраживања карактеристика транспортних захтева из свих фиксних изворишта опасне робе (фабрика, и др.) у оквиру одређеног подручја опслуге, односно прикупити податке о:

- врстама опасне робе које се транспортују из тог фиксног извора опасне робе,

- количинама (дневним, месечним, годишњим),
- типовима возила којима се транспортује опасна роба,
- извору-циљу, и
- трасама кретања.

Дакле, за свако возило које излази из фиксног извора неопходно је утврдити његов тип, врсту опасне робе коју транспортује, количину опасне робе, циљно одредиште и унапред дефинисану трасу кретања. Ови подаци су од изузетног значаја за прорачун величине друштвеног ризика, без које није могуће ни извршити избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу.

Податке о карактеристикама транспортних захтева из сваког фиксног извора опасне робе (укупне количине) је неопходно прикупити за период од годину дана јер је тај период меродаван за прорачун величине друштвеног ризика.

У циљу утврђивања временских неравномерности неопходно је обрадити податке за целокупно подручје опслуге по свим фиксним изворима опасне робе укупно, као и за сваки извор опасне робе појединачно на годишњем и месечном нивоу.

У циљу утврђивања временских неравномерности карактеристика транспортних захтева опасне робе на седмичном нивоу, неопходно је изабрати тзв. репрезентативни период односно месец који је меродаван за утврђивање величине ризика. Поставља се питање да ли је то месец у оквиру којег је транспортована највећа количина опасне робе или је то месец у оквиру којег је транспортована најмања количина опасне робе или је то месец код кога се јавља најмање одступање од просечне месечне вредности у току године. Узимајући у обзир да је са аспекта управљања ризиком у транспорту опасне робе меродавна вредност за утврђивање нивоа ризика када су највећи транспортни захтеви, јер је тада и ризик највећи, **за меродаван месец за избор траса се узима онај месец када су транспортни захтеви највећи**, а за меродавну седмицу се узима седмица у оквиру тог месеца са максималном вредношћу количина опасне робе која се транспортовала у оквиру те седмице.

Након утврђивања меродавног месеца и меродавне седмице, утврђују се дневне неравномерности у оквиру репрезентативне седмице, са циљем израде матрице изворно циљних кретања возила која транспортују опасну робу.

Приликом израде матрице изворно – циљних кретања возила за одређено подручје опслуге, неопходно је зонирати дато подручје, односно дефинисати тзв. саобраћајне зоне. Како би се дефинисале саобраћајне зоне неопходно је поставити одређене критеријуме на основу којих би се извршио зонинг.

Критеријуми за формирање граница саобраћајних зона су:

1. административне границе општина у оквиру подручја (уколико се ради о граду);

2. постојеће границе урбанистичких зона према њиховој намени површина;
3. главне саобраћајнице, и
4. постојеће трасе за кретање возила која транспортују опасну робу.

Када су утврђене границе зона, свакој зони посебно треба дати назив и њене границе и приказати их табеларно, док слику зонинга треба приказати на графичкој подлози посматраног подручја. Матрица зона - зона нам показује просторну дистрибуцију опасне робе између парова зона односно на основу ње може се веома лако закључити колики је степен атракције односно степен продукције одређене зоне.

Након утврђивања зона, свакој зони треба уцртати центроиду која представља центар зоне. На основу графичког приказа зона и података о количинама опасне робе које се транспортују из изворишта, за сваку класу опасне робе неопходно је направити тзв. „линије токова опасне робе“ које би дале приказ колико се у простору између парова зона - зона транспортује опасне робе што би представљало улаз за оптерећење саобраћајне мреже. Овај приказ се најчешће ради за количине опасних роба на дневном нивоу.

На основу матрице изворно - циљних кретања и графичког приказа „линија токова опасне робе“ приступа се оптерећењу саобраћајница којима се транспортује опасна роба, односно оних саобраћајница које су у законској регулативи дефинисане као саобраћајнице за транспорт опасне робе. Ово представља четврти корак у оквиру методологије али веома значајан за избор траса за транспорт опасне робе.

У циљу оптерећења мреже саобраћајница токовима опасне робе, за сваки транспорт између изворне и циљне зоне на основу података из истраживања карактеристика транспортних захтева и на основу података из матрице изворно – циљних кретања, врши се оптерећење мреже саобраћајница. Ово оптерећење се врши за сваку класу опасне робе посебно и то за количине опасне робе на дневном нивоу. Као резултат се добија укупна дневна количина робе која се транспортује одређеном саобраћајницом и уцртавањем количина робе за сваку саобраћајницу добија се слика оптерећења за целокупну мрежу којом се транспортује опасна роба у јединицама (тона дневно). Пожељно је да се поред уписивања количине опасне робе која се транспортује на свакој деоници у оквиру мреже саобраћајница, у погодној размери прикажу и оптерећења изражена у тонама роба на дан.

Након спровођења овог корака неопходно је утврдити и ограничења чиме се завршава и најобимнија фаза у оквиру ове методологије, односно фаза идентификације опасности и анализе последица.

4.4. ОГРАНИЧЕЊА

Ограничења која се јављају приликом избора трасе за кретање возила која транспортују опасну робу се огледају у разним врстама ограничења дефинисаним у оквиру законске регулативе, физичким врстама ограничења и ограничења која се односе на осетљиве области природе (тзв. „еколошке зоне“).

Пре и у току процеса избора траса за транспорт опасне робе, неопходно је детаљно анализирати законску регулативу која може имати утицај на спроводљивост решења. Као ограничења која се могу налазити у законској регулативи су разне врсте уредби којима се транспорт опасних роба на појединим путевима или саобраћајницама у појединим периодима времена забрањује или уредбе (на локалном нивоу) којима се прецизира којим саобраћајницама је дозвољен транспорт опасних роба и у ком временском периоду. Када се посматрају просторна ограничења у законској регулативи она се односе на забрану транспорта опасних роба саобраћајницама односно путевима који имају одређена физичка ограничења која се огледају у висини препуста надвожњака, дозвољеном осовинском оптерећењу коловоза, као и забрани транспорта оним саобраћајницама које пролазе или тангирају главна градска језгра.

Временска ограничења која се појављују у законској регулативи представљају периоди времена у којима је забрањен транспорт опасне робе одређеним саобраћајницама или путевима, која су најчешће дефинисана у периодима вршних саобраћајних оптерећења, односно када су саобраћајни токови највећи. Ова врста ограничења је уведена из разлога минимизирања евентуалних последица уколико дође до инцидентне ситуације.

Како би се на што бољи начин разумела ова законска ограничења, саобраћајни инжењери су најбољи извор информација везаних за постојеће законске оквире како на локалном тако и на државном нивоу. Власти које се баве одржавањем и управљањем експлоатацијом тунелских деоница, мостова и др. требало би такође контактирати како би се идентификовало било какво тренутно ограничење на овим инфраструктурама (затварање за саобраћај тунелске деонице, радови на мостовима и сл.).

Дефинисање **осетљивих површина животне средине** (тзв. „еколошких зона“) од стране државе или градских власти може имати великог утицаја на избор трасе за транспорт опасне робе, из разлога што би евентуални утицај опасне робе на ове површине могао имати последице несагледивих размера. Врсте осетљивих области животне средине које се налазе уз трасу пута за транспорт опасних роба се могу одредити из различитих извора, и на основу нивоа мера примењених за лоцирање осетљивих површина животне средине где држава или градске власти могу изрећи и забрану пролазака поред оваквих површина.

Утицај незгода са опасном робом на одређену (посматрану) осетљиву област ће зависити од врсте опасне робе и карактеристика (топографије) терена те области. Поред зависности од врсте опасне робе и карактеристика осетљиве области, приликом избора траса мора да се узме у разматрање и вероватноћа изложености

опасности од опасне робе и негативни ефекти након дешавања саобраћајне незгоде.

Како би се утврдио положај и величина ових површина неопходно је имати на увид специјалне врсте карата или карте које су настале снимањем из ваздуха посебним геодетским уређајима (орто-фото снимци) како би се утврдило присуство осетљивих области животне средине. Специјалне врсте карата као што су карте речних извора и водотокова и карте где су уцртане области где живе угрожене и заштићене врсте флоре и фауне могу бити од великог значаја. Детаљније истраживање може укључити консултације или визуелну инспекцију од стране одређеног лица које има велико искуство у тој области (еколози, друштва за заштиту животиња, исл.).

Веома важна чињеница која може утицати на спроводљивост решења јесте да траса којом се транспортује опасна роба својом зоном утицаја (растојањем утицаја опасне робе) не пресеца или додирује осетљиве површине животне средине. Уколико то није случај решење трасе ма колико било добро са техничког и технолошког аспекта је осуђено на неуспех због овакве врсте превида. Пример појединих врста осетљивих површина животне средине, приказане су у табели 4.3.

Табела 4.3. Примери осетљивих области животне средине

Извори воде	Природне области
Језера	Осетљива или јединствена вегетација
Реке/главни водотокови	Специјалне или јединствене врсте станишта
Мочваре	Области дивљине за размножавање дивљих животиња
Извори пијаће воде (надземни)	Критична станишта за врсте које су заштићене или чија је врста угрожена
Обалске зоне (мора, океани, исл)	Национални паркови
Водопади	Јавно земљиште
	Области намењене за рекреацију (обале река, језера, мора)
	Области за мрешћење рибе

Након дефинисања ограничења приступа се дефинисању алтернатива и критеријума за избор трасе, што је приказано у наредној тачки овог поглавља.

4.5. ДЕФИНИСАЊЕ АЛТЕРНАТИВА И КРИТЕРИЈУМА ЗА ИЗБОР ТРАСА ЗА ТРАНСПОРТ ОПАСНЕ РОБЕ

Избор траса (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996) за кретање возила која транспортују опасну робу које су безбедније од осталих (траса са прихватљивим нивоом ризика) може укључивати компликоване, дуготрајне и скупе прорачуне за сваки од алтернативних путева посебно. Обраћањем пажње на неколико прихватљивих траса путева резултираће смањењем уложених средстава за елиминисање опција које имају мале шансе за испуњење циља.

Постоји неколико заједничких целина приликом избора траса, и оне обухватају одлуке да:

- Тунели и мостови великих дужина могу бити забрањени за транспорт опасних роба. Ове одлуке приликом избора траса су заједничке за све тунеле велике дужине (са вентилационим системима) и генерално се односе на забрану транспорта запаљивих, отровних гасова, и/или експлозива кроз тунеле, или временску забрану, односно периоде времена када је дозвољен њихов транспорт. Приликом избора траса за одређене врсте опасне робе треба обратити пажњу за коју категорију тунела је дозвољен транспорт те врсте опасне робе, јер не уврштавањем овог битног елемента може доћи до катастрофалних последица у оквиру ове критичне деонице трасе.
- Усмеравање токова опасних роба на обилазне правце резултира да се опасна роба транспортује око слабо насељених а не кроз густо насељена подручја, што директно утиче на смањење величине ризика.
- Изворна и/или циљна места приликом транспорта опасне робе код избора траса су иста и везују се за места као што су луке, терминали, и хемијска и индустријска постројења.
- Избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу без заустављања од извора до циља омогућују да пошиљке опасне робе транзитирају кроз градске области, државу или поједине регионе.
- Остале одлуке приликом избора трасе се мање користе и развијене су за посебне односно јединствене ситуације.

Још један важан извор (информација) који може бити одлучујући у раној фази процеса избора траса је тај да ли ће анализом за њихов избор бити обухваћене све опасне робе, опасне робе које се најчешће транспортују (нафта и нафтни деривати) или само опасне робе које се веома ретко транспортују (отрован гас).

Након утврђивања заједничких целина приликом избора траса, прво би требало у разматрање узети оне трасе које:

1. испуњавају све циљеве дефинисане од стране власти са гледишта надлежности;
2. су у сагласности са постојећим моделима за избор траса за опасну робу и које дозвољавају приступ до терминала и до других објеката (фабрика, и сл.);
3. су без икаквих очигледних физичких и законских ограничења које могу озбиљно довести у питање њихову примену или чак довести до забране њихове примене;
4. имају константну трасу (без прекида) и које могу да се повежу са путевима других регија (када се посматрају путеви у оквиру једне регије или града) или са путевима у другим државама.

У формирању концепта избора траса неопходно је дефинисати и критеријуме за њихов избор. Код дефинисања критеријума и њиховог избора треба водити рачуна да их не буде велики број и да су они довољни за дефинисање основних постулата приликом одлуке о избору траса за транспорт опасне робе.

Основни критеријуми који се користе као **меродавни** приликом избора траса су:

1. Уважавање затеченог распореда изворно-циљних локалитета;
2. Делимично користити потезе којима се најчешће крећу возила за превоз опасне робе;
3. Користити у већој мери потезе резервисане за теретни саобраћај;
4. У могућој мери минимизирати пређени пут између изворишних и циљних пунктова;
5. Смањити величину потенцијално угроженог подручја кроз сужен избор коришћених саобраћајница у постојећем стању.

На основу постављених критеријума може се веома једноставно донети одлука да ли одређена траса не задовољава основне захтеве те је треба одмах искључити из даљег разматрања, односно да ли извршити прорачун ризика па тек онда донети коначну одлуку о њеном усвајању. Одговор на ово питање може се добити на основу ближег одређења горе наведених критеријума, што је приказано у табели 4.4.

Табела 4.4. Критеријуми за доношење одлуке о избору трасе (Nelson and Cataford, 2006)

Критеријум	Не узимати у разматрање	Извршити прорачун	Узети у разматрање
Намена пута	Пут не опслужује ниједно жариште	Пут опслужује неколико жаришних места	Пут опслужује велики број жаришних места
Део је пута намењеном за кретање теретних возила	Не	Могао би бити	Да
Алтернативни путеви	Постоје бољи путеви за кретање опасне робе од посматраног	Ограничен број алтернативних путева	Не постоје бољи алтернативни путеви
Степен довршености мреже	Пут после кога не постоји могућност наставка трасе за кретање возила која транспортују опасну робу	Ограничен степен могућности наставка	Побољшава мрежу тако што спаја једну или више постојећих траса за кретање возила која транспортују опасну робу
Дужина трасе	Не постоји смањење дужине трасе у односу на постојећу трасу	Мала побољшања у погледу дужине трасе	Значајно краћа траса у односу на постојећу
Покривеност	Нема смањења у броју путовања ван мреже намењене за транспорт опасне робе	Мало смањење у броју путовања ван мреже намењене за транспорт опасне робе	Значајно смањење у броју путовања ван мреже намењене за транспорт опасне робе
ОДЛУКА	ОДБАЦИТИ	ПРОРАЧУНАТИ	ОЦЕНИТИ

Након дефинисања основних алтернатива за анализу и основних критеријума, на мрежи саобраћаница у оквиру одређеног подручја опслуге се врши избор траса за кретање возила које задовољавају све напред постављене критеријуме. Међутим те трасе је неопходно испитати са аспекта дозвољене величине ризика. У циљу извршења процене ризика на изабраним трасама на основу дефинисаних критеријума неопходно је извршити одабир параметара који би представљали улаз у модел за избор траса на бази апсолутног ризика, односно дефинисати неопходне елементе са циљем процене ризика, што је презентирано у наредној тачки рада.

4.6. ДЕФИНИСАЊЕ И ПРИКАЗ ПАРАМЕТАРА НЕОПХОДНИХ ЗА ПРОЦЕНУ НИВОА РИЗИКА СА ЦИЉЕМ ИЗБОРА ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ

У оквиру првог поглавља рада, када се говорило о анализи ризика, наведено је да су две основне компоненте које дефинишу ризик (Lavell, 2000): вероватноћа настанка инцидентне ситуације и величина последица или негативан утицај по елементе изложене ризику од инцидентне ситуације (саобраћајне незгоде). Ова дефиниција је од велике помоћи приликом дефинисања не само параметара као улаз у модел већ и целокупног модела за избор траса заснованог на анализи величине ризика. Одређени параметри утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације с једне, док друга група параметара дефинише величину последица или штете од настанка инцидентне ситуације, с друге стране. Овим кораком се започиње процес процене ризика на основу којег се даје закључак да ли је изабрана траса на основу алтернатива и критеријума дефинисаних у претходним корацима методологије, прихватљива са аспекта дозвољене величине ризика или не.

У оквиру ове тачке су презентирани и појашњени сви параметри који имају утицај на вероватноћу настанка инцидентне ситуације и на величину последица, на основу увида у велики број докумената иностраних аутора (Brockoff, 1992; Fabiano et al., 2002; Kohl et al., 2006; Leonelli et al., 1999; Leonelli et al., 2000; National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996; Nelson and Cataford, 2006; Ormsby and Le, 1988; Saccomanno and Haastrup, 2002; Zografos and Androutsopoulos, 2004) и спроведене анкете експерата од стране аутора рада.

Прва група параметара су **параметри који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације**, и то су:

- категорија саобраћајнице (пута);
- геометријске карактеристике саобраћајнице (пута);
- контрола приступа;
- постојање пружних прелаза;
- стање коловоза;
- величина саобраћајног тока;
- учешће теретних возила у саобраћајном току (% учешћа);
- загушења у саобраћају (однос брзине саобраћајног тока и капацитета саобраћајнице);
- саобраћајне незгоде (укупан број незгода у претходном периоду);

Друга група параметара су параметри који утичу на величину последица од инцидентне ситуације, и то су:

- густина насељености становништва;
- намена земљишта;
- одговор становништва на инцидентну ситуацију;
- утицај на животну средину;
- дренажни систем саобраћајница (систем за исушивање);
- време реакције служби за спашавање (хитна помоћ, ватрогасци и полиција);
- ограничење брзине;
- климатски утицаји (временски услови).

Комбинацијом претходно наведених параметара се формира тзв. „матрица ризика“ на основу које се доноси одлука да ли је одређена деоница у оквиру претходно изабране трасе прихватљива за транспорт опасне робе са аспекта величине апсолутног ризика.

4.6.1. ПАРАМЕТРИ КОЈИ УТИЧУ НА ВЕРОВАТНОЋУ НАСТАНКА ИНЦИДЕНТНЕ СИТУАЦИЈЕ

Дефинисање параметара који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације је од великог значаја за процес процене ризика, односно повезивање вредности ових параметара са вредностима величине ризика. У оквиру ове подтачке рада дат је приказ свих девет параметара, као и модели за прорачун појединих параметара.

А. Категорија саобраћајнице (пута)

Први од девет параметара који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације је **категорија саобраћајнице** односно пута. У зависности од категорије саобраћајнице (пута) зависи и вероватноћа настанка инцидентне ситуације на тај начин што на путевима вишег ранга, односно категорије (нпр. аутопутеви) постоји мања вероватноћа да се догоди инцидентна ситуација, док са смањењем ранга саобраћајнице (пута) расте вероватноћа и највећа је за најнижи ранг саобраћајнице (пута) који задовољава основне услове да би се на њему одвијао транспорт опасне робе (стамбене улице).

У складу са претходно наведеним, за процену вероватноће настанка инцидентне ситуације у зависности од категорије саобраћајнице (пута) у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће категорије, односно рангови саобраћајница (путева), и то:

1. Аутопут или пут намењен кретању моторних возила (мотопут);
2. Главне улице или индустријске главне улице;
3. Индустријске улице;
4. Локалне главне улице или сабирне;
5. Стамбене улице.

Као критеријуми у раду на основу којих је извршена класификација путева за транспорт опасних роба јесу пре свега:

- ширина профила саобраћајнице (пута),
- број саобраћајних трака,
- растојање између раскрсница и др.

Веома важан али и одлучујући критеријум приликом доношења одлуке да ли је одређена саобраћајница или пут подобан за транспорт опасне робе је ширина профила, и на основу великог броја истраживања је утврђено да минимална ширина профила саобраћајнице је неопходно да износи **5 метара**.

На основу истих истраживања саобраћајница би требало да буде двосмерна, али и у недостатку могућих алтернатива могуће је и да једносмерне саобраћајнице уђу у разматрање али оне морају да задовоље основни критеријум ширине профила, односно да им је минимална ширина 5 метара.

Категорија саобраћајнице (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996) може утицати на вероватноћу и учестаност настанка саобраћајне незгоде, ефикасност реакције служби за реаговање у инцидентним ситуацијама (време реакције и сл.), активности везаних за чишћење места на којима се догодила саобраћајна незгода или инцидентна ситуација и може се посматрати најефектније у споју (вези) са другим факторима као што су теренске, климатске карактеристике и загушења у саобраћају. У оквиру модела је овај, као и сви остали параметри посматран у спрези са осталим параметрима, како би се добила једна вредност вероватноће настанка инцидентне ситуације а не више различитих вредности сваког од фактора појединачно.

Б. Геометријске карактеристике саобраћајнице (пута)

Геометријске карактеристике саобраћајнице (пута) обухватају хоризонталне и вертикалне елементе регулације пута и одређују односно утичу на способност возача да безбедно управља моторним возилом. Најважнији елемент хоризонталне

регулације пута представља величина радијуса кривина на траси и она може представљати пресудан али и ограничавајући фактор приликом доношења одлуке о прихватљивости одређене деонице пута. Елементи вертикалне регулације пута који су од великог значаја приликом избора трасе пута за транспорт опасне робе су величина нагиба (% нагиба) пута, нивелација пута и сл.

У зависности од геометријских карактеристика саобраћајнице (пута), односно елемената регулације за ту категорију (ранг) саобраћајнице (пута), зависиће и величина вероватноће настанка инцидентне ситуације. Она ће бити најмања уколико се за одређени ранг саобраћајнице израде елементи регулације који одговарају најстрожијим захтевима дефинисаних одговарајућим стандардима (жељени елементи регулације), док ће највећа вероватноћа настанка инцидентне ситуације бити уколико су елементи регулације израђени са великим одступањима у односу на захтеве дефинисане стандардима.

За процену вероватноће настанка инцидентне ситуације у зависности од геометријских карактеристика саобраћајнице (пута) у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштени следећи захтеви који се односе на геометријске елементе саобраћајнице (пута), и то:

1. Жељени елементи регулације;
2. Већи од прецизираних минималних или максималних елемената регулације;
3. Прецизирани минимални или максимални елементи регулације;
4. Нестандардни елементи регулације;
5. Елементи регулације са озбиљним одступањима од стандарда.

В. Контрола приступа

Контрола приступа се заснива на броју и врсти контроле примењене на раскрсницама дуж трасе намењене транспорту опасне робе.

Према (Nelson and Cataford, 2006) постоје четири различита типа контроле приступа раскрсницама, и то су:

- слободан ток,
- раскрснице на којима се контрола приступа регулише помоћу светлосне сигнализације,
- раскрснице на којима се контрола приступа регулише помоћу вертикалне сигнализације, и
- раскрснице које нису регулисане.

У складу са врстом и степеном регулације на траси за транспорт опасне робе зависи и вероватноћа настанка инцидентне ситуације. Највиши ниво безбедности имају раскрснице које немају конфликтних тачака између возила које опслужују и сигнализане раскрснице, док је највећи ниво ризика на раскрсницама без контроле приступа.

За процену вероватноће настанка инцидентне ситуације у зависности од начина контроле приступа раскрсницама у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштени различити начини контроле приступа примењених на раскрсницама дуж трасе намењене транспорту опасне робе, и то:

- Уређаји за контролу приступа постоје на свим раскрсницама дуж трасе пута намењеног кретању возила која транспортују опасну робу;
- Уређаји за контролу приступа постоје на већини раскрсницама дуж трасе пута намењеног кретању возила која транспортују опасну робу;
- Комбинација контролисаних и неконтролисаних приступа;
- Ограничена контрола приступа;
- Раскрснице без контроле приступа.

Г. Постојање пружних прелаза

Постојање пружних прелаза на траси пута којом се транспортује опасна роба представља велику опасност са гледишта настанка саобраћајне незгоде (инцидентне ситуације) због чињенице да је велики зауставни пут кочења локомотиве.

Са циљем контроле овог фактора ризика растојање прегледности возила које транспортује опасну робу мора бити оптимизовано. Тако на пример пружни прелази код којих не постоје рампе за најаву наиласка воза (тзв. необезбеђени пружни прелази) се сматрају изузетно опасним и носе највиши степен ризика, док код пружних прелаза који имају уређаје за најаву наиласка воза и уређаје за аутоматско спуштање и подизање рампи је најмања вероватноћа настанка инцидентне ситуације. Поред начина обезбеђења пружног прелаза од великог утицаја на величину вероватноће настанка инцидентне ситуације има и брзина кретања возила које транспортује опасну робу, због прегледности, односно дужине зауставног пута.

За процену вероватноће настанка инцидентне ситуације у зависности од начина обезбеђења пружних прелаза и брзине кретања возила при наиласку пружном прелазу, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштени различити начини обезбеђења пружних прелаза дуж трасе намењене транспорту опасне робе, и то:

- Прелазак малом брзином преко пружног прелаза са сигналним уређајима и активним рампама;
- Прелазак средњом брзином преко пружног прелаза са сигналним уређајима и активним рампама;
- Прелазак средњом брзином са сигналним уређајима или активним рампама;
- Прелазак средњом брзином без сигналних уређаја са рампама које се ручно подижу и спуштају;
- Пружни прелази без рампи (необезбеђени пружни прелази).

Поред начина регулисања пружних прелаза за анализу ризика је важан и њихов број на траси пута, тако да ће траса са већим бројем пружних прелаза имати виши степен ризика од оне која нема или има мањи број.

Д. Стање коловоза

Стање коловоза такође утиче на вероватноћу настанка инцидентне ситуације и дефинише се преко индекса квалитета коловозног застора (PQI - Pavement Quality Index) који у зависности од квалитета коловозног застора може имати вредности од 0 до 10, где 10 представља највиши квалитет коловозног застора (нови коловозни застор), док 0 преставља коловоз који је неопходно реновирати. Вероватноћа настанка инцидентне ситуације је у директној зависности у односу на стање коловоза дуж посматране трасе којом се крећу возила која транспортују опасну робу, и највећа је када је стање коловоза ЛОШЕ (PQI<2), док је најмања када је стање коловоза ОДЛИЧНО (PQI>8).

За процену вероватноће настанка инцидентне ситуације у зависности од квалитета коловозног застора, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштена различита стања коловозног застора која су у директној вези са величином вероватноће настанка инцидентне ситуације дуж трасе намењене транспорту опасне робе, и то:

- Одлично стање коловоза (PQI>8);
- Врло добро стање коловоза (7 - 8);
- Добро стање коловоза (4 - 6);
- Задовољавајуће стање коловоза(2 - 3);
- Лоше стање коловоза (PQI<2).

Ђ. Величина саобраћајног тока

Величина саобраћајног тока је дефинисана величином просечног годишњег дневног саобраћаја (у даљем тексту ПГДС) за одређену деоницу у одређеном временском пресеку. За потребе анализе вероватноће настанка инцидентне ситуације за прорачун је узета вредност ПГДС-а у јединицама возила на дан. Разлог за избор ове временске компоненте је тај што су и матрице изворно - циљних кретања возила која транспортују опасну робу рађене за овај период, односно вршено је такође и оптерећење мреже саобраћајница за исти период.

ПГДС представља квантитативну меру дневног кретања возила на одређеној деоници пута који може указати на величину загушења на деоници пута или на величину ризика који се везује за вероватноћу настанка инцидентних ситуација (саобраћајних незгода) на деоници пута. Вредност ПГДС-а је у директној зависности за величином вероватноће настанка инцидентне ситуације, тако што је вероватноћа нижа што је мањи ПГДС, односно са повећањем ПГДС-а расте и вероватноћа настанка инцидентне ситуације.

За процену вероватноће настанка инцидентне ситуације у зависности од величине саобраћајног тока, односно ПГДС-а, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене различите вредности овог параметра, и то:

- Величина саобраћајног тока мања од 10.000 возила на дан;
- Величина саобраћајног тока између 10.000 и 30.000 возила на дан;
- Величина саобраћајног тока између 30.000 и 45.000 возила на дан;
- Величина саобраћајног тока између 45.000 и 90.000 возила на дан;
- Величина саобраћајног тока већа од 90.000 возила на дан;

Е. Учешће теретних возила у саобраћајном току

Поред вредности величине саобраћајног тока, веома важан параметар који утиче на вероватноћу настанка инцидентне ситуације јесте структура саобраћајног тока, односно заступљеност теретних возила. Имајући у виду чињеницу да структуру саобраћајног тока сачињавају различите категорије возила од мотоцикала, путничких аутомобила, па све до тешких теретних возила, за процену ризика од великог је значаја поседовати податке о структури саобраћајних токова на одређеној деоници дуж трасе којом се крећу возила која транспортују опасну робу, односно поседовати податке о процентуалној заступљености теретних возила у саобраћајном току.

Укупан број теретних возила се добија када се сумирају подаци о броју лаких теретних возила, средње тешких теретних возила и тешких теретних возила на одређеној деоници у одређеном временском периоду. Процентуална заступљеност, односно учешће теретних возила у саобраћајном току се добија

када се претходно добијена вредност подели са укупним бројем возила на тој деоници за одређен временски период. За анализу ризика у оквиру модела за његов прорачун меродавна је дневна вредност, како је то напоменуто код анализе претходног параметра (величине саобраћајног тока).

Многобројним истраживањима је утврђено да вероватноћа настанка инцидентне ситуације расте са порастом процентуалне заступљености теретних возила у саобраћајном току.

За процену вероватноће настанка инцидентне ситуације у зависности од процентуалне заступљености теретних возила у саобраћајном току, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће вредности овог параметра, и то:

- Мање од 5%;
- Између 5 и 9%;
- Између 10 и 15%;
- Између 16 и 20%;
- Више од 20%.

Ж. Загушења у саобраћају

Загушења у саобраћају (однос брзине саобраћајног тока и капацитета саобраћајнице) директно утичу на вероватноћу настанка ризика, односно настанка инцидентне ситуације, тако што повећање загушења може директно утицати на повећање броја возила који безбедно могу да користе одређену деоницу пута односно директно утиче на повећање вероватноће настанка инцидентне ситуације.

Загушења на вишетрачним и аутопутевима (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996) су директно повезана са нивоом услуге посматраног пута која укључује факторе брзине, времена путовања, ометања у току, слободу маневрисања, безбедност, комфор вожње и оперативне трошкове за одређену вредност величине саобраћајног тока. Загушења у саобраћају имају велики утицај на повећање стопе саобраћајних незгода због повећања конфликтних ситуација између возила у саобраћајном току и због учестане „крени-стани“ вожње.

Саобраћајне незгоде са учешћем појединачног возила резултирају са једним од два сценарија:

1. На путу постоји релативно мала густина саобраћаја и брзина вожње је условљена само одлукама сваког појединачног возача возила а не брзинама возила у њиховом окружењу. Незгода настаје када возач који управља моторним возилом вози већом брзином него што је

пројектована брзина за кретање возила за ту вртсу пута и/или за постојеће климатске услове.

2. Постоји загушење. Возач покушава да избегне саобраћајну незгоду са више возила и предузима акцију избегавања удара у друга возила и на крају напушта пут.

Из разлога што су саобраћајне незгоде са учешћем појединачног возила веома учестале, посебно када се ради о возилима која транспортују опасну робу (нпр. цурење опасне материје и њено изливање из товарног простора, губитак паковања опасне робе из товарног простора возила и сл.), загушења у саобраћају се појављују као важан фактор у одређивању не само фреквенције настанка саобраћајних незгода него и њихове тежине.

Загушења могу утицати и на последице од саобраћајних незгода са учешћем возила које транспортује опасну робу. Уколико је време за долазак на место незгоде продужено или је ограничен приступ службама за хитно реаговање последице могу бити много веће него када нема загушења. Такође са већим загушењима и изложеност моторизованих корисника опасној роби је продужена у близини места незгоде и у оквиру зоне утицаја опасне робе, као и корисника који се својим возилима крећу тракама из супротног смера.

Кашњења у транспорту су веома важан фактор приликом избора трасе пута између алтернатива из разлога што се дуже опасна роба налази у саобраћајном току то је већа вероватноћа настанка саобраћајне незгоде са учешћем возила које транспортује опасну робу. Кашњења могу бити узрокована загушењима на појединим деоницама пута у одређеним временским периодима у току дана и ноћи. Они могу бити функција максимално безбедне брзине за одређену категорију пута.

За процену вероватноће настанка инцидентне ситуације у зависности од загушења у саобраћају (однос брзине саобраћајног тока и капацитета саобраћајнице), у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће вредности овог параметра, и то:

- Однос брзине саобраћајног тока и капацитета саобраћајнице мањи од 0,5;
- Однос брзине саобраћајног тока и капацитета саобраћајнице између 0,5 и 0,7;
- Однос брзине саобраћајног тока и капацитета саобраћајнице између 0,7 и 0,9;
- Однос брзине саобраћајног тока и капацитета саобраћајнице између 0,9 и 1,2;
- Однос брзине саобраћајног тока и капацитета саобраћајнице већи од 1,2.

3. Саобраћајне незгоде

Статистика везана за саобраћајне незгоде представља квантитативан и показатељ нивоа ризика у претходном периоду за одређену деоницу пута или раскрсницу, и одсликава актуелно стање безбедности саобраћаја за одређену деоницу (U.S. Department of Transportation - Federal Motor Carrier Safety Administration, 2001; Department of Urban and Transport Planning, 2008f).

У раду меродаван показатељ везан за саобраћајне незгоде представља **број саобраћајних незгода по километру годишње** на одређеној деоници пута за све категорије возила.

Вероватноћа да возило које транспортује опасну робу учествује у саобраћајној незгоди ће се разликовати у зависности од пређеног пута.

Вероватноћа настанка саобраћајне незгоде или очекивани број саобраћајних незгода на деоници трасе којом се транспортује опасна роба може изразити се као (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996):

$$P_a = A \times L_s$$

где је:

P_a - вероватноћа настанка саобраћајне незгоде дуж деонице трасе пута;

A - стопа саобраћајних незгода или број саобраћајних незгода по возило километру дуж деонице трасе пута;

L_s - дужина деонице пута у километрима;

Када се посматра стопа саобраћајних незгода, идеална мера би била она која укључује саобраћајне незгоде:

1. у којима су учествовала само возила која транспортују опасну робу;
2. које су се десиле дуж одређене трасе или деонице пута;
3. које су имале за последицу ослобађање (истицање, испаравање) опасних роба;

Нажалост, ова врста информација је генерално недоступна због мале фреквенције настанка ове врсте саобраћајних незгода. Када информације о саобраћајним незгодама са учешћем возила које транспортују опасну робу нису познате или су непотпуне, подаци о стопи саобраћајних незгода за комерцијална возила или за сва возила могу се узети у прорачун.

Веома важна чињеница код одређивања стопе саобраћајних незгода јесте да се она може утврдити на основу броја саобраћајних незгода у периоду од најмање **три године**.

Без обзира на извор података о стопи саобраћајних незгода, веома је важно да се користе подаци исте врсте за све алтернативне трасе које се узимају у прорачун.

Уколико није позната стопа саобраћајних незгода за одређену деоницу пута или за целокупну трасу пута, поставља се питање да ли постоји алтернативни начин утврђивања ове величине?

Група експерата из Илиноиса у Сједињеним Америчким Државама је на основу опсежних истраживања и на основу тестирања разних врста расподела (нормалне, експоненцијалне и др.) утврдила зависност између стопе саобраћајних незгода и нивоа загушења у саобраћајном току (односно величине саобраћајног тока) и та зависност је представљена као:

$$A = 0.004 \cdot PGDS^{0.66} \text{ где је:}$$

A - стопа саобраћајних незгода (саобраћајних незгода по километру);

PGDS - просечан годишњи дневни саобраћај (возила дневно);

За процену вероватноће настанка инцидентне ситуације у зависности од броја саобраћајних незгода на одређеној деоници у оквиру трасе пута, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће вредности овог параметра, и то:

- Мање од 2 саобраћајне незгоде по километру годишње;
- Од 2 до 7,4 саобраћајне незгоде по километру годишње;
- Од 7,5 до 35 саобраћајних незгода по километру годишње;
- Од 36 до 75 саобраћајних незгода по километру годишње;
- Више од 75 саобраћајних незгода по километру годишње;

На основу презентираних параметара који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације, може се закључити да је за њихово дефинисање неопходна огромна база података и перманентно праћење промене ових параметара како би могло да се утиче на смањење вероватноће настанка инцидентне ситуације односно на смањење величине ризика.

4.6.2. ПАРАМЕТРИ КОЈИ УТИЧУ НА ВЕЛИЧИНУ ПОСЛЕДИЦА

Како би се квантификовале величине последица од инцидентне ситуације неопходно је поред параметара који ће у оквиру ове тачке бити дефинисани познавати и врсту опасне робе односно њене карактеристике и нивое опасности као и утицајну зону за ту врсту опасне робе, што је детаљно објашњено у оквиру тачке 4.2. овог рада.

А. Густина насељености становништва

Број становника који је изложен деловању опасне робе је кључан фактор у одређивању последица од саобраћајних незгода са учешћем возила која транспортују опасну робу, у процени ризика и у одређивању траса за транспорт опасне робе. Број становника који су потенцијално изложени деловању опасних роба може се одредити на основу **густине насељености појединих категорија становништва** (станара, запослених, моторизованих становника), или комбинацијом ове три променљиве.

Како би што прецизније утврдили густину насељености становника на одређеној деоници пута неопходно је израчунати укупну површину подручја које се налази у оквиру зоне утицаја опасне робе. Међутим, за разлику од површине подручја које се налази у утицајној зони деловања опасне робе коју је веома лако одредити, утврђивање броја становника је веома тешко утврдити. Разлог за овакву констатацију лежи у чињеници да у оквиру одређене зоне утицаја (која је фиксна величина) у зависности од временског периода број становника није исти те према томе ни густина становника као један од главних показатеља величине последица није иста.

Приликом утврђивања броја становника мора се узети у обзир дужина времена у оквиру које је велика густина становника у посматраној области а која је узрокована доласком запослених, моторизованог становништва и других становника у ту област. На основу великог броја истраживања утврђено је да постоје велика одступања приликом дефинисања одређених категорија становника и најбоље је за прорачун користити податке о структури становника добијене од локалних власти или спровести анкету о дневним миграцијама становника у посматраној области према њиховој структури.

Као добар пример за одређивање броја станара у одређеној зони утицаја опасне робе је Студија (National Highway Institute and Federal Highway Administration, 1996) која се односи на транспорт опасних роба у Кливленду која апроксимира да је укупан број станара у току дана сума становника које је старије од 65 година и двоструког броја становника које је млађе од 6 година. Становништво које је млађе од 6 година је множено са два из разлога што у дому мора бити барем једна особа која пази на њих.

Укупан број становника који се налази у зони утицаја опасне робе за одређену деоницу у оквиру предложене методологије утврђивања ризика је рачунат као

збир становника који се налазе на путу у својим превозним средствима (путничким аутомобилима, аутобусима, и др.) и становника који у тој зони станују, раде и сл., односно:

$$P_{uk} = P_M + P_{RZ}, \text{ где је:}$$

P_{uk} - укупан број становника који се налази у зони утицаја опасне робе на деоници трасе пута;

P_M - број становника који се налазе у превозним средствима;

P_{RZ} - број становника који станује, ради и сл. у посматраној зони;

Начин утврђивања броја становника који станује, ради и уопште мигрира из и у зону је приказан у претходном тексту, а како би дошли до укупног броја становника неопходно је утврдити и број становника који се налази у превозним средствима.

Број становника који се налазе у превозним средствима се може добити на основу суме производа броја возила према њиховој структури и просечне попуњености, односно просечног броја особа који се налази у возилу за сваки тип возила посебно за посматрану деоницу, односно:

$$P_M = n_{PA} \cdot \bar{P}_{PA} + n_{BUS} \cdot \bar{P}_{BUS} + n_{TV} \cdot \bar{P}_{TV}, \text{ где је:}$$

n_{PA} - број путничких аутомобила у саобраћајном току;

\bar{P}_{PA} - просечан број особа у путничком аутомобилу;

Уколико нису познати подаци о структури саобраћајног тока већ постоје подаци о укупној величини саобраћајног тока по сатима у току дана, укупан број становника који се налази у возилу се добија множењем укупног броја возила и просечне попуњености која износи три особе по возилу.

Густина насељености становништва (по km^2) која се користи као један од параметара за дефинисање величине последица, добија се као количник укупног броја становника који се налази у оквиру зоне утицаја опасне робе и површине зоне утицаја опасне робе за посматрану деоницу трасе пута.

За утврђивање величине последица од инцидентне ситуације у односу на густину насељености становништва на одређеној деоници у оквиру трасе пута, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће вредности овог параметра, и то:

- Густина насељености становништва мања од 500 становника по km^2 ;
- Густина насељености становништва од 500 до 1250 становника по km^2 ;

- Густина насељености становништва од 1250 до 2600 становника по км²;
- Густина насељености становништва од 2600 до 4500 становника по км²;
- Густина насељености становништва мања од 500 становника по км²;

Б. Намена површина

Намена површина има веома важну улогу приликом анализе утицаја опасне робе, односно величине могућих последица. Подручја са великим учешћем земљишта које је намењено становању имаће већи степен ризика него оно подручје на којем нема објеката или пак не постоји његова класификација према намени. Према томе, подручја са већим учешћем намене површина за становање имаће највиши степен ризика док ће површине намењене индустрији имати много нижи ниво ризика, док површине земљишта без намене ће имати занемарљив ниво ризика, што је презентирано у оквиру модела.

За утврђивање величине последица од инцидентне ситуације у односу на намену површина на одређеној деоници у оквиру трасе пута, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће врсте намене површина, и то:

- Широко подручје земљишта без намене;
- Узак подручје земљишта без намене;
- Индустријско земљиште;
- Комерцијално земљиште;
- Становање;

В. Одговор становника на инцидентну ситуацију

Веома важан параметар који је од великог утицаја на величину последица од инцидентне ситуације је одговор становника на инцидентну ситуацију који показује способност становника да се евакуишу из угроженог подручја брзо и ефикасно.

У моделу овај параметар је дефинисан бројем објеката посебне намене који се налазе у зони утицаја опасне робе за деоницу трасе пута, из разлога што ће у зависности од броја ових објеката и зависити брзина евакуације и њена ефикасност. Што је већи број објеката ове врсте биће теже и спорије извршити процес евакуације.

У моделу је дат степен ризика за овај параметар, где је наведено да је веома висок ниво ризика када на деоници пута у зони утицаја опасне робе постоји више од 4

објекта посебне намене, док је занемарљив ризик уколико не постоји ова врста објеката на посматраној деоници.

Пример објеката за специјалне намене обухвата школе, болнице, старачке домове, тржне центре, спортске стадионе, паркове и др. и карактерише их ограничена могућност корисника ових објеката за евакуацијом и велика концентрација људи на малом простору.

За утврђивање величине последица од инцидентне ситуације у односу на одговор становника на инцидентну ситуацију на одређеној деоници у оквиру трасе пута, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће вредности овог параметра, и то:

- Нема објеката специјалних намена на посматраном подручју;
- Постоји 1 објекат за специјалне намене;
- Постоје 2 - 3 објекта за специјалне намене;
- Постоје 3 - 4 објекта за специјалне намене;
- Постоји више од 4 објекта за специјалне намене.

Г. Утицај на животну средину

Утицај на животну средину се заснива на утврђивању да ли траса пута пролази или не поред осетљивих подручја животне средине, водотокова, паркова и др. како би се у случају настанка инцидентне ситуације могла предвидети величина последица.

У зависности од положаја трасе пута у односу на осетљиве области зависи и величина ризика односно последица од инцидентне ситуације, тако да ће највећи ризик бити у случају уколико траса пута пролази поред или пак пресеца осетљиве области животне средине док ће најмањи ризик бити уколико зона утицаја опасне робе не пресеца и не додирује ове осетљиве површине.

За утврђивање величине последица од инцидентне ситуације у односу на параметар утицај на животну средину на одређеној деоници у оквиру трасе пута, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће врсте утицаја на животну средину, и то:

- Топографија терена смањује последице од изливања опасне робе;
- Траса пута се не налази у близини речних токова;
- Траса пута се налази на косини или узвишењу у односу на оближње речне токове;

- Траса пута се налази у близини речних токова, паркова;
- Траса пута пролази поред осетљивих површина животне средине.

Д. Дренажни систем саобраћајница

Дренажни систем (систем за исушивање) је од великог значаја када се посматрају величине последица приликом истицања опасне робе из транспортног суда. У зависности од типа дренаже зависиће и ниво ризика, тако да је највиши ризик за отворене дренажне системе каналског типа који имају велики нагиб, док је најмањи за деонице које поседују ивичњаке без отвореног дренажног система.

За утврђивање величине последица од инцидентне ситуације у односу на врсту дренажног система на одређеној деоници у оквиру трасе пута, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће врсте дренажних система, и то:

- Ивичњаци без отвореног дренажног система;
- Ивичњаци са одводним каналима са контролисаним падом;
- Ивичњаци са одводним каналима без контролисаног пада;
- Отворени канали са минималним нагибом;
- Отворени канали са великим нагибом.

Ђ. Способност служби за хитне интервенције

Способности службе за хитне интервенције (време реакције ватрогасне службе, полиције, хитне помоћи) могу имати критичан утицај за одређивање последица од саобраћајних незгода са учешћем возила која транспортују опасну робу. Главни елементи које треба размотрити укључују доступност (поседовање) опреме, материјала и адекватно обучено особље, њихово средње време доласка до потенцијално угрожених утицајних зона дуж трасе пута (време реаговања) и доступност тачних и потпуних информација са места незгоде.

Од великог је значаја одредити број прописно обучених и опремљених ватрогасних бригада за реаговање у року до 10 минута од базе до било које тачке дуж трасе пута који је обухваћен анализом како би се утврдили ефекти деловања ових служби на ублажење последица од незгоде са учешћем возила које транспортује опасну робу. Посебну пажњу треба обратити за проналажење минималних захтева обучености извршилаца у руковању опасном робом (организовати обуку, семинаре за извршиоце и сл.) као и доступности материјала и опреме за санирање последица незгода са опасном робом (нпр. опрема за заштиту на раду, хемијски агенси, опрема за давање прве помоћи, опрема за сузбијање пожара и сл.).

Време реаговања служби за хитне интервенције је веома важан параметар који је у директној вези са величином последица од инцидентне ситуације, односно веће су последице уколико је време реаговања служби дуже, и обрнуто. У моделу је разматрано само време реаговања служби за хитне интервенције као параметар који утиче на величину последица од инцидентне ситуације, док је опремљеност и обученост особља ових служби посматрана као адекватна за интервенције са било којом врстом опасне робе.

За утврђивање величине последица од инцидентне ситуације у односу на време реаговања служби за хитне интервенције на одређеној деоници у оквиру трасе пута, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће вредности овог параметра, и то:

- Време реаговања служби за хитне интервенције је краће од 3 минута;
- Време реаговања служби за хитне интервенције је између 3 и 4 минута;
- Време реаговања служби за хитне интервенције је између 4 и 7 минута;
- Време реаговања служби за хитне интервенције је између 7 и 8 минута;
- Време реаговања служби за хитне интервенције је дуже од 8 минута.

Е. Ограничење брзине кретања возила

Ограничење брзине на деоницама дуж трасе пута којим се крећу возила која транспортују опасну робу је у директној корелацији са величином последица од инцидентне ситуације. Тако да што је веће ограничење брзине, последице од инцидентне ситуације ће бити мање, и обрнуто.

Међутим, за возила која транспортују опасну робу не важе ограничења брзине која су дефинисана вертикалном или било којом другом врстом саобраћајне сигнализације на одређеној деоници пута, већ за њих важе строжији критеријуми. За њих је прописано да се морају кретати брзином која је за 20% мања од дозвољене брзине за ту деоницу пута, с тим што је максимална дозвољена брзина за ову врсту возила 80 километара на час. Ово је из разлога што се са повећањем брзине кретања возила које транспортује опасну робу знатно повећава величина ризика, односно последице од инцидентне ситуације. Али треба имати у виду такође и чињеницу да је за возила која транспортују отровне материје максимално дозвољена брзина 60 километара на час.

За утврђивање величине последица од инцидентне ситуације у односу на ограничење брзине кретања возила на одређеној деоници у оквиру трасе пута, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће вредности овог параметра, и то:

- Ограничење брзине мање од 30 km/h;

- Ограничење брзине од 30 до 50 km/h;
- Ограничење брзине од 50 до 80 km/h;
- Ограничење брзине од 80 до 100 km/h;
- Ограничење брзине веће од 100 km/h.

Треба напоменути да су вредности параметра ограничења брзине кретања возила дефинисане саобраћајном сигнализацијом и да се оне узимају за сваку деоницу дуж трасе из катастра саобраћајне сигнализације.

Ж. Климатски утицај

Климатски утицај, односно временске прилике су од великог значаја за величину последица од инцидентне ситуације. Веома је важно знати какве временске прилике владају у оквиру одређеног подручја дуж трасе пута којим се крећу возила која транспортују опасну робу.

За дефинисање овог параметра је неопходно поседовати податке од хидрометеоролошког завода о количини падавина, броју дана када дува ветар, брзини ветра, у којим месецима и колико често се јавља магла и сл. Како би се што лакше квантификовао ризик помоћу овог параметра, на основу искустава из различитих делова света дефинисане су величине последица у зависности од климатских утицаја и убачени у модел за прорачун нивоа ризика.

Према претходно наведеном, за утврђивање величине последица од инцидентне ситуације у односу на климатске утицаје на одређеној деоници у оквиру трасе пута, у модел за процену величине апсолутног ризика су уврштене следеће врсте климатских утицаја овог параметра, и то:

- Без ветра, нормалан ваздушни притисак;
- Без ветра, низак ваздушни притисак;
- Ветар константног смера до 10 км/час, низак ваздушни притисак;
- Ветар променљивог смера до 20 км/час, низак ваздушни притисак;
- Ветар променљивог смера преко 20 км/час, низак ваздушни притисак.

Након дефинисања свих параметара који улазе у модел за прорачун ризика неопходно је дефинисати њихове степене утицаја, односно повезати вредности сваког од дефинисаних параметара посебно са величином ризика и утврдити њихове тежинске факторе, што представља девети корак у оквиру дефинисане методологије.

4.5. СТЕПЕН УТИЦАЈА И ТЕЖИНСКИ ФАКТОРИ ДЕФИНИСАНИХ ПАРАМЕТАРА

Након дефинисана параметара неопходних за анализу ризика приликом избора трасе за транспорт опасних роба, неопходно је дефинисати и критеријуме за нивое ризика као и начин за дефинисање тежинских фактора као неопходне елементе модела.

За сваки претходно дефинисан параметар неопходно је утврдити ниво ризика, односно квантификовати ризик. Да би се то постигло потребно је дефинисати интервал вредности које може да узима ризик, у зависности од његовог нивоа.

Како је познато да ризик представља комбинацију вероватноће настанка инцидентне ситуације и величине последица инцидентне ситуације неопходно је прво дефинисати које вредности могу да узимају ова два елемента која дефинишу ризик, односно ниво ризика.

Вероватноћа настанка инцидентне ситуације представља компоненту за дефинисање ризика која може да узима вредности од 0 до 1, при чему 0 представља вредност да се неће догодити инцидентна ситуација, док вредност 1 представља изванредан догађај, односно да ће сигурно доћи до настанка инцидентне ситуације. Ради лакшег квантификовања ризика у моделу су коришћене вредности вероватноће настанка инцидентне ситуације у распону од 0 до 100.

Исто тако и за величину последица су узете вредности у распону од 0 до 100, с тим што 0 представља вредност да нема никакве штете причињене над елементима изложених дејству хазарда, док 100 представља вредност тоталне штете над елементима изложеним дејству хазарда.

Пошто ризик представља комбинацију претходна два елемента, сходно томе и вредности ризика које може да има одређени параметар узимају вредности од 0 до 100, где 0 представља вредност где не постоји ризик, док 100 представља највиши могући ниво ризика. Како би се повећала осетљивост анализе, за различите нивое ризика дефинисане су вредности, односно извршено је класирање у односу на ниво ризика, што је приказано у табели 4.5.

Табела 4.5. Вредности нивоа ризика

Ниво ризика	Средина класе и одступање	Класа
Занемарљив	5 (5)	0 - 10
Низак	20 (10)	11 - 30
Умерен	50 (20)	31 - 70
Висок	80 (10)	71 - 90
Веома висок	95 (5)	91 - 100

На основу података презентираних у табели 4.5. се може закључити да је дефинисано 5 нивоа ризика и да ширина класе за сваки ниво ризика посебно није иста и креће се у дијапазону од 10 до 40. Како би се што више упростио прорачун за меродавне вредности нивоа ризика могу се узети вредности средине класе, а уколико је неопходно спровести дубљу анализу могуће је помоћу интерполације добити тачну вредност нивоа ризика за посматрани параметар, чиме се добија реална вредност нивоа ризика. На основу приказа сваког параметра посебно у претходне две тачке рада, може се уочити да сваки параметар може имати 5 различитих вредности и свакој вредности од тих параметара су додељиване адекватне вредности нивоа ризика, што ће бити детаљно појашњено у наредној тачки рада.

Како би резултати анализе процене ризика били што приближнији реалном стању, у складу са различитим степеном важности дефинисаних параметра, неопходно је утврдити тежинске факторе за сваки параметар посебно.

Како би се отклонила било каква субјективност у одређивању тежинских фактора, за њихово дефинисање неопходно је спровести анкету експерата, који на основу свог мишљења о степену важности презентираних параметара врше њихово рангирање.

За сваки понуђени параметар експерти су заокруживањем једног од понуђених пет одговора додељивали степен значајности сваком параметру посебно.

Експерти су подељени у три групе компетентности, при чему су појединачни ставови једне групе експерата множени „пондером компетентности“ по методологији која је уобичајена код такве врсте истраживања. Ставови и мишљења експерата су затим на одговарајући начин обрађени и приказани.

Прву групу (Е1), чине експерти који имају одговарајуће научне степене, и дугогодишња практична искуства из области транспорта опасне робе, односно управљања ризиком у транспорту опасне робе.

За ову групу експерата усвојен је пондер компетентности $P1=1,5$.

Другу групу (Е2) чине експерти који се дуго година баве проблемима у најужој области за коју су ставови истраживани, односно област транспорта опасне робе.

За ову групу усвојен је пондер компетентности $P2=1,2$.

Трећу групу (Е3) чине експерти који се дуго година баве шире проблемима везаним за саобраћај и транспорт опасне робе.

За ову групу усвојен је пондер компетентности $P3=1,0$.

Анкетни образац је обухватио 24 параметра и 25. параметар ризика (остало) и сваки од експерата се на основу свог мишљења изјашњавао о величини утицаја сваког параметра посебно.

Величина утицаја сваког од параметара посебно наведених у анкетном обрасцу у зависности од њиховог степена утицаја на избор трасе за кретање возила које транспортује опасну робу је дефинисана скалом од 0 до 4, где је:

- 0 – без значаја;
- 1 – мале значајности;
- 2 – значајан;
- 3 – веома значајан;
- 4 – критичан утицај.

На основу изјашњавања експерата, добијени су тежински фактори сваког од понуђених параметара.

Нацрт анкетног обрасца дат је у прилогу рада.

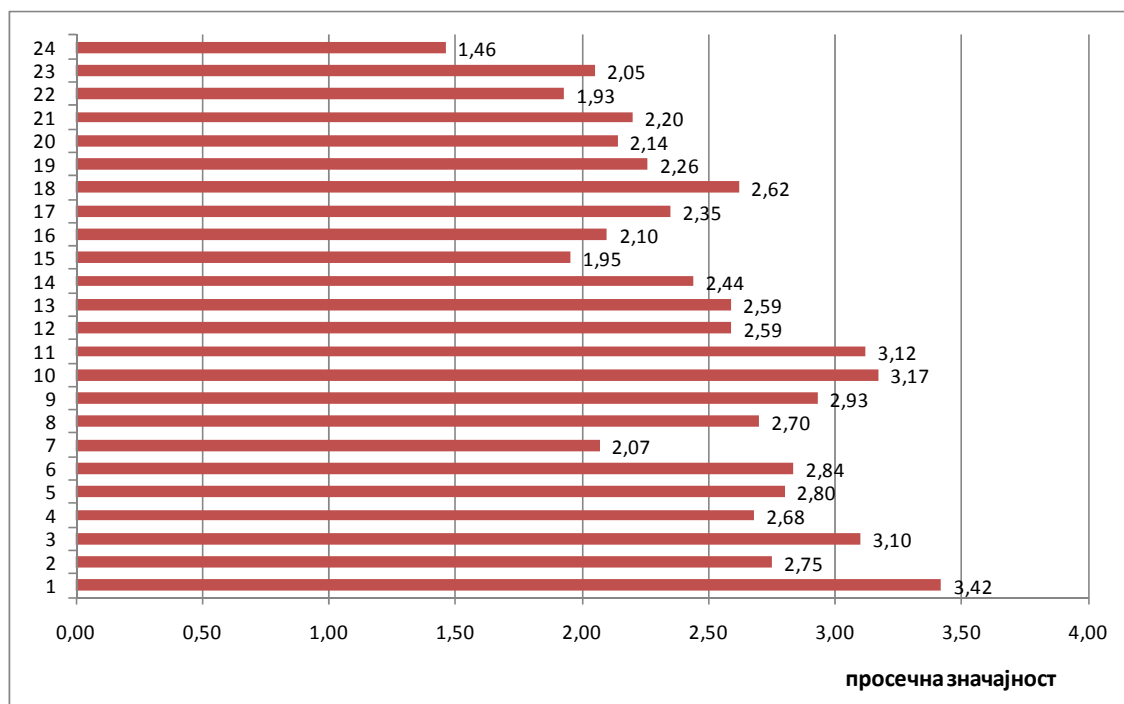
Од укупно 15 експерата, од којих је тражено учешће у анкети, њих 12 се одазвало позиву и дало је своје мишљење о степену утицаја параметара на избор трасе за транспорт опасне робе, а њихов списак дат је у прилогу рада.

Средња вредност значајности сваког параметра посебно добијена је тако што се мишљење о степену утицаја одређеног параметра на избор трасе за кретање возила које транспортује опасну робу од стране сваког експерта (од 0 до 4), множило са њиховим степеном компетентности (1, 1,2 или 1,5) и сумирало, а потом та сума делила са укупним бројем изјашњавања експерата помножених њиховим степенима компетентности.

У табели 4.6. и на слици 4.3. дат је приказ резултата анкете експерата, односно просечна значајност сваког од параметра посебно који су се налазили у оквиру анкетног обрасца.

Табела 4.6. Приказ резултата анкете експерата

Редни број у оквиру анкетног обрасца	Параметар	Средња вредност значајности
1.	Густина насељености становништва	3,42
10.	Зоне утицаја и ризика сваке врсте и количине опасних материја	3,17
11.	Локације природних богатстава (изворишта, шуме)	3,12
3.	Број и локација објеката посебне намене (школе, болнице)	3,10
9.	Врста и количина опасне материје	2,93
6.	Могућност избора алтернативних путева	2,84
5.	Локација и брзина реакције служби за реаговање у случају инцидентне ситуације (ватрогасци, МУП)	2,80
2.	Намена површина	2,75
8.	Климатски утицаји (ветар, киша, снег)	2,70
4.	Подаци о саобраћајним незгодама у претходном периоду	2,68
18.	Величина саобраћајног тока (број возила у току дана)	2,62
12.	Врста пута (број трака, и сл.)	2,59
13.	Управљање кретањем возила	2,59
14.	Геометријске карактеристике пута и дизајн	2,44
17.	Загушења у саобраћају	2,35
19.	Процент учешћа теретних возила у саобраћајном току	2,26
21.	Стање коловозног застора	2,20
20.	Степен обезбеђења пружних прелаза на траси (да ли постоје рампе или не и сл.)	2,14
16.	Степен контроле приступа (да ли је приступ свим раскрсницама на траси регулисан светлосном сигнализацијом, само одређен број)	2,10
7.	Висина препуста надвожњака и мостова	2,07
23.	Конфигурација терена	2,05
15.	Ограничење брзине кретања	1,95
22.	Ограничења у носивости и димензијама возила	1,93
24.	Врста дренажног система пута	1,46



Слика 4.3. Средња вредност значајности сваког од параметра у оквиру анкете експерата

Највећи степен значајности експерти су дали параметру „густина насељености становништва“, са средњом вредности значајности од 3,42, односно 66% експерата је оценило овај параметар као параметар са критичним степеном утицаја на избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу. Други параметар по степену утицаја је „зона утицаја и ризика сваке врсте и количине опасних материја“ са средњом вредности значајности од 3,17, док на трећем месту по степену утицаја је параметар „локације природних богатстава (изворишта, шуме)“ са средњом вредности значајности од 3,12.

Велики степен утицаја експерти су дали и параметрима „број и локација објеката посебне намене (школе, болнице)“ и „врста и количина опасне материје“, са средњом вредности значајности од 3,10 и 2,93 респективно.

На основу резултата анкете, односно средње вредности значајности, за параметре који се користе у моделу за избор траса, како за групу параметара који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације, тако и за параметре који утичу на величину последица, утврђени су тежински фактори.

Тежински фактор сваког од параметра посебно је одређен на основу количника средње вредности значајности тог параметра и средње вредности просечне значајности свих параметара који припадају тој групи параметара (групи параметара који утичу на вероватноћу настанка ризика или групи параметара који утичу на величину последица од инцидентне ситуације). Тежински фактори за параметре који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације, дати су у табели 4.7.

Табела 4.7. Тежински фактори за параметре који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације

Параметар	Средња вредност значајности	Тежински фактор
Подаци о саобраћајним незгодама у претходном периоду	2,68	1,1282
Врста пута (број трака, исл.)	2,59	1,0903
Геометријске карактеристике пута и дизајн	2,44	1,0271
Степен контроле приступа (да ли је приступ свим раскрсницама на траси регулисан светлосном сигнализацијом, само одређен број и др.)	2,10	0,8840
Загушења у саобраћају (однос брзине тока и капацитета саобраћајнице)	2,35	0,9892
Величина саобраћајног тока (број возила у току дана)	2,62	1,1029
Процент учешћа теретних возила у саобраћајном току	2,26	0,9514
Степен обезбеђења пружних прелаза на траси (да ли постоје рампе или не и сл.)	2,14	0,9008
Стање коловозног застора	2,20	0,9261

Од параметара који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације, експерти су највећи значај дали параметру „подаци о саобраћајним незгодама у претходном периоду“ са средњом вредности значајности 2,68, односно тежинским фактором 1,1282. На другом месту је параметар „величина саобраћајног тока (број возила у току дана)“ са средњом вредности значајности 2,62 (тежински фактор 1,1029), а трећи је параметар „врста пута (број саобраћајних трака, исл.)“ са средњом вредности значајности 2,59 (1,0903).

Приказ тежинских фактора за параметре који утичу на величину последица, дати су у табели 4.8.

Табела 4.8. Тежински фактори за параметре који утичу на величину последица инцидентне ситуације

Параметар	Средња вредност значајности	Тежински фактор
Густина насељености становништва	3,42	1,2842
Намена површина	2,75	1,0326
Број и локација објеката посебне намене (школе, болнице)	3,10	1,1641
Локација и брзина реакције служби за реаговање у случају акцидента (ватрогасци, МУП)	2,80	1,0514
Локације природних богатстава (изворишта, шуме)	3,12	1,1716
Ограничење брзине кретања	1,95	0,7339
Врста дренажног система пута	1,46	0,5482
Климатски утицаји (ветар, киша, снег)	2,70	1,0139

Од параметара који утичу на величину последица инцидентне ситуације, по мишљењу експерата, најзначајнији за избор траса је „густина насељености становништва“ са средњом вредности значајности 3,42 (1,2842). За разлику од параметара који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације где не постоје велика одступања у величини просечног ранга, односно тежинских фактора, код параметара који утичу на величину последица постоје велика одступања тако да најмањи степен значајности има параметар „врста дренажног система пута“ са средњом вредности значајности 1,46, што је за више од два пута мање од средње вредности значајности параметра „густина насељености становништва“.

На основу дефинисаних тежинских фактора параметара, добијених обрадом анкете експерата, могуће је добити реалне величине ризика за сваку од деоница траса које ће бити разматране као потенцијалне трасе за транспорт опасне робе на подручју града Београда у наредном поглављу рада.

Дефинисањем степена утицаја и тежинских фактора дефинисаних параметара, заврава се девети корак у оквиру презентираних методологије и прелази се на десети корак, односно завршни корак у оквиру фазе процене ризика, а то је примена модела за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу. Излаз из модела је матрица ризика на основу које се доноси одлука да ли је одређена деоница у оквиру изабране трасе прихватљива за транспорт опасне робе са аспекта ризика или не.

4.7. ПРИКАЗ МОДЕЛА ЗА ИЗБОР ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ НА БАЗИ АПСОЛУТНОГ РИЗИКА

Модел на основу којег се врши процена ризика и формира матрица ризика као алат за доношење одлуке о прихватљивости трасе са аспекта дозвољеног нивоа ризика, се заснива на избору траса за кретање возила која транспортују опасну робу на бази апсолутног ризика односно обухвата све параметре и критеријуме који су неопходни да би се извршила процена нивоа ризика.

Као што је и претходно напоменуто анализа ризика се заснива на интеракцији између два битна елемента: вероватноће настанка и величине последица инцидентне ситуације. Матрица ризика на основу које се доноси и одлука о прихватљивости трасе, формира се на основу комбинације вредности параметара претходно два наведена елемента, тако што се на апсциси (X-оси) налазе вредности ризика параметара који дефинишу утицај односно величину последица инцидентне ситуације, док на ординати (Y-оси) се налази вредност вероватноће настанка инцидентне ситуације.

Параметри који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације са својим нивоима ризика и тежинским факторима, приказани су у табели 4.9.

Табела 4.9. Параметри који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације

Критеријум	Тежински фактор	Занемарљив 0 - 5 - 10	Низак 11 - 20 - 30	Умерен 31 - 50 - 70	Висок 71 - 80 - 90	Веома висок 91 - 95 - 100
Вероватноћа настанка инцидентне ситуације						
Класификација пута	1,0903	Аутопут или пут намењен кретању моторних возила	Главне улице или индустријске главне улице	Индустријске улице	Локалне главне улице или сабирне	Стамбене улице
Геометрија пута	1,0271	Жељени елементи регулације	Више од прецизираних милинималних или максималних елемената регулације	Прецизирани милинимални или максимални елементи регулације	Нестандардни елементи регулације	Елементи регулације са озбиљним одступањима од стандарда
Контрола приступа	0,8840	Уређаји за контролу на свим раскрсницама	Уређаји за контролу на већини раскрсницама	Комбинација контролираних и неконтролисаних приступа	Ограничена контрола приступа	Раскрснице без контроле приступа
Пружни прелази	0,9008	Прелазак малом брзином са сигналним уређајима и активним рампама	Прелазак средњом брзином са сигналним уређајима и активним рампама	Прелазак средњом брзином са сигналним уређајима или активним рампама	Прелазак средњом брзином без сигналних уређаја са рампама које се ручно подижу и спуштају	Пружни прелази без рампи
Стање коловоза (PQI)	0,9261	Одлично (>8)	Врло добро (7 - 8)	Добро (4 - 6)	Задовољавајуће (2 - 3)	Лоше (<2)
ПГДС (возила на дан)	1,1029	Мање од 10.000	10.000 – 30.000	30.000 – 45.000	45.000 – 90.000	Више од 90000
Учешће теретних возила у саобраћајном току (%)	0,9514	< 5%	5 - 9%	10 - 15%	16 - 20%	> 20%
Однос V/C	0,9892	< 0,5	0,5 – 0,7	0,7 – 0,9	0,9 – 1,2	> 1,2
Број саобраћајних незгода (незгода/ километру/ годишње)	1,1282	< 2	2 – 7,4	7,5 - 35	36 - 75	> 75

Параметри који утичу на величину последица инцидентне ситуације са својим нивоима ризика и тежинским факторима, приказани су у табели 4.10.

Табела 4.10. Параметри који утичу на величину последица инцидентне ситуације

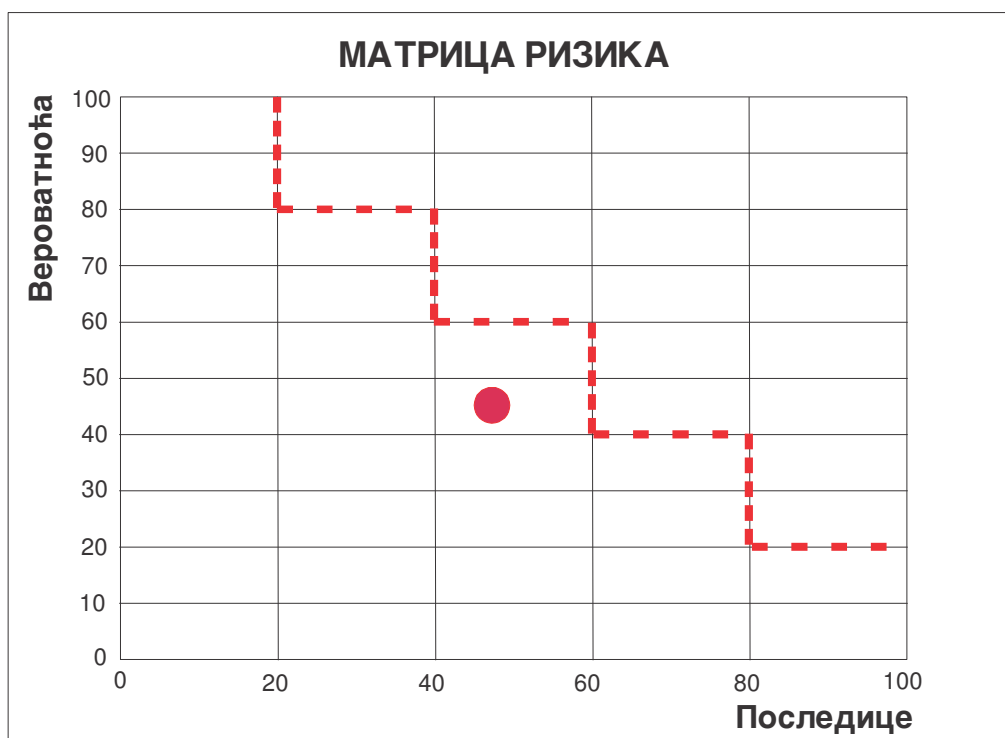
Критеријум	Тежински фактор	Занемарљив 0 - 5 - 10	Низак 11 - 20 - 30	Умерен 31 - 50 - 70	Висок 71 - 80 - 90	Веома висок 91 - 95 - 100
Величина последица инцидентне ситуације						
Густина насељености становништва (на км ²)	1,2842	< 500	500 – 1.250	1.250 – 2.600	2.600 – 4.500	> 4.500
Намена површина	1,0326	Широк појас земљишта без намене	Узак појас земљишта без намене	Индустријско	Комерцијално	Становање
Одговор становника на инцидентну ситуацију	1,1641	Нема објеката специјалних намена на посматраном подручју	Постоји 1 објекат за специјалне намене	Постоје 2 - 3 објекта за специјалне намене	Постоје 3 - 4 објекта за специјалне намене	Постоји више од 4 објекта за специјалне намене
Утицај на животну средину	1,1716	Топографија терена смањује последице од изливања опасне робе	Траса пута се налази у близини речних токова	Траса пута се налази на косини или узвишењу у односу на оближње речне токове	Траса пута се налази у близини речних токова, паркова	Траса пута пролази поред осетљивих површина животне средине
Исушивање (дренажа)	0,5482	Ивичњаци без отвореног дренажног система	Ивичњаци са одводним каналима са контролисаним падом	Ивичњаци са одводним каналима без контролисаног пада	Отворени канали са минималним нагибом	Отворени канали са великим нагибом
Време реакције служби за хитне интервенције	1,0514	< 3 минута	3 - 4 минута	4 - 7 минута	7 - 8 минута	> 8 минута
Ограничење брзине	0,7339	< 30 km/h	30 - 50 km/h	50 - 80 km/h	80 - 100 km/h	> 100 km/h
Климатски утицај	1,0139	Без ветра, нормалан ваздушни притисак	Без ветра, низак ваздушни притисак	Ветар константног смера до 10 км/час, низак ваздушни притисак	Ветар променљивог смера до 20 км/час, низак ваздушни притисак	Ветар променљивог смера преко 20 км/час, низак ваздушни притисак

На основу дефинисаних критеријума и величине ризика за сваку деоницу трасе пута посебно неопходно је извршити прорачун ризика. На основу утврђивања вредности нивоа ризика за сваки параметар и вероватноће и величине последица, доноси се одлука да ли је та деоница прихватљива за транспорт опасне робе или не.

Одлука да ли са аспекта ризика одређена деоница задовољава критеријуме доноси се на основу поређења добијених вредности са дозвољеним нивоом ризика. То поређење се спроводи помоћу матрице ризика где се на основу вредности вероватноће (која се добија као аритметичка средина вредности свих параметара који утичу на вероватноћу) и вредности нивоа ризика од евентуалних последица (добија се на исти начин као и за вероватноћу) врши поређење са дозвољеним нивоом ризика.

То је најлакше приказати графички где се на основу вредности вероватноће (која се наноси на Y-осу) и вредности последица (која се наноси на X - осу) добија њихова пресечна тачка и уколико се она налази изнад дозвољене вредности ризика (која се представља кривом линијом) онда је деоница неприхватљива са аспекта ризика те се искључује из даље анализе, а у супротном та деоница се прихвата као подобна за кретање возила која транспортују опасну робу.

Приказ матрице ризика дат је на слици 4.4.



Слика 4.4. Матрица ризика

За сваку деоницу у оквиру изабране траса се врши прорачун ризика у оквиру зоне утицаја опасне робе и формирају се матрице ризика за сваку од њих појединачно. Уколико је на свим деоницама у оквиру посматране траса ниво ризика прихватљив, онда се та деоница прихвата као подобна да се њој транспортује опасна роба.

Дефинисањем матрица ризика за све деонице у оквиру траса изабраних на основу дефинисаних алтернатива и критеријума завршава се десети корак у овом дефинисаном методологији, односно завршава се фаза процене ризика и прелази се

на последњи, једанаести корак у овом случају када се доноси одлука да ли се одређена траса усваја или је пак неопходно њено ревидирање да би на свим деоницама ниво ризика био прихватљив.

4.8. ИДЕНТИФИКОВАЊЕ, РЕВИДИРАЊЕ И УСВАЈАЊЕ ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ

Последњи корак у оквиру дефинисане методологије, након спроведеног целокупног процеса анализе ризика, представља идентификовање, ревидирање и усвајање траса за кретање возила која транспортују опасну робу.

У оквиру овог корака спроводи се сублимација резултата свих претходних корака спроведене анализе ризика у оквиру дефинисане методологије и доношење коначне одлуке: да ли је претходно изабрана траса на основу карактеристика транспортних захтева, примењених алтернатива и критеријума, без спроведеног процеса процене ризика прихватљива за транспорт опасне робе или не.

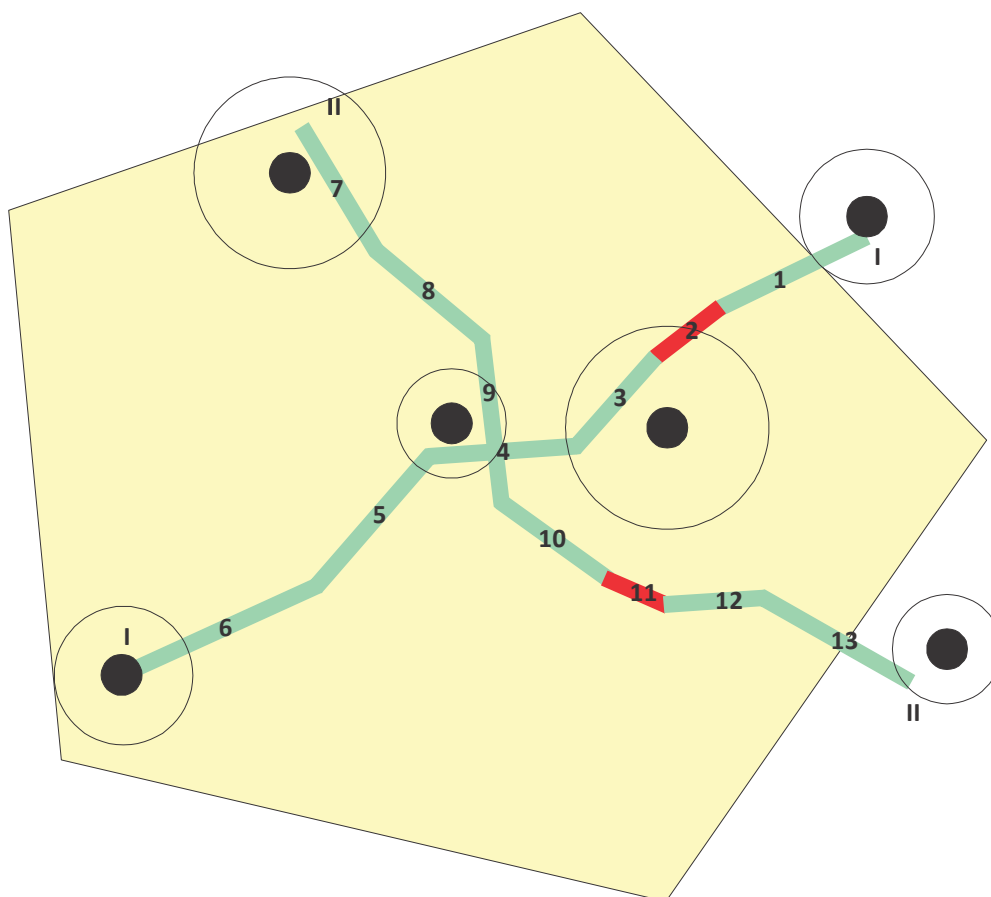
Прво се у оквиру овог корака врши идентификовање траса, тако што се изабране трасе на основу спроведене анализе транспортних захтева и примене алтернатива и критеријума уцртавају на карту и врши се идентификовање свих деоница у оквиру сваке од њих појединачно.

Након тога се за сваку деоницу у оквиру изабраних траса, идентификују нивои ризика који су добијени проценом ризика на основу величине вероватноће настанка инцидентне ситуације и величине последица, односно врши се анализа резултата на основу матрице ризика за сваку од траса посебно.

За трасу код које је на свим деоницама ниво ризика испод граничне вредности, та траса се усваја као траса погодна за транспорт опасне робе и ту се процес завршава за ту трасу.

Поставља се питање, шта се догађа уколико у оквиру одређене трасе величина ризика прелази прихватљив ниво ризика на једној или више деоница?

Пример оваквог случаја је приказан на слици 4.5.



Слика 4.5. Пример процеса ревидирања траса

Уколико је то случај неопходно је спровести процедуру смањења ризика, односно процеса ублажавања ризика, кроз смањење вероватноће настанка инцидентне ситуације или кроз смањење величине последица од настанка инцидентне ситуације.

Међутим, предност овог модела у оквиру дефинисане методологије је могућност да се на поједине параметре вероватноће настанка инцидентне ситуације утиче са циљем смањења вероватноће настанка инцидентне ситуације (односно ублажавања ризика) пре свега применом одређених интервенција којим би се утицало на побољшање стања коловоза, или мерама којима би се смањило укупан број возила у току, број саобраћајних незгода и побољшањем елемената регулације.

Уколико деоница пута у постојећем стању не задовољава постављене критеријуме ризика неопходно је изменом параметара вероватноће (побољшањем стања за одвијање саобраћаја) утицати на смањење вероватноће настанка ризика и са новим вредностима параметара ризика који су побољшани у односу на постојеће стање ући у прорачун и утврдити да ли након побољшања стања саобраћајница задовољава услове да се на њој обавља транспорт опасне робе односно извршити ревидирање траса.

Уколико не постоји могућност смањења величине ризика испод дозвољене вредности или уколико не постоји ниједна друга алтернативна саобраћајница која би повезала две деонице на траси између којих је дозвољен ниво ризика, у том случају се та траса одбацује и на њој се не може вршити транспорт опасне робе. Ово је веома редак случај и јавља се када се на одређеној деоници јавља екстремно висок ниво ризика, а та деоница не може да се замени било којом другом алтернативном деоницом.

У супротном случају, након примене мера за ублажавање последица и смањења нивоа ризика на деоници на којој је ризик био већи од прихватљивог нивоа, и уколико на посматраној траси нема више ниједна деоница на којој је ниво ризика већи од прихватљивог, та траса се усваја као траса на којој је транспорт опасне робе дозвољен. Овом активношћу се завршава целокупан поступак дефинисан методологијом за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу на бази апсолутног ризика.

У наредном поглављу рада дат је приказ примене дефинисане методологије на мрежу саобраћајница града Београда, за карактеристике транспортних захтева нафте и нафтних деривата у оквиру 2007. године.

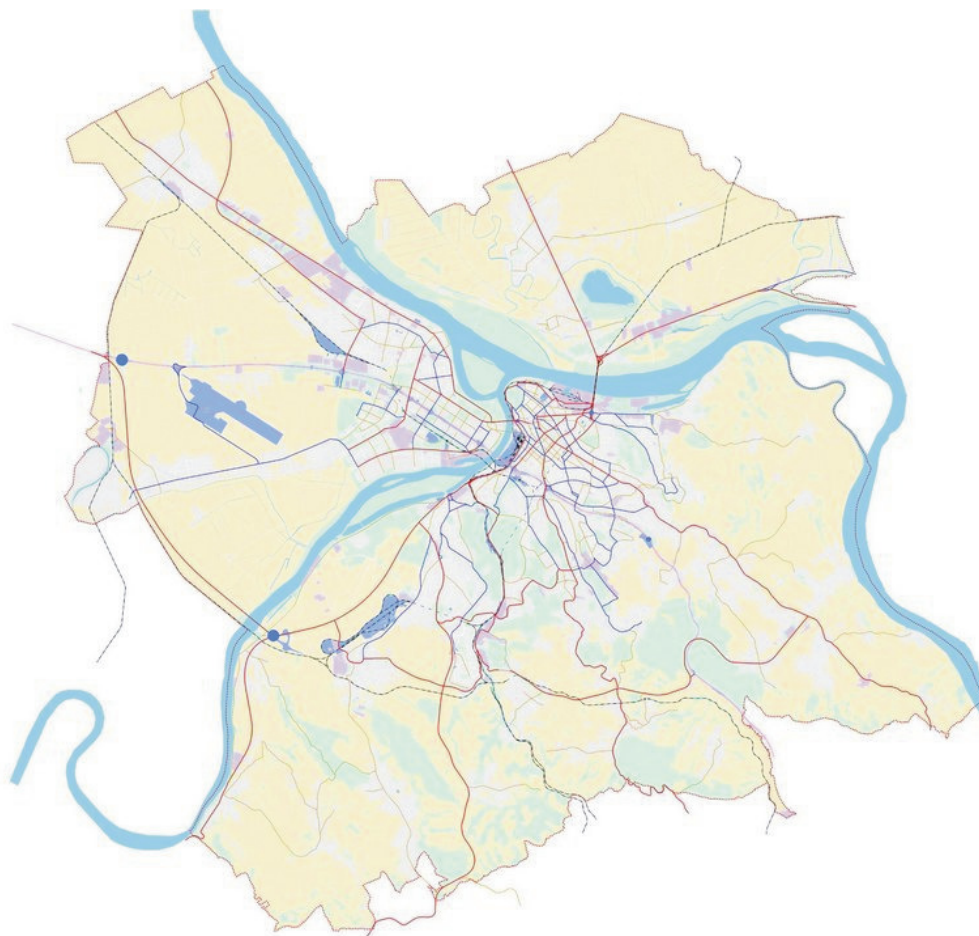
5. ТЕСТИРАЊЕ ДЕФИНИСАНЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ У РЕАЛНИМ УСЛОВИМА - НА ТРАНСПОРТНОЈ МРЕЖИ ГРАДА БЕОГРАДА

У оквиру овог поглавља рада дат је приказ примене унапређене методологије на транспортној мрежи на територији града Београда са циљем избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком. У циљу избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу на територији града Београда, спроведена су опсежна истраживања карактеристика транспортних захтева нафте и нафтних деривата на генералној популацији за подручје Републике Србије и територије града Београда, односно утврђене су укупне количине робе по видовима превоза и извориштима, временске неравномерности у току године, карактеристичног месеца и у току дана и извршено оптерећење мреже саобраћајница токовима опасне робе. За изабране параметре у оквиру модела за прорачун ризика дефинисани су тежински фактори на основу спроведене анкете експерата и утврђене њихове вредности за сваку од изабраних деоница, односно за сваку деоницу посебно је формирана матрица ризика на основу које је донета одлука да ли је одређена деоница у оквиру трасе подобна за транспорт опасне робе или не са аспекта дозвољеног нивоа ризика. На основу спроведених свих корака у оквиру методологије, у последњој тачки овог поглавља дат је приказ траса за кретање возила која транспортују опасну робу на територији града Београда на основу упоређења величине ризика на тој деоници са дозвољеним нивоом ризика.

5.1. ПРИКАЗ ОСНОВНИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПОДРУЧЈА ОПСЛУГЕ

Град Београд, главни град Републике Србије, према попису становништва из 2002. године је имао 1.576.084 становника и представља први град по величини броја становника у Србији. Град Београд не представља само друштвени, културни, образовни, привредни и здравствени центар Србије, већ и целе Југоисточне Европе.

Подручје града захвата површину од 322.268 хектара, на којој се налази 17 општина, 10 градских и 7 приградских. Уже градско подручје заузима површину од 77.602 хектара (Скупштина града Београда, 2001) и његов приказ дат је на слици 5.1.



Слика 5.1. Приказ подручја опслуге (Скупштина града Београда, 2001)

У оквиру ужег градског подручја мрежа друмских саобраћајница је веома развијена и њена укупна дужина износи 863 километра тако да не представља ограничавајући фактор за одвијање транспорта опасних роба. У табели 5.1. је дат приказ дужине саобраћајница према њиховом рангу као и њихова процентуална заступљеност у укупној дужини саобраћајне мреже.

Табела 5.1. Дужина саобраћајница у односу на њихов ранг (Скупштина града Београда, 2001)

Ранг саобраћајнице	Дужина (км)	%
Градски аутопут	32,2	3,73
Обилазни аутопут	53,4	6,19
Магистрале	233,3	27,03
Улице I реда	212,4	24,61
Улице II реда	275,1	31,88
Коридори	56,6	6,56
Укупно	863,0	100,00

Из приказа процентуалне заступљености саобраћајница према рангу у укупној дужини мреже саобраћајница на подручју града Београда, може се закључити да **68,12% од укупне дужине мреже саобраћајница представља потенцијалне саобраћајнице за транспорт опасне робе**. На основу претходног може се закључити да потенцијална максимална дужина саобраћајница за транспорт опасне робе износи **587,9 километара**.

Овај податак је добијен на основу критеријума који је дефинисан у претходној тачки рада, односно да **минимална ширина саобраћајнице износи 5 метара**.

Поред дефинисања површине подручја опслуге и мреже саобраћајница (укупне дужине и ранга саобраћајница), од великог значаја за дефинисање подручја опслуге јесте приказ карактеристика становништва. Ове карактеристике обухватају укупан број становника, расподелу броја становника по општинама, структуру становништва према полу, годинама старости, степену активности, висини зарада, и др. Приказ ових карактеристика је дат у даљем току ове тачке рада.

Број становника по општинама, као и њихове површине приказане су у табели 5.2.

Табела 5.2. Број становника и површина општина у Београду

Назив општине	Број становника (2002. година)	%	Површина (хектара)	%
Барајево	24.641	1,56	21.312	6,61
Вождовац	151.768	9,63	14.864	4,61
Врачар	58.386	3,70	292	0,09
Гроцка	75.466	4,79	28.923	8,97
Звездара	132.621	8,41	3.165	0,98
Земун	191.645	12,16	43.872	13,61
Лазаревац	58.511	3,71	38.351	11,90
Младеновац	52.490	3,33	33.900	10,52
Нови Београд	217.733	13,81	4.074	1,26
Обреновац	70.975	4,50	40.995	12,72
Палилула	155.902	9,89	44.661	13,86
Раковица	99.000	6,28	3.036	0,94
Савски венац	42.505	2,70	1.400	0,43
Сопот	20.390	1,29	27.075	8,40
Стари град	55.543	3,52	698	0,22
Чукарица	168.508	10,69	15.650	4,86
Сурчин	-		-	
Укупно	1.576.084	100,00	322.268	100,00

На основу података презентираних у табели 5.2. се може видети да је Нови Београд општина са највећим бројем становника у Београду и има учешће од 13,81%, следе Земун са 12,16% и Чукарица са 10,69% од укупног броја становника. Остале општине имају учешће мање од 10% од укупног броја становника града Београда.

Када се посматра површина, највећу површину од 44.661 хектара има општина Палилула, односно са 13,86% од укупне површине града Београда, а следе Земун са 13,61%, Обреновац са 12,72% и др.

На основу података о површини и броју становника по општинама може се израчунати веома важан параметар са аспекта управљања ризиком, односно густина становника по општинама, што је приказано у табели 5.3.

Табела 5.3. Густина становника по општинама

Назив општине	Густина насељености (становника/км ²)
Барајево	115,62
Вождовац	1.021,04
Врачар	19.995,21
Гроцка	260,92
Звездара	4.190,24
Земун	436,83
Лазаревац	152,57
Младеновац	154,84
Нови Београд	5.344,45
Обреновац	173,13
Палилула	349,08
Раковица	3.260,87
Савски венац	3.036,07
Сопот	75,31
Стари град	7.957,45
Чукарица	1.076,73
Сурчин	-
Просечно	489,06

Из података о густини насељености становника приказаних у табели 5.3., може се видети да је највећа густина становништва у општини Врачар и износи 19.995 становника/км², док је на другом месту општина Стари град са 7.957 становника/км². Општина са највећим бројем становника, Нови Београд, се налази на трећем месту са густином становника од 5.345 становника/км². Претходно наведене три општине са изузетно великом густином насељености становника могу представљати ограничење за избор потенцијалних траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком, јер би величина последица била веома велика уколико се инцидентна ситуација догоди у оквиру површине било које од њих. Међутим, густина становника представља само један од параметара који утиче на величину последица од инцидентне ситуације, али са највишим тежинским фактором.

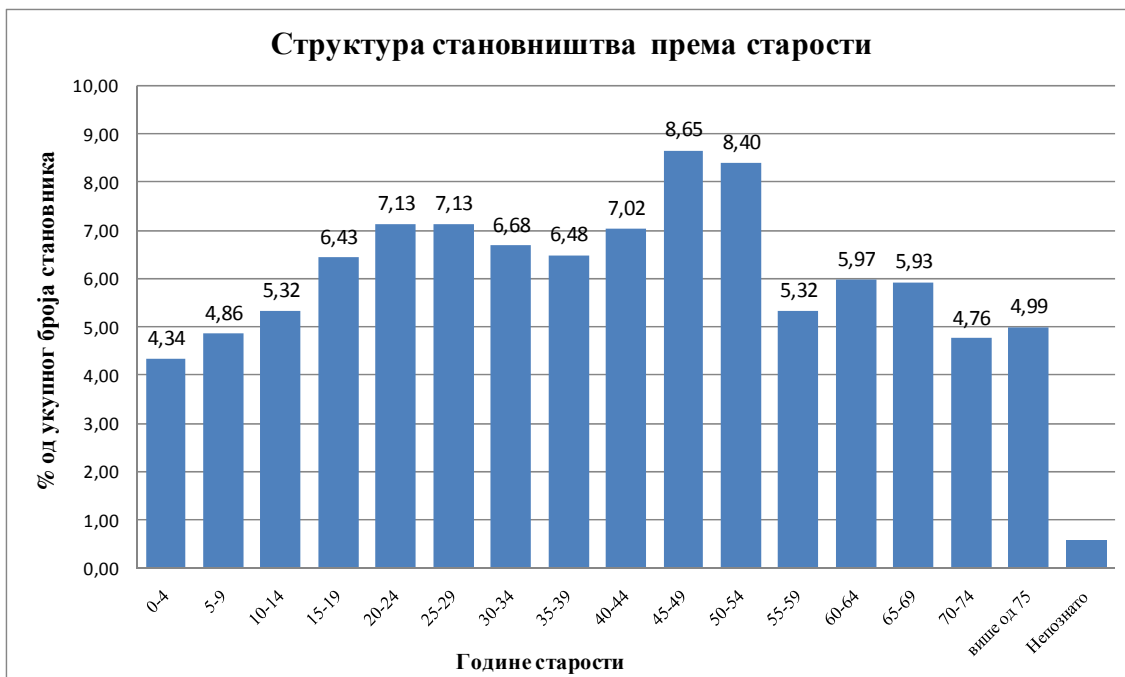
Када се посматра структура становништва према полу, према попису становништва из 2002. године, од укупног броја становника у Београду, 52,55% чине особе женског док је 47,45% особа мушког пола. Ови подаци су приказани на слици 5.2.



Слика 5.2. Структура становништва града Београда према полу (2002. година)

Када се посматрају подаци о структури становништва према старости у Београду (слика 5.2.), може се видети да је највеће учешће становника од 45-49 година старости (8,65%) и 50-54 година старости (8,40%). Забрињавајућа чињеница је да је најмање учешће становника од 0-4 године старости (4,34%), док особа старијих од 75 година има око 5%. За управљање ризиком веома је важно знати колико је особа старости млађих од 6 година и старијих од 65 година (16,26%) јер они представљају сталне резиденте, што је објашњено у претходној тачки рада.

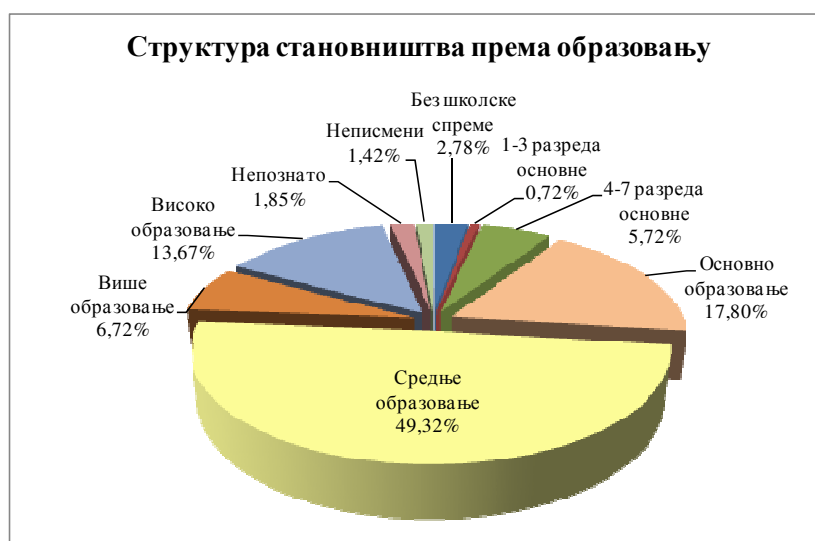
На основу претходно наведених података, може се закључити да је на подручју Београда, веома висок степен одговора становништва на инцидентну ситуацију, јер веома велики проценат су радно способни становници (око 70%), који могу веома брзо да се евакуишу, што директно утиче на рањивост становника, односно може се закључити да је мала рањивост.



Слика 5.3. Старосна структура становника у Београду (2002. година)

Скоро половина становника Београда има средњу стручну спрему, њих 49,32%, док основно образовање поседује 17,80% становника. Високу стручну спрему, односно завршене студије на неком од факултета, има 13,67% док је вишу школу завршило 6,72% становника Београда. Занимљив је податак да је 2,78% грађана без школске спреме а 1,42% је неписмено. Ови подаци су веома забрињавајући иако је Законом утврђено да је обавезно похађање барем прва четири разреда основне школе.

Подаци о расподели становника према образовању приказани су на слици 5.4.



Слика 5.4. Структура становника према степену образовања

Када се посматрају економске карактеристике становништва, прва која је презентирана на слици 5.5. је структура становника према активности.



Слика 5.5. Структура становника према активности

Са слике 5.5. се може видети да је 45,41% радно активног становништва, док је њих само 23,34% са личним приходом. Остало становништво чине издржавана лица (деца, стари и сл.), односно њих 31,25%. Овај податак је у потпуној сагласности са подацима који се односе на структуру становништва према годинама старости, где је око 70% радно активног становништва, што је веома повољно са аспекта управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације.

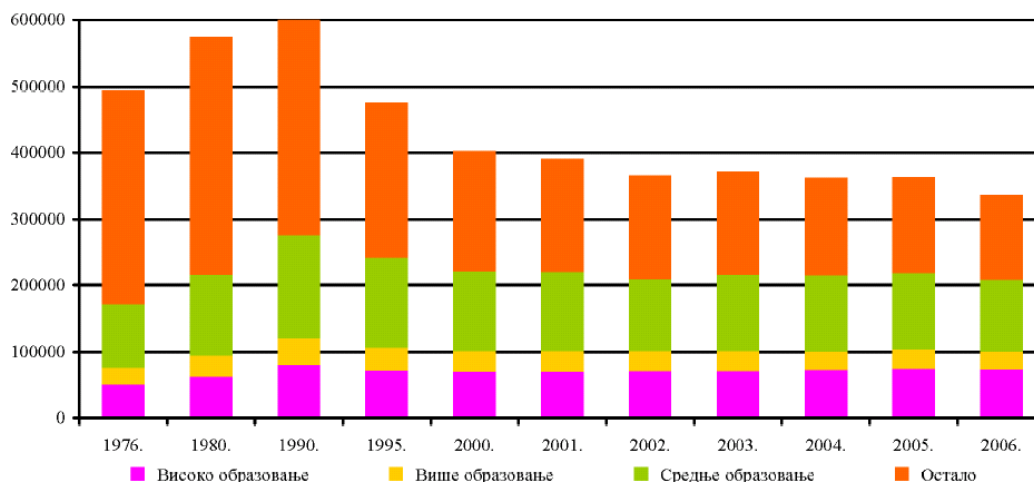
Поред претходног показатеља веома важан показатељ је и просечан лични доходак становника, а подаци о овом економском показатељу су приказани на слици 5.6.



Слика 5.6. Просечна зарада у 2007. години на територији града Београда

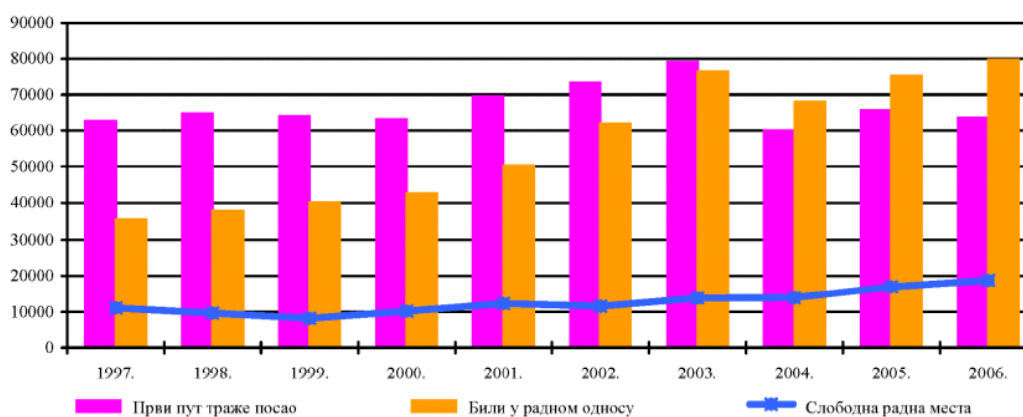
Као што се може видети са слике 5.6., просечна зарада у 2007. години има тенденцију сталног раста, од 43.176 динара у јануару до 49.897 динара у децембру. Овај податак је веома значајан јер показује да полако расте куповна моћ становника и њихов стандард.

Међутим, када се посматрају подаци о броју запослених становника према стручној спреми може се видети константан пад броја запослених од 1995. године до 2006., што је приказано на слици 5.7.



Слика 5.7. Број запослених према степену стручне спреме

Логична последица претходне констатације везане за пад броја запослених јесте велики пораст броја незапослених у периоду од 1997. до 2006. године. Да ова констатација добија више на значају јесте и податак да број незапослених лица бележи константан пораст у посматраном периоду, што се може видети са слике 5.8.



Слика 5.8. Број незапослених у Београду од 1997. до 2006. године

Подаци о броју запослених, за разлику о подацима о радно активном становништву, су веома неповољни са аспекта управљања ризиком јер је веома тешко идентификовати њихова кретања у времену и простору, за разлику од

стално запослених, па је и могућност грешке у процени броја становника у циљу утврђивања величине последица по овај елемент изложен ризику, велика (Вукмировић, 2005-2011).

Претходно презентирани карактеристике подручја опслуге представљају добру основу за процену ризика без које није могуће ни применити методологију за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу.

Након приказа карактеристика подручја опслуге, територије града Београда, неопходно је извршити избор врсте опасне робе и приказати карактеристике опасности изабране врсте робе, што представља први корак у оквиру унапређене методологије.

5.2. ИЗБОР ВРСТЕ ОПАСНЕ РОБЕ ЗА ИЗБОР ТРАСА ЗА ТРАНСПОРТ ОПАСНЕ РОБЕ НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА БЕОГРАДА

Као први корак у оквиру презентирани методологије у претходној тачки рада представља избор врсте опасне робе и дефинисање њених карактеристика опасности. Ограничење које се односи на избор врсте опасне робе у оквиру методологије је тај да она није применљива на радиоактивне материје због специфичности ове врсте опасних роба.

Роба која је изабрана за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу је **нафта и њени деривати** (бензин, дизел и др.) који припадају **класи 3 опасних роба – запаљивих течности**. Разлог због чега је изабрана ова врста робе је тај што у укупним количинама које се дневно транспортују на дефинисаном подручју опслуге (територији града Београда), према проценама, ова врста робе учествује са око **83%**.

Карактеристике које дефинишу сваку врсту опасне робе поред њених физичких и хемијских особина, су и карактеристике опасности, односно врста и степен опасности (European commission, 1994, 1998).

Према (Economic Commission for Europe - Inland Transport Committee, 2011; Јовановић, 2004) класи 3 опасних роба, припадају:

1. течности,
2. смеше течности, и
3. течности које у раствору или суспензији садрже чврсте материје.

Течности су супстанце и материје које:

- се налазе у течном стању;

- испаравају на температури од 50⁰С при притиску мањем од 300kPa (3 бар);
- се налазе делимично у гасовитом стању на температури од 20⁰С и стандардном притиску 101,3 kPa;
- имају тачку паљења на температури мањој од 61⁰С.

Класа 3 садржи: течне супстанце и растворљиве чврсте материје са тачком паљења већом од 61⁰С и које се чувају или предају на транспорт и када се загревају на температурама већим или једнаким њиховој тачки паљења.

Класа 3 садржи: течности са мањом експлозивношћу. Течности са мањом експлозивношћу су експлозивне супстанце које се растварају или изолују у води или некој другој течности која смањује ширење експлозије.

Према својим карактеристикама опасности (**врсти опасности**), супстанце и материје класе 3, се деле у следеће групе:

F – запаљиве течности без додатног ризика:

F1: запаљиве течности које имају тачку паљења мању или једнаку 61⁰С;

F2: запаљиве течности имају тачку паљења већу од 61⁰С која при њеном чувању која се чувају или предају на транспорт при једнакој или већој тачки паљења.

FT – запаљиве и отровне течности:

FT1: запаљиве и отровне течности;

FT2: пестициди;

FC – запаљиве и корозивне течности;

FTC – запаљиве, отровне и корозивне течности;

D – течности са мањом експлозивношћу.

Поставља се питање: **Којој од наведених група према врсти опасности припадају нафта и нафтни деривати?**

Према (Economic Commission for Europe - Inland Transport Committee, 2011) нафта и нафтни деривати (бензин и дизел горива) припадају групи **F1** (запаљиве течности које имају тачку паљења мању или једнаку 61⁰С) и опасности које прете од ове врсте опасне робе су **опасност од пожара и опасност по здравље**.

Када се посматра **опасност од пожара** од стране изабране врсте опасне робе, нафте и нафтних деривата, они представљају запаљиве течности чије паре са

ваздухом чине на отвореном простору запаљиве, а у затвореном простору експлозивне концентрације које се у додиру са извором топлоте (искром, пламеном или усијаним предметом) веома лако и брзо пале (Јовановић, 2004).

Количина ослобођених пара у ваздуху зависи од испарљивости течности, те је из тог разлога бензин као најиспаривији истовремено и најопаснији јер се код њега, у нормалним условима, највише течности претвори у пару која са ваздухом чини опасну концентрацију.

Паре и течности нафтних деривата **штетне су по здравље људи** нарочито у већим концентрацијама и при дужим експозицијама (излагањима). Паре су прозирне - невидљиве и теже од ваздуха и тамо где се оне налазе нема ваздуха, па могу у затвореним просторијама изазвати гушење. Паре бензина су отровне, па могу изазвати и тровање. Течности у додиру са кожом (код честих излагања) изазивају њено оштећење и могу поспешити развој неких екцема (Carson, 2002).

Друга карактеристика опасности код сваке опасне робе представља **степен опасности**. Степен опасности се дефинише помоћу тзв. „амбалажних група“. У општем случају постоје три амбалажне групе, и за једну опасну робу се везује једна амбалажна група.

Дакле, у општем случају, постоје три амбалажне групе, и то:

- I - прва амбалажна група (велики степен опасности),
- II - друга амбалажна група (средњи степен (ниво) опасности), и
- III - трећа амбалажна група (мала опасност).

Код опасне робе класе 3, амбалажне групе се одређују на основу тачке паљења и почетне тачке (температуре) кључања, што је приказано у табели 5.4.

Табела 5.4. Амбалажне групе за опасне робе класе 3

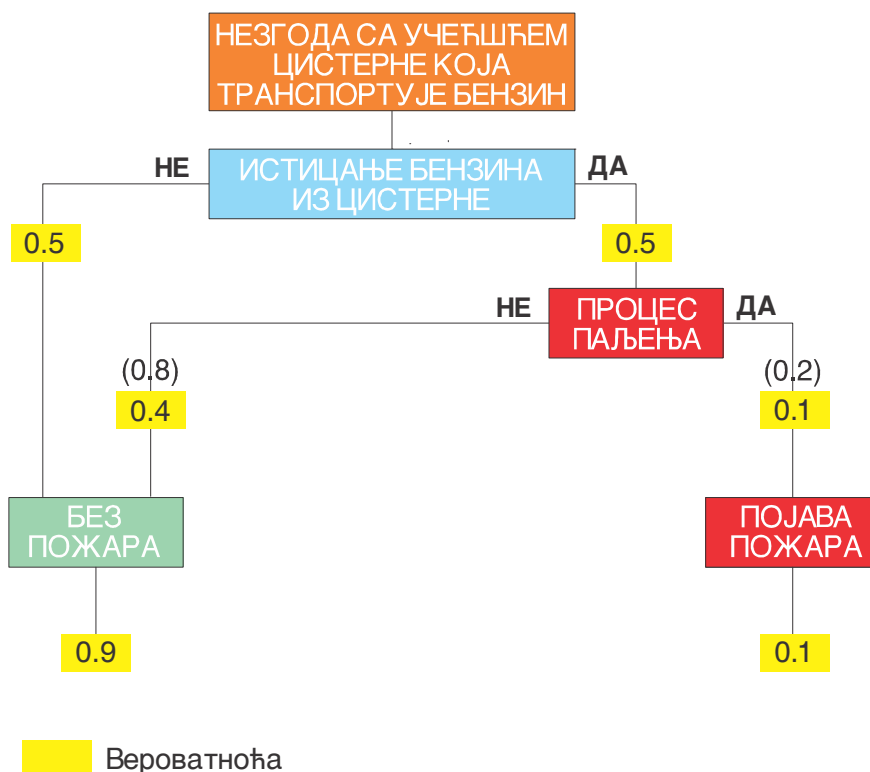
Амбалажна група	Тачка паљења (затворен суд)	Почетна тачка кључања
I	-	Мања или једнака 35°C
II	Мања од 23°C	Већа до 35°C
III	Једнака или већа од 23°C али мања или једнака 60,5°C	

Нафта и нафтни деривати (дизел горива) у складу са класификацијом према (Economic Commission for Europe - Inland Transport Committee, 2011) у односу на степен опасности, се **сврставају у амбалажну групу III**, односно у групе роба са **малим нивоом опасности**.

Бензин, без обзира на октански број припада **амбалажној групи II**, односно у робе са **средњим нивоом опасности**.

Након дефинисања врсте и степена опасности, неопходно је дефинисати и **стабло догађаја** код изабране врсте опасне робе када дође до иницијације њене примарне опасности. Стабло догађаја показује колика ће бити вероватноћа појаве одређених негативних појава приликом настанка инцидентне ситуације.

На основу великог броја инцидентних ситуација, за ову врсту опасне робе, дефинисано је стабло догађаја, које је приказано на слици 5.9.



Слика 5.9. Стабло догађаја

Као што се са слике може видети, приликом настанка саобраћајне незгоде или инцидентне ситуације са опасном робом класе 3 – бензин, вероватноћа истицања ове опасне робе из транспортног суда (цистерне) износи 0,5. Уколико дође до истицања бензина из цистерне вероватноћа да дође до појаве пожара износи 0,2, док у осталим случајевима неће доћи до иницијације примарне опасности, односно неће доћи до пожара.

Практично то значи да ће у свакој десетој инцидентној ситуацији у којој учествује цистерна која транспортује бензин доћи до пожара, што може да узрокује и појаву ватрених лопти, емисије штетних гасова у ваздух и других штетних последица.

У осталим случајевима, у 90% случајева, при инцидентној ситуацији неће доћи до пожара, али ће у 40% инцидентних ситуација доћи до истицања опасне робе из транспортног суда, што за последице може имати загађење земљишта и

водотокова или водоводне и канализационе мреже уколико опасна роба продре до ових инсталација кроз отворе шахта.

За остале опасне робе класе 3 – дизел горива, усвојено је исто стабло догађаја јер имају исти класификациони код као и бензин – F1, односно исту врсту примарне опасности – опасности од пожара.

Формирање стабла догађаја је од великог значаја како за процес превентиве, тако и за моделирање ефеката последица од инцидентне ситуације која представља један од корака у оквиру идентификације опасности.

Последња карактеристика изабране врсте опасне робе која је од изузетне значајности је **величина утицајне зоне (зоне утицаја)**. У претходној тачки рада, дат је приказ величина зоне утицаја опасних роба у зависности од класе којој припадају, и према тим подацима нафта и нафтни деривати имају величину зоне утицаја у радијусу од **800 метара** (Transport Canada Safety and Security, 2005).

Ова величина је добијена на основу симулације ефеката великог броја саобраћајних незгода (инцидентних ситуација) са опасном робом класе 3 и биће коришћена у циљу одређивања величине ризика за деонице траса у оквиру мреже саобраћајница на којој не постоје токови опасне робе у постојећем стању.

За остале деонице у оквиру траса изабраних на основу алтернатива и примењених критеријума за транспорт опасне робе, на основу величине токова опасне робе у оквиру посматране деонице биће одређена зона утицаја опасне робе са циљем утврђивања величине ризика, односно процене ризика.

5.3. ФИКСНИ ИЗВОРИ ОПАСНИХ РОБА НА ПОДРУЧЈУ ГРАДА БЕОГРАДА

У циљу избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу након дефинисања подручја опслуге, неопходно је дефинисати и фиксне изворе по врстама опасних роба као и њихове степене ризика. Лоцирање изворишта опасних роба на дефинисаном подручју опслуге – територији града Београда и дефинисање њихових зона утицаја и видова превоза којима се опслужује је од великог значаја за примену критеријума за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу.

Према (Градски завод за заштиту здравља Београд, 2002) на подручју града Београда постоји петнаест фиксних извора опасних роба, што је приказано на слици 5.10.

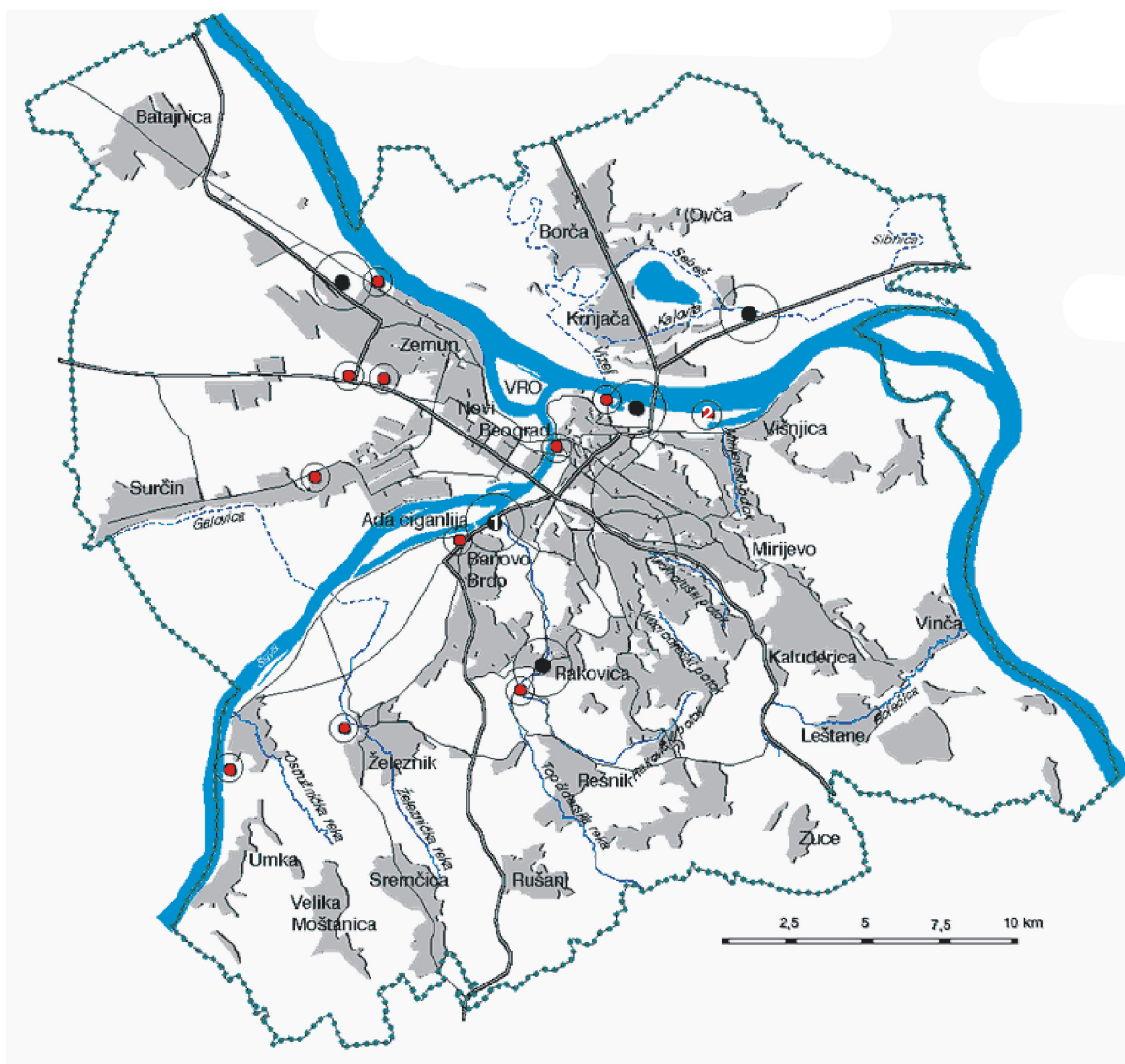
Степен ризика фиксних извора опасних роба је одређен на бази следећих критеријума (Скупштина града Београда, 1990):

1. **Локација** - однос према стамбеним објектима и осталим објектима од значаја са становишта величине последица;

2. **Врста, број, количина** опасних и штетних материја са становишта последица и вероватноће настанка инцидентне ситуације;
3. **Технолошки процес, опремљеност и старост** фиксног извора опасних роба (фабрике, инсталације, рафинерије и сл.) са становишта вероватноће настанка инцидентне ситуације.

На основу дефинисаних критеријума према степену (нивоу) ризика, фиксни извори опасних роба су подељени у три групе, и то:

- Фиксни извори са веома високим степеном ризика,
- Фиксни извори са високим степеном ризика, и
- Фиксни извори са средње високим степеном ризика.



Слика 5.10. Фиксни извори опасних роба са зонама утицаја на подручју града Београда (Градски завод за заштиту здравља Београд, 2002)

По изложеним критеријумима **локацијама са веома високим степеном ризика** припадају (Скупштина града Београда, 1990):

- „Дуга“, Вилине воде б; опслужује се друмом и железницом;
- ПИБ - Индустрија базне хемије Барич, Обреновачки пут бб; опслужује се друмом;

Локацијама са **високим степеном ризика** припадају:

- „Рафинерија нафте Београд“, Панчевачки пут 83; опслужује се друмом;
- „Техногас“, Бањички пут б2; опслужује се друмом;
- Фармацеутско-хемијска индустрија „Галеника“, Земун, Батајнички друм бб; опслужује се друмом и железницом;
- „НИС Југопетрол - Београд“ („Петролгас“, Овча, Лоле Рибара 12; „Трговина“, Радничка 3; „Аутотранспорт“, Радничка 3); опслужује се друмом, железницом и реком;
- Складиште Ада Хуја; опслужује се друмом и реком;
- Складиште Нови Београд; опслужује се друмом;

Локацијама са **средње високим степеном ризика** припадају:

- „Технохемија“, Вилине воде 47; опслужује се друмом и железницом;
- Фабрика гумених производа „Рекорд“, Патријарха Димитрија 14; опслужује се друмом;
- Индустрија хемијских и битумених производа „Грмеч“, Земун, Аутопут 20; опслужује се друмом и железницом;
- „Елизо“, Кумодрашка 226; опслужује се друмом;
- РО „Београдски водовод“ - инсталације у Макишу, Љешкој улици и Бежанији; опслужују се друмом.

Пошто је за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу, изабрана опасна роба класе 3 (нафта и нафтни деривати), у циљу дефинисања карактеристика транспортних захтева у времену и простору неопходно је утврдити локације фиксних извора ове врсте робе и за дефинисано подручје опслуге али и ван њега.

На дефинисаном подручју опслуге (територији града Београда) разликујемо следеће фиксне изворе опасне робе класе 3 (нафте и нафтних деривата):

- Рафинерија нафте „Београд“, Панчевачки пут 83;
- „НИС Југопетрол - Београд“ („Аутотранспорт“ – Инсталација Чукарица, Радничка 3) (извор 1. на слици 5.10.);
- Складиште нафте Ада Хуја (извор 2. на слици 5.10.);
- Складиште нафте Нови Београд;
- Складиште нафте Барич;

На основу претходног може се закључити да на подручју града Београда постоји пет фиксних извора опасне робе класе 3 које припадају локацијама са високим степеном ризика. Овај податак је од изузетне важности, јер без познавања овог податка не би могло ефикасно да се управља ризиком на дефинисаном подручју опслуге.

5.4. УКУПНА КОЛИЧИНА ТРАНСПОРТОВАНЕ НАФТЕ И НАФТНИХ ДЕРИВАТА НА ТЕРИТОРИЈИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ ПО ВИДОВИМА ПРЕВОЗА

У циљу избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу за дефинисано подручје опсуге (подручје града Београда), пре утврђивања карактеристика транспортних захтева за то подручје, неопходно је истражити карактеристике транспортних захтева за виши систем, односно подручје Републике Србије.

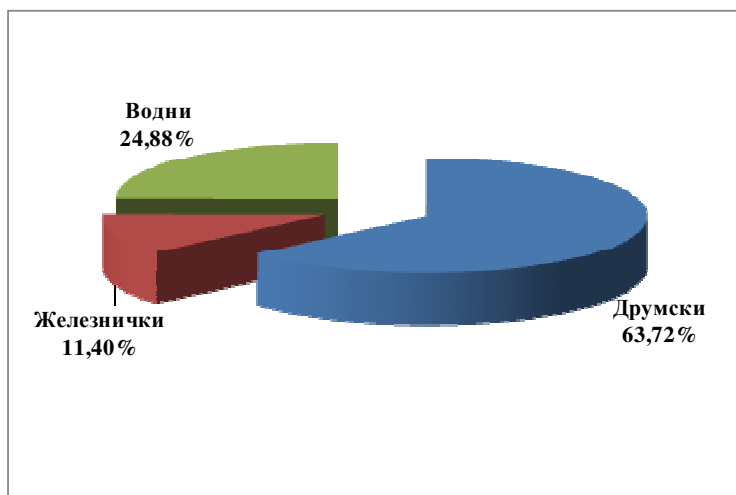
Истраживање карактеристика транспортних захтева нафте и нафтних деривата на територији Републике Србије спроведено је на тоталном узорку, односно обухваћене су све вожње свим видовима транспорта у току 2007. године. У оквиру ове тачке дат је приказ резултата спроведеног истраживања, односно приказ укупне количине робе транспортоване у току 2007. године, расподела по видовима и по изворима, као и расподела по месецима у току године. Ови подаци су од изузетног значаја са аспекта управљања ризиком на нивоу државе али и из разлога ефикасног управљања ризиком на територији града Београда, односно утврђивања процентуалног учешћа транспорта ових врста роба на територији града Београда у односу на укупне количине које се транспортују на територији Републике Србије.

На основу истраживања спроведених на тоталном узорку у току 2007. године, свим видовима превоза се на подручју Републике Србије транспортује укупно **1.739.742.121** литара нафте и нафтних деривата. Од укупне транспортоване количине нафте и нафтних деривата највише се транспортује друмским транспортним средствима, **1.108.503.109** литара, односно 63,72% од укупне количине, железницом се транспортује **198.361.903** литара (11,40%), док се водним видом превоза транспортује **432.877.109** литара, што представља 24,88%

од укупне количине нафте и нафтних деривата која се транспортује свим видовима, што је приказано у табели 5.5. и на слици 5.11.

Табела 5.5. Расподела транспортване робе по видовима у 2007. години (modal split) на територији Републике Србије

	Укупна количина робе (литара)	%
Друмски	1.108.503.109	63,72
Железнички	198.361.903	11,40
Водни	432.877.109	24,88
Укупно	1.739.742.121	100,00



Слика 5.11. Расподела транспортване робе по видовима у 2007. години (modal split) на територији Републике Србије

Након дефинисања расподеле укупне количине транспортване робе по видовима, неопходно је одредити и укупне количине транспортване робе по изворима и утврдити њихово процентуално учешће у односу на укупну количину транспортване робе. Подаци о расподели транспортване нафте и нафтних деривата по фиксним изворима у 2007. години на територији Републике Србије приказани су у табели 5.6.

У табели 5.6. је дат приказ процентуалног учешћа сваког од извора нафте и нафтних деривата у односу на укупне количине опасне робе које су транспортване на територији Републике Србије по видовима превоза којима се опслужује сваки од фиксних извора посебно у току 2007. године.

Табела 5.6. Расподела транспортоване нафте и нафтних деривата по фиксним изворима у 2007. години (литара)

Извор	ДРУМСКИ	ЖЕЛЕЗНИЧКИ	ВОДНИ	УКУПНО	%	
Инсталација	Ниш	111.631.198	-	-	111.631.198	6,42
	%	17,39	-	-	-	
	Београд	206.271.272	-	-	206.271.272	11,86
	%	32,13	-	-	-	
	Прахово	34.876.574	-	-	34.876.574	2,00
	%	5,43	-	-	-	
	Смедерево	201.867.306	-	-	201.867.306	11,60
	%	31,44	-	-	-	
	Ада Хуја	18.447.901	-	-	18.447.901	1,06
	%	2,87	-	-	-	
	Барич	35.355.852	-	-	35.355.852	2,03
	%	5,51	-	-	-	
	Елемир	2.766.147	-	-	2.766.147	0,16
	%	0,43	-	-	-	
	Јагодина	427.866	-	-	427.866	0,02
	%	0,07	-	-	-	
	Лука ПА	20.404.199	-	-	20.404.199	1,17
	%	3,18	-	-	-	
НБГ	3.766.934	-	-	3.766.934	0,22	
%	0,59	-	-	-		
Нови Сад	6.187.378	-	-	6.187.378	0,36	
%	0,96	-	-	-		
Укупно инсталације	642.002.627	-	-	642.002.627	36,90	
Рафинерија	Панчево	378.534.991	187.596.310	429.636.759	995.768.060	57,24
	%	38,01	18,84	43,15	-	
	Нови Сад	87.965.491	10.765.593	3.240.350	101.971.434	5,86
	%	86,26	10,56	3,18	-	
Укупно рафинерије	466.500.482	198.361.903	432.877.109	1.097.739.494	63,10	
	42,50	18,07	39,43	100,00	-	
УКУПНО	1.108.503.109	198.361.903	432.877.109	1.739.742.121	-	
%	63,72	11,40	24,88	100,00	100,00	

На основу података приказаних у табели 5.6. може се видети да у оквиру фиксних извора нафте и нафтних деривата разликујемо две врсте: инсталације и рафинерије.

Инсталације нафте на подручју Србије се налазе у:

- Београду,
- Прахову,
- Нишу,
- Смедереву,
- Новом Саду
- Елемиру и др.

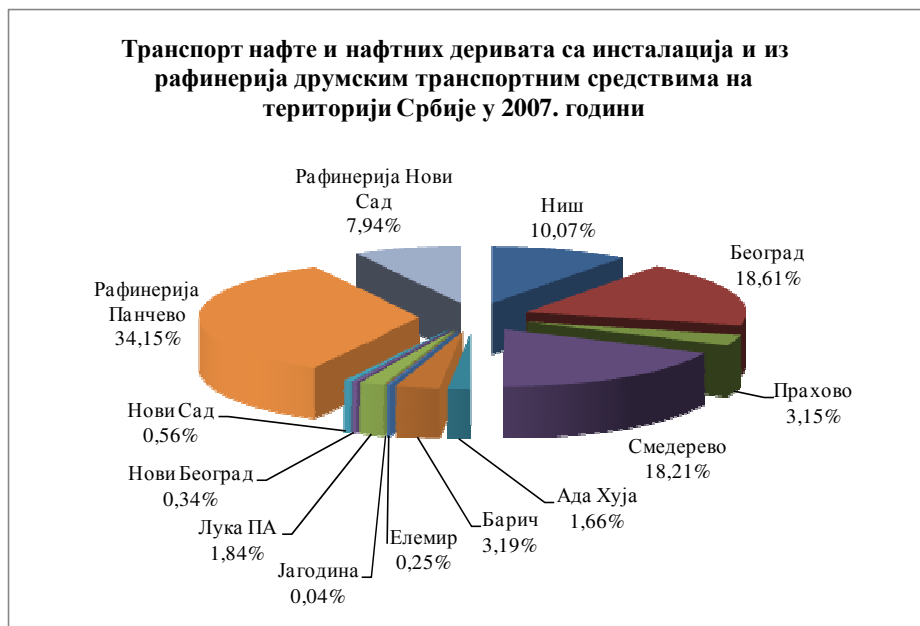
а поред инсталација на подручју Србије постоје и две рафинерије, једна у Панчеву а друга у Новом Саду.

Од укупне количине нафте и нафтних деривата која је транспортована на територији Србије у 2007. години, **рафинерије** имају учешће од **63,10%** (1.097.739.494 литара), док је из **инсталација** у истом периоду транспортовано 642.002.627 литара нафте и нафтних деривата, што представља **36,90%** од укупне количине транспортоване нафте и нафтних деривата.

Са аспекта управљања ризиком од изузетног је значаја познавање укупних количина транспортоване робе по видовима којима се опслужује тај фиксни извор.

Из података приказаних у табели 5.6., може се закључити да се највише нафте и нафтних деривата у 2007. години транспортовало из Рафинерије нафте Панчево, и то **995.768.060** литара, што представља 57,24% од укупних транспортованих количина нафте и нафтних деривата. Од те количине скоро половина (43,15%) се транспортује водним, 38,01% друмским, док се преосталих 18,84% транспортује железницом. Из инсталације у Београду на Чукарици, у току 2007. године транспортовано је 206.271.272 литара нафте и нафтних деривата, што представља други фиксни извор по количини робе која се из његових погона транспортује, што представља 11,86% од укупних количина. Остали фиксни извори имају мању процентуалну заступљеност од 10% од укупне количине транспортоване робе у току 2007. године.

Од изузетне значајности за избор траса за транспорт опасне робе је познавање расподеле укупне количине робе која се транспортује по фиксним изворима друмским транспортним средствима на одређеној територији. Процентуална заступљеност сваког од фиксних извора (инсталација и рафинерија) на територији Србије у току 2007. године у укупној количини транспортоване робе друмским транспортним средствима је приказана на слици 5.12.



Слика 5.12. Процентуална заступљеност транспорта нафте и нафтних деривата из фиксних извора друмским транспортним средствима у току 2007. године на територији Србије

На територији Србије у току 2007. године највише нафте друмским средствима се транспортовало из Рафинерије Панчево и то 378.534.991 литара, што представља 34,15% од укупне количине, Инсталације Београд, 206.271.272 литара (18,61%), Инсталације Смедерево 201.867.306 литара (18,21%) и Инсталација у Нишу 111.631.198 литара (10,07%). Из Рафинерије Нови Сад и Инсталација у Прахову је транспортовано 7,94% и 3,15% од укупне количине нафте и нафтних деривата на подручју Србије, респективно.

Након утврђивања укупних количина нафте и нафтних деривата за подручје Србије, неопходно је то исто урадити и за дефинисано подручје опслуге, територију града Београда.

5.5. УКУПНА КОЛИЧИНА ТРАНСПОРТОВАНЕ НАФТЕ И НАФТНИХ ДЕРИВАТА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА БЕОГРАДА ПО ВИДОВИМА ПРЕВОЗА

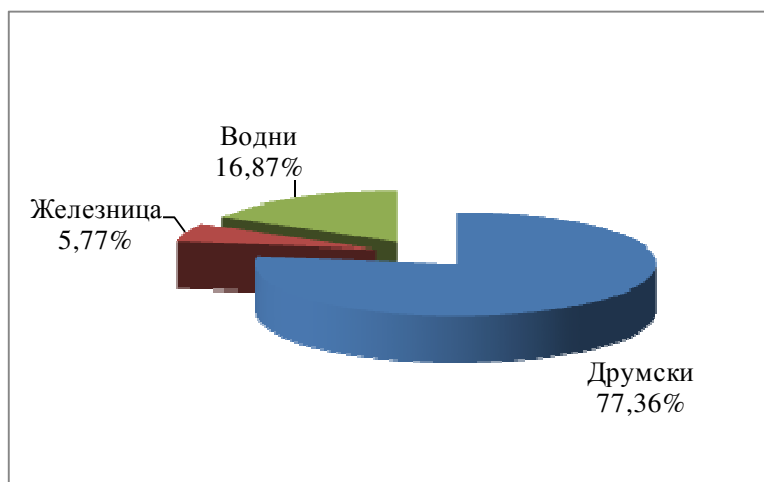
Први корак приликом дефинисања транспортних захтева на територији града Београда јесте одређивање укупне количине нафте и нафтних деривата које се транспортују и заступљеност по појединим видовима превоза. У оквиру ове тачке приказани су резултати истраживања токова нафте и нафтних деривата, односно укупна количина робе која се транспортује, расподела укупне количине робе по видовима и по фиксним изворима.

На основу истраживања, утврђено је да је на територији Београда у току 2007. године транспортовано укупно **993.986.659** литара нафте и нафтних деривата, што представља **57,13%** од укупне количине транспортоване нафте и нафтних деривата на подручју територије Републике Србије. Овај податак је веома забрињавајући са аспекта управљања ризиком из разлога што на територији града Београда живи 1.576.084 становника.

Када се посматрају подаци о расподели укупне количине транспортоване нафте и нафтних деривата на подручју града Београда по видовима превоза у току 2007. године (табела 5.7. и слика 5.13.), може се закључити да највеће учешће има друмски транспорт и оно износи **77,36%**, односно **друмским транспортним средствима** је транспортовано **768.963.219** литара нафте и нафтних деривата. Водним видом превоза је транспортовано 167.681.975 литара нафте и нафтних деривата, што представља 16,87% од укупне количине, док је железницом транспортовано 5,77%, односно 57.341.465 литара нафте и нафтних деривата.

Табела 5.7. Расподела транспортоване робе по видовима превоза у 2007. години (modal split) на територији града Београда

	Укупна количина робе (литара)	%
Друмски	768.963.219	77,36
Железнички	57.341.465	5,77
Водни	167.681.975	16,87
Укупно	993.986.659	100,00



Слика 5.13. Расподела транспортоване робе по видовима превоза у 2007. години (modal split) на територији града Београда

На основу презентираних резултата може се закључити да је на подручју града Београда изузетно неповољна расподела укупних количина нафте и нафтних деривата по видовима превоза из разлога веома велике заступљености друмског транспорта, али и због чињенице да је овај вид транспорта најеластичнији. Из тог разлога избор траса за кретање друмских возила која транспортују опасну робу, у циљу смањења нивоа ризика по становништво и животну средину, још више добија на значају.

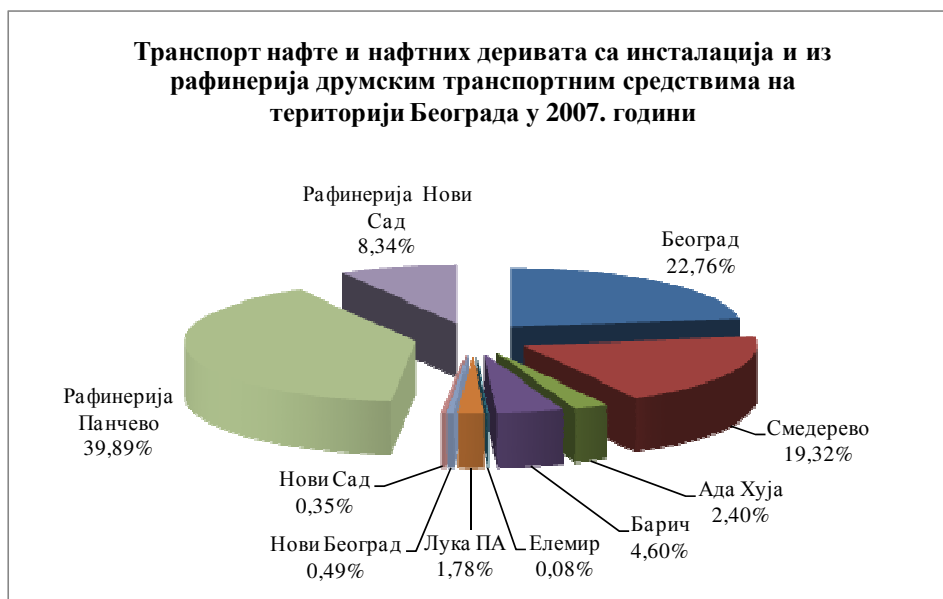
Када се посматра расподела укупне количине превезене робе по фиксним изворима у 2007. години на основу података приказаних у табели 5.8., може се видети да се највише нафте и нафтних деривата за и кроз подручје града Београда свим видовима превоза у 2007. години транспортује из Рафинерије Панчево и то 527.390.910 литара што представља 53,05% од укупне количине транспортоване робе. Из Инсталација у Београду се транспортује за потребе града и кроз Београд 175.007.193 литара (17,61% од укупне количине робе), док се из Инсталација у Смедереву транспортује (14,95%) и Рафинерије Нови Сад (6,89%). Остали фиксни извори (Ада Хуја, Барич, Елемир, Лука Панчево, Нови Београд и Нови Сад) имају учешће од око 7,5%.

Табела 5.8. Расподела транспортоване робе по фиксним изворима у 2007. години по видовима

Вид превоза	Извор	Укупна количина робе (литара)	%
Друмски	Рафинерија Панчево	306.734.736	39,89
	Рафинерија Нови Сад	64.114.052	8,34
	Београд	175.007.193	22,76
	Смедерево	148.569.025	19,32
	Ада Хуја	18.447.901	2,40
	Барич	35.355.852	4,60
	Елемир	606.116	0,08
	Лука Панчево	13.650.150	1,78
	Нови Београд	3.766.934	0,49
	Нови Сад	2.711.261	0,35
Укупно		768.963.219	100,00
Железнички	Раф. Панчево	54.229.401	94,57
	Раф. Нови Сад	3.112.064	5,43
Укупно		57.341.465	100,00
Водни	Раф. Панчево	166.426.773	99,25
	Раф. Нови Сад	1.255.202	0,75
Укупно		167.681.975	100,00

У циљу дефинисања транспортних захтева у времену и простору за друмски транспорт нафте и нафтних деривата, неопходно је прво одредити количине роба које се друмским транспортним средствима превозе по свим извориштима посебно.

На слици 5.14. дат је приказ процентуалне заступљености транспорта нафте и нафтних деривата из фиксних извора друмским транспортним средствима у току 2007. године на територији Београда.



Слика 5.14. Процентуална заступљеност транспорта нафте и нафтних деривата из фиксних извора друмским транспортним средствима у току 2007. године на територији Београда

На основу података који су приказани у табели 5.8. и на слици 5.14. може се закључити да се на територији Града Београда највише нафте и нафтних деривата транспортује из Рафинерије Панчево, односно 306.734.736 литара годишње што представља 39,89% од укупне количине која се транспортује друмским транспортним средствима.

Из инсталација у Београду се транспортује 175.007.193 литара годишње или 22,76%. Овај податак је веома забрињавајући са аспекта управљања ризиком у транспорту опасне робе и заштите животне средине јер се ови извори налазе у близини водотокова (реке Саве и Дунава), а Инсталација Београд - Чукарица се налази и у близини главног изворишта за снабдевање грађана водом за пиће, односно њена зона утицаја сече површину главног изворишта и представља велику претњу по становништво целог града.

У наредној тачки рада дат је приказ карактеристика транспортних захтева у времену за све видове транспорта, а посебан акценат дат је друмском транспорту, на основу спроведених истраживања за 2007. годину. Дефинисање транспортних захтева у времену су од велике важности за дефинисање временских ограничења транспорта ове врсте опасне робе на подручју Града Београда као и за одређивање

меродавног периода на основу кога се врши одређивање карактеристика транспортних захтева у простору, који су од примарног значаја за управљање ризиком у транспорту опасних роба и представљају улазни параметар за анализу ризика.

5.6. КАРАКТЕРИСТИКЕ ТРАНСПОРТНИХ ЗАХТЕВА (ТРАНСПОРТ НАФТЕ И НАФТНИХ ДЕРИВАТА) У ВРЕМЕНУ НА ПОДРУЧЈУ ГРАДА БЕОГРАДА

Од карактеристика транспортних захтева које су од велике значајности за управљање системом друмског транспорта опасних роба у оквиру ове тачке дат је приказ расподеле транспортних захтева по месецима у току године (за друмски и остале видове превоза), односно неравномерности у току године по месецима, неравномерности по данима у току седмице и неравномерности по сатима у току дана. Како би се утврдиле последње две врсте неравномерности (у току седмице по данима и часовне у току дана) неопходно је дефинисати репрезентативни период, односно период који одсликава право стање расподеле транспортних захтева у времену у току седмице. За одређивање репрезентативног периода неопходно је прво утврдити расподелу транспортних захтева по месецима у току године како би се утврдио меродавни месец за захтеве за транспортом опасне робе.

5.6.1. РАСПОДЕЛА ТРАНСПОРТНИХ ЗАХТЕВА ПО МЕСЕЦИМА У ТОКУ 2007. ГОДИНЕ

На основу истраживања карактеристика транспортних захтева нафте и нафтних деривата у 2007. години, добијена је расподела транспортних захтева по месецима у току године за све видове превоза и фиксне изворе, али и неравномерности транспортних захтева по месецима у току године на подручју града Београда.

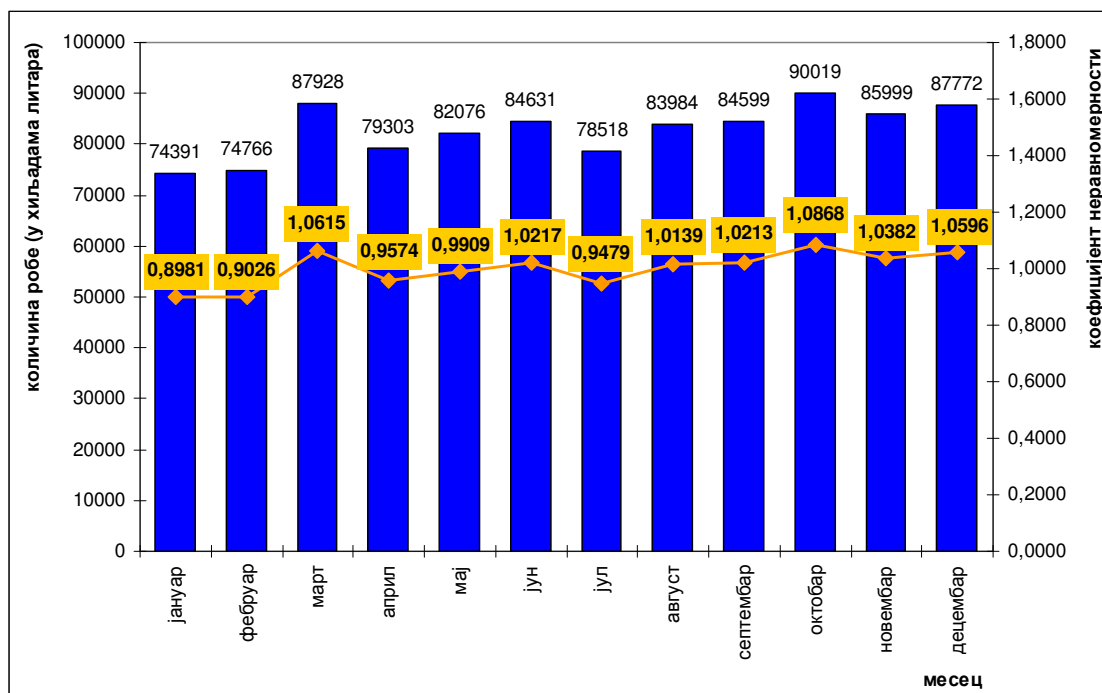
Расподела транспортних захтева по месецима у току године за све видове превоза и фиксне изворе на подручју града Београда приказана је у табели 5.9. (период јануар - јун) и 5.10. (период јул - децембар), док су неравномерности транспортних захтева по месецима у току године на подручју града Београда приказане на слици 5.15.

Табела 5.9. Расподела транспортних захтева по месецима у току 2007. године – град Београд (јануар-јун)

Месец		Јануар	Фебруар	Март	Април	Мај	Јун
Инсталације (ДР)	Београд	13.636.199	14.363.313	21.284.042	14.726.817	13.936.517	15.085.559
	Смедерево	10.043.028	8.362.452	11.613.550	13.102.316	10.756.364	11.959.560
	Ада Хуја	541.884	751.077	120.084	120.264	752.139	1.052.709
	Барич	1.293.854	1.414.220	1.804.826	2.412.248	5.501.266	4.541.377
	Елемир	0	0	149.847	0	0	121.109
	Лука Панчево	1.676.249	1.376.291	2.339.399	2.213.068	457.473	678.511
	Нови Београд	0	0	0	0	0	0
	Нови Сад	214.396	198.160	82.563	682.368	0	255.029
Укупно		27.405.611	26.465.513	37.394.311	33.257.080	31.403.759	33.693.854
Рафинерија (ДР)	Панчево	25.624.193	23.968.967	19.230.536	19.698.884	28.915.061	24.943.766
	Нови Сад	2.804.256	1.422.833	6.312.699	6.801.694	3.569.215	7.543.593
Укупно		28.428.449	25.391.800	25.543.235	26.500.578	32.484.276	32.487.359
Укупно (И+Р)		55.834.060	51.857.313	62.937.546	59.757.658	63.888.034	66.181.213
		%	75,05	69,36	71,58	75,35	78,20
Железница	Укупно	5.365.606	2.143.678	2.812.640	3.405.772	9.394.854	8.500.846
		%	7,21	2,87	3,20	4,29	11,45
Водни	Укупно	13.191.236	20.764.667	22.178.119	16.139.950	8.793.251	9.949.069
		%	17,73	27,77	25,22	20,35	10,71
Укупно		74.390.902	74.765.658	87.928.305	79.303.380	82.076.139	84.631.128

Табела 5.10. Расподела транспортних захтева по месецима у току 2007. године – град Београд (јул-децембар)

Месец		Јул	Август	Септембар	Октобар	Новембар	Децембар
Инсталације (ДР)	Београд	13.964.440	12.248.637	12.817.331	13.920.746	13.971.804	15.051.788
	Смедерево	12.828.839	16.192.611	14.644.008	14.886.856	12.380.194	11.799.247
	Ада Хуја	572.352	150.216	2.223.876	5.494.841	3.360.834	3.307.625
	Барич	3.370.505	3.305.980	2.659.919	1.777.045	2.681.473	4.593.139
	Елемир	0	0	99.502	194.158	41.500	0
	Лука Панчево	876.351	2.833.899	1.198.909	0	0	0
	Нови Београд	574.558	1.056.560	511.959	902.707	721.150	0
	Нови Сад	360.622	278.630	5.042	136.990	365.450	132.011
Укупно		32.547.667	36.066.532	34.160.546	37.313.343	33.522.405	34.883.811
Рафинерија (ДР)	Панчево	17.319.379	28.853.213	29.848.870	31.542.168	28.615.318	28.174.380
	Нови Сад	13.046.230	5.971.510	3.009.397	5.390.040	3.994.862	4.247.723
Укупно		30.365.609	34.824.723	32.858.267	36.932.208	32.610.181	32.422.103
Укупно (И+Р)		62.913.275	70.891.255	67.018.813	74.245.551	66.132.586	67.305.914
		%	80,13	84,41	79,22	82,48	76,68
Железница	Укупно	7.521.338	6.042.594	6.497.721	2.964.939	1.189.367	1.502.110
		%	9,58	7,19	7,68	3,29	1,38
Водни	Укупно	8.083.709	7.049.962	11.082.506	12.808.190	18.676.861	18.964.455
		%	10,30	8,39	13,10	14,23	21,72
Укупно		78.518.322	83.983.811	84.599.040	90.018.680	85.998.814	87.772.479

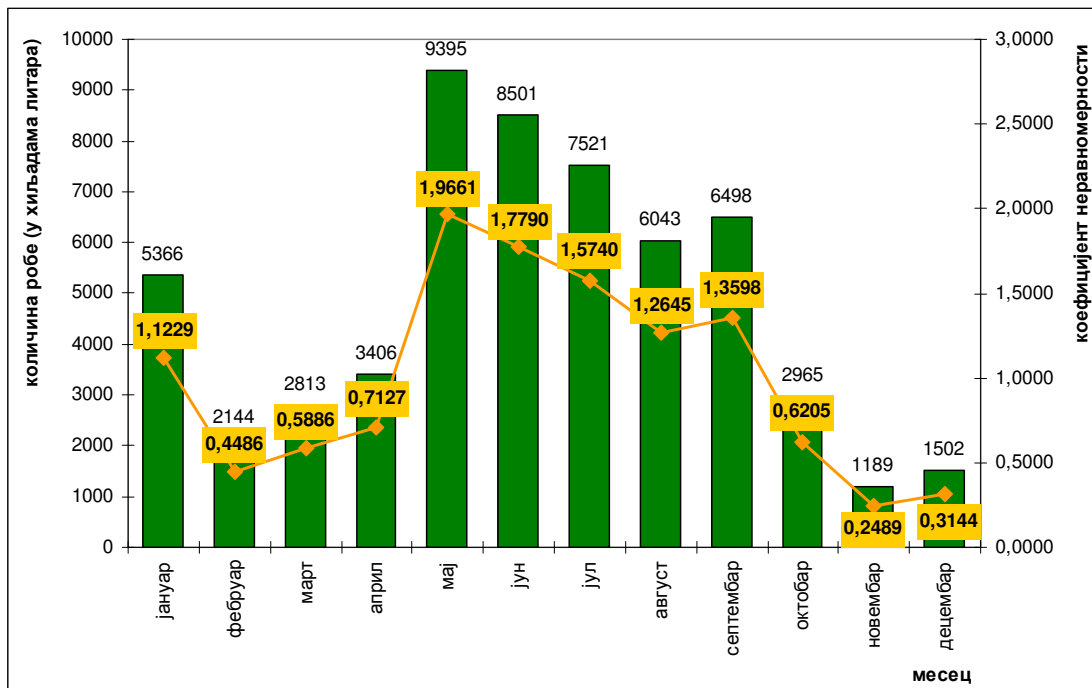


Слика 5.15. Расподела транспортних захтева и неравномерности по месецима у току 2007.године – град Београд (сви видови)

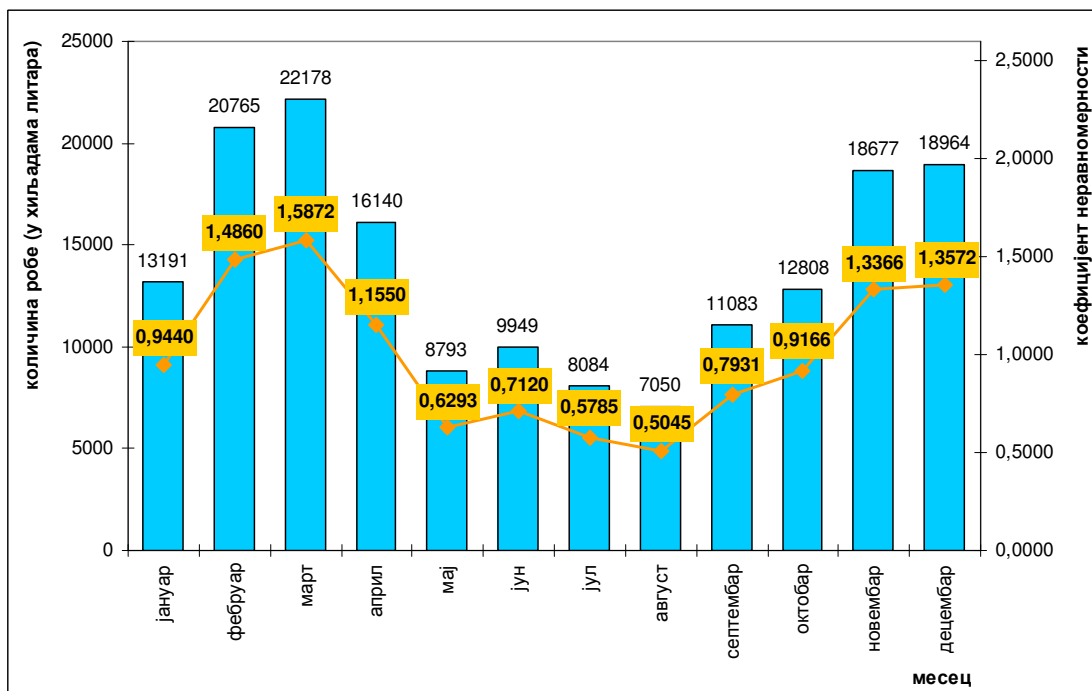
На основу података приказаних у табелама и на слици може се видети да се највише нафте и нафтних деривата на подручју града Београда свим видовима превоза транспортује током октобра месеца, и то 90.018.680 литара. Други месец по величини транспортних захтева је март са (87.928.305 литара), док се током децембра транспортује 87.772.479 литара нафте и нафтних деривата, што представља трећу величину месечних транспортних захтева. Најслабији месеци су јануар и фебруар, када се транспортује 74.390.902 и 74.765.658 литара нафте и нафтних деривата, респективно. Поред података о укупним количинама, на слици су приказане и неравномерности транспортних захтева по месецима, које показују одступања вредности транспортних захтева по месецима у односу на просечну месечну годишњу вредност.

Расподела транспортних захтева по месецима по појединим видовима превоза је од изузетне важности са аспекта управљања ризиком, јер је већа вероватноћа настанка инцидентне ситуације и веће последице у месецу који има највеће транспортне захтеве или оне који су већи од просечних месечних. Из тог разлога од изузетне важности јесте дефинисање ове врсте расподеле за друмски подсистем транспорта нафте и нафтних деривата у циљу испуњења циља овог рада – избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком.

Пре утврђивања расподеле транспортних захтева по месецима у току године и неравномерности за друмски транспорт, неопходно је дефинисати исте карактеристике за водни и железнички подсистем, што је приказано на слици 5.16. и слици 5.17.



Слика 5.16. Распореда транспортних захтева и неравномерности по месецима у току 2007. године – град Београд (железнички транспорт)

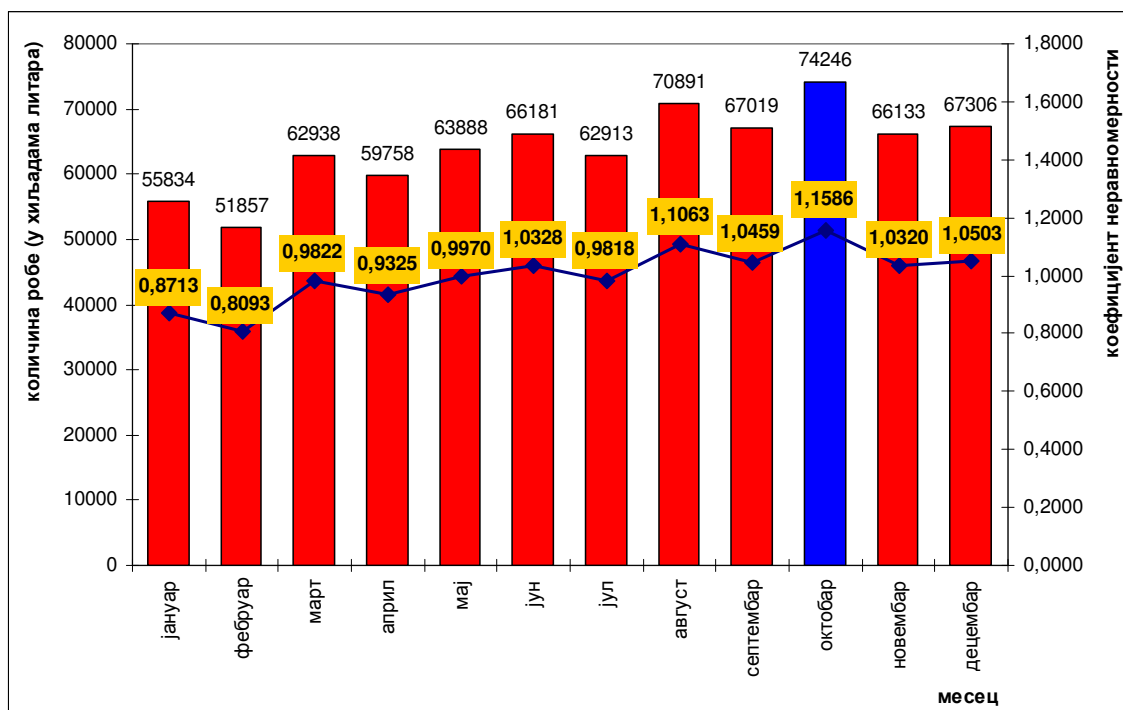


Слика 5.17. Распореда транспортних захтева и неравномерности по месецима у току 2007. године – град Београд (водни транспорт)

Са слика се може видети да постоје велика одступања у расподели транспортних захтева (од 0,2489 у новембру до 1,9661 у мају) и да се највише нафте и нафтних деривата железницом кроз и за подручје града Београда транспортује током месеца маја и то скоро два пута више него просечно месечно, што показује неравномерност од 1,9661.

И код водног транспорта се јављају велика одступања у расподели транспортних захтева по месецима као и код железнице, с тим што се баржама у току 2007. године највише нафте и нафтних деривата транспортовало у марту (22.178.119 литара), а најмање у августу 7.049.962 литара.

Када се посматрају карактеристике расподеле количина транспортоване нафте и нафтних деривата друмским транспортним средствима по месецима у току 2007. године на подручју града Београда (слика 5.18.), може се закључити да су одступања (неравномерности транспортних захтева) доста мања у односу на железнички и водни транспорт, и не прелазе 20% у односу на просечну месечну вредност.



Слика 5.18. Расподела транспортних захтева и неравномерности по месецима у току 2007. године – град Београд (друмски транспорт)

Са слике 5.18. се може видети да је месец када је највише транспортовано робе друмским транспортним средствима, месец **октобар**, у току којег је транспортовано 15,86% више нафте и нафтних деривата у односу на просечну месечну вредност у току године, односно **74.245.551** литара. Други месец по количини транспортоване нафте и нафтних деривата је август (70.891.255 литара), у току којег је 10,63% више транспортовано нафте и нафтних деривата у односу на просечну месечну вредност у току године, док је на трећем месту, децембар, у

току којег је транспортовано 67.305.914 литара нафте и нафтних деривата. Најмање нафте и нафтних деривата у току године је транспортовано током месеца фебруара (51.857.313 литара), што је за 19,07% мање од просечне месечне вредности, односно за 34,93% мање у односу на октобар месец.

Поставља се питање: Која је од презентираних месечних вредности транспортних захтева **меродавна** за управљање системом друмског транспорта опасних роба са аспекта ризика?

Да ли је то **најнижа** или она која је **најближа средњој месечној** или она која је **највиша**, односно поставља се питање: **Који месец изабрати као репрезентативан за транспорт нафте и нафтних деривата на подручју града Београда друмским транспортним средствима са аспекта управљања ризиком?**

Узимајући у обзир да се ради о опасној роби (класи 3 опасне робе) за **репрезентативни месец** се узима онај у оквиру кога се **највише транспортује опасне робе**. Ово је из разлога што се за опасну робу везују велики ризици и потенцијалне штете које могу настати приликом њиховог транспорта. Због чињенице да је величина вероватноће настанка инцидентне ситуације и величина последица сразмерна количини опасне робе која се транспортује, то се за **репрезентативни месец** за транспорт опасне робе са аспекта управљања ризиком узима месец када је највише транспортовано робе, а то је у овом случају месец **октобар**.

У циљу избора траса за друмски транспорт опасних роба, за дефинисани период неопходно је одредити и неравномерности по данима у току седмице, као и часовне неравномерности у току дана које су од изузетне значајности за одређивање времена у коме не сме да се транспортује опасна роба тако што се ове вредности упоређују са вредностима часовних величина саобраћајног тока и на основу тих вредности се одређују периоди када опасна роба не сме бити транспортована, на одређеном подручју опслуге.

5.6.2. КАРАКТЕРИСТИКЕ ТРАНСПОРТНИХ ЗАХТЕВА У ВРЕМЕНУ ЗА РЕПРЕЗЕНТАТИВНИ ПЕРИОД - ДРУМСКИ ТРАНСПОРТ (15.10. - 21.10. 2007.)

На основу спровене анализе карактеристика транспортних захтева у претходној тачки рада, утврђено је да је репрезентативни месец за избор траса за транспорт нафте и нафтних деривата на територији града Београда, месец **октобар**. У циљу дефинисања карактеристика транспортних захтева и њихових неравномерности по данима у току седмице и неравномерности по сатима у току дана неопходно је дефинисати и седмицу у месецу октобру за коју би се одредиле ове карактеристике.

Истраживањем је утврђено да је то период од **15. до 21. октобра 2007. године**.

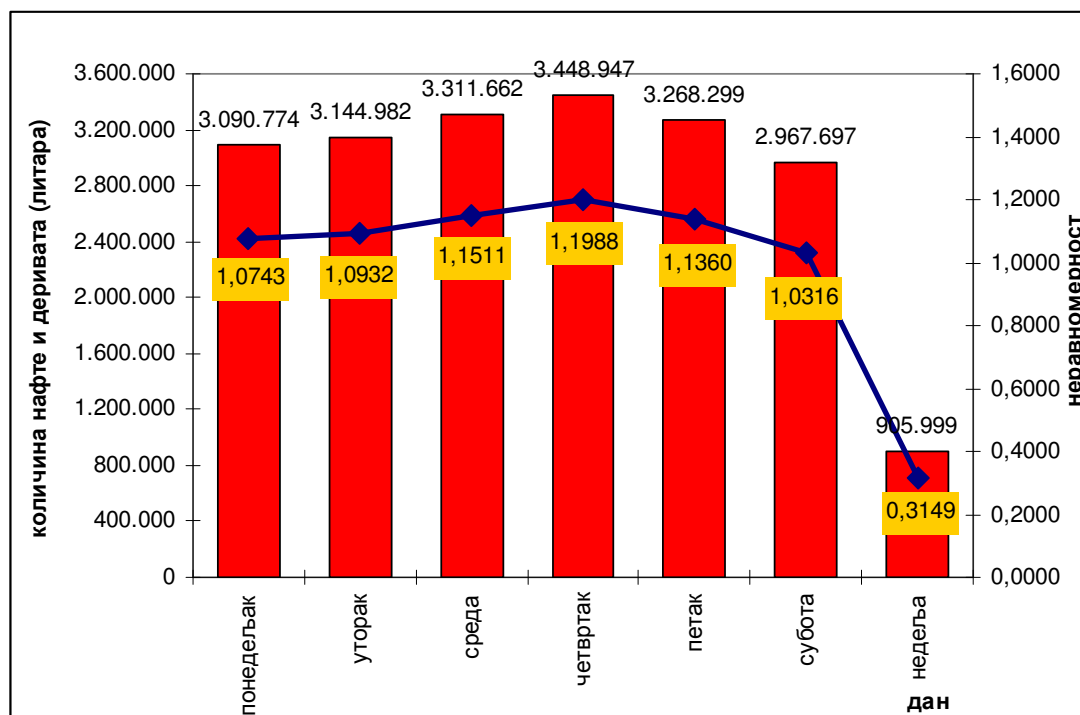
За дефинисани период, истражене су карактеристике друмског транспорта нафте и нафтних деривата, за сва фиксна изворишта посебно на подручју града Београда и она изворишта из којих роба долази на дефинисано подручје опаслуге и утврђене дневне неравномерности како за фиксне изворе тако и за друмски транспорт укупно.

Укупне количине робе које се транспортују по данима у току седмице (15.10. - 21.10.) и дневне количине по сваком од фиксних извора су приказане у табели 5.11. и на слици 5.19.

Табела 5.11. Расподела транспортних захтева и неравномерности по данима у току седмице – град Београд (друмски транспорт)

	Понедељак	Уторак	Среда	Четвртак	Петак	Субота	Недеља	Укупно	%
Рафинерија Панчево	1.639.956	1.844.746	1.862.722	1.816.352	1.787.971	2.076.297	665.793	11.693.837	58,07
Рафинерија Нови Сад	0	65.923	132.165	59.887	260.796	0	30.255	549.026	2,73
Инсталација Београд	777.000	675.000	793.000	954.000	568.000	423.200	0	4.190.200	20,81
Инсталација Смедерево	252.628	318.686	162.836	228.538	351.235	288.139	0	1.602.062	7,96
Ада Хуја	300.367	120.255	180.062	180.029	119.900	89.937	209.951	1.200.501	5,96
Барич	90.717	60.453	60.750	29.770	30.397	60.227	0	332.314	1,65
Нови Београд	30.106	59.919	0	60.221	30.107	0	0	180.353	0,90
Елемир	0	0	120.127	120.150	119.893	0	0	360.170	1,79
Шабач	0	0	0	0	0	29.897	0	29.897	0,15
Укупно	3.090.774	3.144.982	3.311.662	3.448.947	3.268.299	2.967.697	905.999	20.138.360	100,00
Неравномерности по данима	1,0743	1,0932	1,1511	1,1988	1,1360	1,0316	0,3149	-	-

На основу података презентираних у табели 5.11. и на слици 5.19., може се видети да су мала одступања у количинама транспортоване нафте и нафтних деривата током радних дана. Из приказа се може видети да се највише нафте и нафтних деривата транспортује четвртком, и то 3.448.947 литара, што је за 19,88% више у односу на просечан дан у току седмице. Затим следе среда и петак у току којих се транспортује 3.311.662 и 3.268.299 литара, респективно. Најмање нафте и нафтних деривата се транспортује недељом, и то 905.599 литара, што представља око 31,49% од просечне дневне количине која се транспортује друмским средствима.

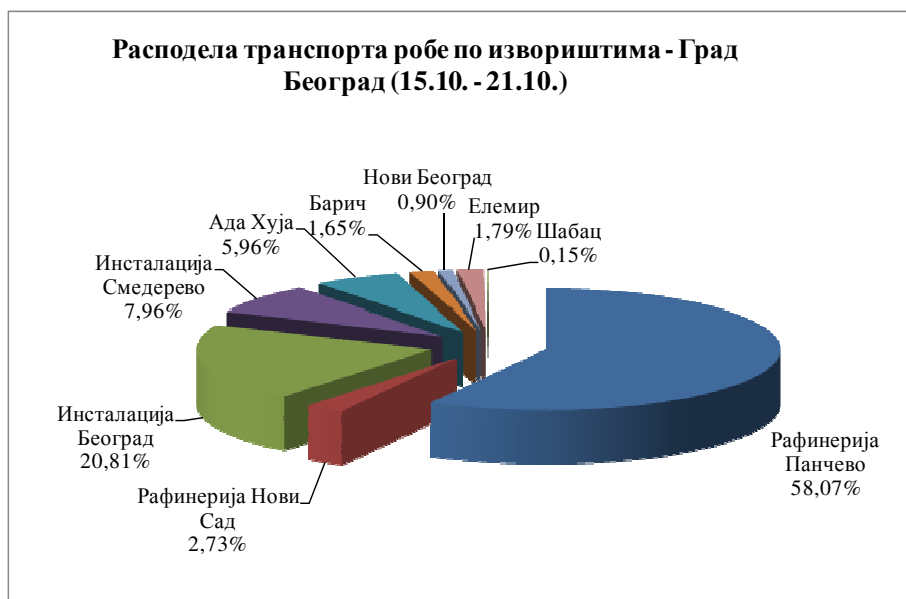


Слика 5.19. Расподела транспортних захтева и неравномерности по данима у току седмице – град Београд (друмски транспорт)

Неравномерности захтева по данима у току седмице показују да не постоје велика одступања у току радних дана, али што је веома неповољно са аспекта ризика јесте чињеница да су захтеви у току викенда много мали, односно недеља узима учешће од само 30% од просечног дана у седмици. Узимајући у обзир да су саобраћајни токови недељом најмањи, неопходно је повећати захтеве за транспортом у овом дану тако што ће се извршити прерасподела транспортних захтева по данима, односно смањити захтеви у радним данима када су они већи од просека на тај ниво и прерасподелити на недељу, односно да се изврши тзв. „пеглање“ транспортних захтева по данима у току седмице са циљем смањења неравномерности.

Када се посматра расподела транспортоване нафте и нафтних деривата по данима у седмици по фиксним изворима, на основу података из табеле 5.11. и са слике 5.19. се може видети да је највише нафте и нафтних деривата за и кроз подручје Београда транспортовано из Рафинерије нафте Панчево, и то 58,07% од укупне количине. Из инсталација на Чукарици (Инсталација Београд) је транспортовано 20,81% од укупне количине нафте и нафтних деривата, а из инсталација у Смедереву 7,96%. Из осталих фиксних извора транспортоване су доста мање количине нафте и нафтних деривата и они се крећу од 0,15% из Шапца до 5,96% из барже на Ади Хуји.

Расподела транспортоване нафте и нафтних деривата по фиксним изворима у току репрезентативног периода (15.10. - 21.10.), је приказана на слици 5.20.



Слика 5.20. Расподела транспортване нафте и нафтних деривата по фиксним изворима у току репрезентативног периода (15.10. - 21.10.)

За спровођење осетљивије анализе, неопходно је анализирати расподеле транспортних захтева по сваком од претходно наведених извора по данима у седмици по сваком од деривата. Због обимности ове врсте података, у раду је приказана ова врста података само за Рафинерију нафте Панчево (табела 5.12.), док су за остале фиксне изворе подаци дати у прилогу рада.

Табела 5.12. Расподела транспортване нафте и нафтних деривата у току репрезентативног периода (15.10. - 21.10.) - Рафинерија нафте Панчево

Дан	Врста деривата					Укупно	Неравн.
	МВ 95	ВМВ 95	Евро.dizel	Dizel	ЕКО 3		
Понедељак	227.585	155.962	152.000	856.409	248.000	1.639.956	0,9817
Уторак	203.015	209.662	240.000	808.069	384.000	1.844.746	1,1043
Среда	269.750	343.300	205.700	771.972	272.000	1.862.722	1,1150
Четвртак	299.078	400.267	296.000	669.007	152.000	1.816.352	1,0873
Петак	374.194	218.180	58.000	881.597	256.000	1.787.971	1,0703
Субота	294.835	454.459	120.000	1.007.003	200.000	2.076.297	1,2429
Недеља	99.138	296.989	0	269.666	0	665.793	0,3985
Седмица	1.767.595	2.078.819	1.071.700	5.263.723	1.512.000	11.693.837	
%	15,12	17,78	9,16	45,01	12,93	100,00	

На основу података приказаних у табели може се видети да се у току репрезентативног периода из Рафинерије нафте Панчево, највише транспортовао дизел са учешћем од 45,01% од укупне количине, док безоловни и оловни бензин имају учешће од 17,78% и 15,12%, респективно.

За изабрани период поред дефинисања расподеле транспортоване нафте и нафтних деривата и утврђивања њихових неравномерности по данима у току седмице, неопходно је утврдити и **часовне неравномерности** у току дана које су од изузетне значајности за одређивање времена у оквиру којег је неопходно спровести забрану транспорта опасне робе, тако што се вредности величине транспортних захтева упоређују са вредностима часовних величина саобраћајног тока и на основу тих вредности се одређују периоди када опасна роба не сме бити транспортована. У циљу утврђивања **часовних неравномерности у току дана** неопходно је на основу расподеле захтева по данима у току седмице одредити репрезентативан дан, и као што је то претходно наведено то је дан у оквиру седмице када је највише транспортовано робе, односно **четвртак**, у току кога се транспортује 19.88% више робе од просечног дана у оквиру репрезентативног периода.

Дакле, **четвртак** је репрезентативан дан за одређивање часовне расподеле у току дана као и за одређивање временских ограничења транспорта опасне робе на подручју града Београда што је од изузетне значајности због смањења негативног утицаја опасне робе по становништво и животну средину као и са аспекта управљања ризиком у транспорту опасне робе.

На слици 5.21. је рада расподела транспортних захтева по часовима у току дана (четвртак), за подручје града Београда.



Слика 5.21. Расподела транспортних захтева по часовима у току дана

Са слике 5.21. се може видети да се највише нафте и нафтних деривата на подручју Града Београда транспортује у периоду од 11:00 до 11:59, односно 14.20% од укупне количине која се транспортује у току дана, док се између 9:00 и 9:59 транспортује 12.29%. Веома је занимљиво да се у периоду од поноћи до 8:00 часова ујутро транспортује само 4.30% од укупне дневне количине робе, а објашњење овог податка је тај да се друмским средствима снабдевају бензинске пумпе, тако да предузећа која врше услуге транспорта то обављају у периоду од 7:00 до 0:00 часова што је веома неповољно са аспекта управљања ризиком из разлога што су у том периоду велике гужве на градским саобраћајницама, па је и виши ниво ризика.

У циљу смањења нивоа ризика као једна од мера јесте забрана кретања возилима која транспортују опасну робу градским саобраћајницама у одређеним периодима времена у току дана, као и промена режима функционисања снабдевања нафтним дериватима бензинских станица на подручју града.

Након дефинисања расподеле транспортних захтева у времену, неопходно је дефинисати и карактеристике транспортних захтева (нафте и нафтних деривата) у простору, што је приказано у наредној тачки рада.

5.7. АНАЛИЗА И ДЕФИНИСАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПОРТНИХ ЗАХТЕВА (ТРАНСПОРТ НАФТЕ И НАФТНИХ ДЕРИВАТА) У ПРОСТОРУ

Поред утврђивања карактеристика транспортних захтева у времену, за дефинисано подручје опслуге (територија града Београда) неопходно је дефинисати и карактеристике транспортних захтева у простору у оквиру репрезентативног периода, од 15.10. до 21.10. 2007. године.

Дефинисање карактеристика транспортних захтева у простору обухвата утврђивање:

- изворно - циљних кретања (матрица извор-циљ),
- утврђивање карактеристика токова у простору у односу на дефинисано подручје опслуге (транзитни, локални, извор ван циљ у оквиру дефинисаног подручја), и
- оптерећење мреже саобраћајница токовима робе у простору.

Све претходно наведене карактеристике транспортних захтева (транспорта нафте и нафтних деривата) приказане су у наредном тексту рада, а од квалитета и обухвата ове врсте података директно зависе и излазни резултати који су од директног утицаја на процес избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу.

5.7.1. КАРАКТЕРИСТИКЕ ИЗВОРНО - ЦИЉНИХ КРЕТАЊА

Трећи корак у оквиру унапређене методологије за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком представља дефинисање изворно – циљних кретања, односно формирање матрице кретања робе између изворних и циљних одредишта.

Прво што је неопходно урадити приликом дефинисања карактеристика токова у простору, јесте дефинисање карактеристика изворно - циљних кретања. Ова врста кретања се дефинише помоћу матрице извор-циљ за сваку возњу нафте и нафтних деривата у току дана друмским транспортним средствима. У циљу формирања матрице извор - циљ за дефинисано подручје опслуге – територије града Београда, неопходно је то подручје поделити на саобраћајне зоне и утврдити колико која зона има степен продукције и степен атракције, односно колико се робе из одређене зоне превози, односно која количина робе заврши у тој зони.

Да би се дефинисале саобраћајне зоне, односно извршио зонинг дефинисаног подручја опслуге, територије града Београда, неопходно је поставити одређене критеријуме на основу којих би се извршио зонинг.

Критеријуми за формирање граница саобраћајних зона су:

1. Административне границе општина у оквиру подручја;
2. Постојеће границе урбанистичких зона према њиховој намени површина;
3. Главне саобраћајнице;
4. Постојеће трасе за кретање возила која транспортују опасну робу.

На основу презентираних критеријума подручје опслуге је подељено у **79 зона**. За дефинисани репрезентативни период урађена је просторна дистрибуција робе између парова зона - зона на нивоу једног дана, односно дефинисана матрица изворно - циљних кретања на основу које се може веома лако закључити колики је степен атракције односно степен продукције одређене зоне. Свакој дефинисаној зони је дат број и уцртана центроида, односно дефинисан је центар зоне.

Списак зона за дефинисано подручје опслуге, њихове границе и изглед на дефинисаном подручју дати су у прилогу.

Након утврђивања броја и граница саобраћајних зона на територији града Београда, неопходно је утврдити којим зонама припадају фиксни извори нафте и нафтних деривата, јер зоне у којима се сваки од фиксних извора налази представљају изворне зоне у оквиру матрице извор - циљ (у даљем тексту ИС матрица).

У складу са претходно наведеним, фиксни извори имају број зоне уколико се налазе на подручју града или ознаку (скраћеницу) уколико се њихова локација налази ван дефинисаног подручја опслуге, и то:

- Инсталација Београд - Чукарица, припада зони **79**;
- Складиште Ада Хуја, припада зони **26**;
- Складиште Нови Београд, припада зони **1**;
- Складиште Барич, припада зони **62**;
- Рафинерија нафте Панчево, има ознаку **РА**;
- Рафинерија нафте Нови Сад има ознаку **NS**;
- Инсталација Смедерево, има ознаку **SD**;
- Складиште Елемир, има ознаку **EL**;

Циљна одредишта представљају бензинске станице до којих се транспортује нафта и нафтни деривати из фиксних извора, односно рафинерија, инсталација и складишта. У зависности од капацитета складишних простора и степена атрактивности пумпи (локације) постоје различити захтеви за њиховим снабдевањем нафтним дериватима. Одређене пумпе се снабдевају свакодневно, неке се снабдевају неколико пута у току седмице, док остале само једном седмично. Све претходно наведене осцилације су узете у обзир приликом дефинисања ИС матрица.

Како не би дошло до грешки приликом утврђивања степена атракције појединих зона у оквиру којих се налази две или више бензинских пумпи, свакој пумпи до које се транспортују нафтни деривати у репрезентативном периоду је додељена шифра која се састоји из три броја. Уколико се бензинска пумпа налази ван дефинисаног подручја опслуге, за њу се везује скраћеница правца, односно магистрале или друге врсте пута, којом се напушта подручје опслуге, односно територија града Београда (правац Панчево - РА, Ибарска магистрала - ИМ и сл.).

Број бензинских пумпи који је обухваћен истраживањем у току репрезентативног периода (15.10. - 21.10. 2007. године) је 157, од којих је 103 на подручју града Београда (66,03%), док је осталих 53 бензинских станица изван подручја града Београда.

Списак бензинских пумпи са њиховим шифрама и локацијама дат је у прилогу рада.

На основу дефинисаних зона, односно њихових граница, дефинисања припадности фиксних извора и бензинских станица појединим зонама, и на основу истражених карактеристика транспорта нафте и нафтних деривата, урађене су **ИС матрице за сваки дан у оквиру репрезентативног периода (од понедељка до недеље)**.

Матрице извор - циљ због своје величине и бројности дате су у прилогу, док је у тексту рада дат приказ матрице извор - циљ за репрезентативни дан у току недеље, а то је четвртак. Дакле, за дефинисање токова у простору, након спроведене временске анализе, у току репрезентативног периода, меродаван дан је **четвртак**.

На основу резултата добијених истраживањем карактеристика кретања возила која транспортују нафту и нафтне деривате између парова изворна - циљна зона, у току меродавног дана добијени су степени атракције, односно продукције сваке од зоне појединачно.

Када се посматрају **зоне по количини нафте и нафтних деривата које се из те зоне транспортују**, на основу обраде података и приказа у ИС матрици, **зоне са највећим степеном продукције** су:

1. зона **(РА)** у оквиру које се налази **Рафинерија Панчево** са **52,66%** (1.816.352 лит.)
2. зона **79** у оквиру које се налази **Инсталација Чукарица** са **27,66%** (954.000 лит.)
3. зона **(SD)** у оквиру које се налази **Инсталација Смедерево** са **6,63%** (228.500 лит.)
4. зона **26** у оквиру које се налази **Складиште Ада Хуја** са **5,22%** (180.000 лит.)
5. Зона **(EL)** у оквиру које се налази **Складиште у Елемиру** са **3,48%** (120.200 лит.)

Преостала три извора (Рафинерија Нови Сад, Складиште у Баричу и складиште на Новом Београду) имају степен продукције око 4% укупно.

На основу ових резултата може се рећи да око **35%** од укупне количине нафте и нафтних деривата има извор на подручју града Београда, што је потпуно неприхватљиво са аспекта управљања ризиком, због величине последица које може изазвати само складиштење ове врсте робе.

Када се посматрају **зоне на подручју града Београда по степену атракције** (количина робе која се у току дана транспортује у ову зону), издвајају се следеће зоне:

1. зона **2** (СИБ, Сава центар) са **3,22%** (111.100 лит.)
2. зона **57** (Беле воде) са **2,55%** (88.000 лит.)
3. зона **7** (Бежанија Ледине) са **2,37%** (81.600 лит.)
4. зона **11** (Земун горњи град) са **2,09%** (72.000 лит.)
5. зона **6** (Новобеоградска Топлана) са **2,00%** (69.000 лит.)

На основу приказаних резултата може се видети да ниједна од 79 дефинисаних зона на подручју града не привлачи више од 4% укупних дневних количина нафте и нафтних деривата.

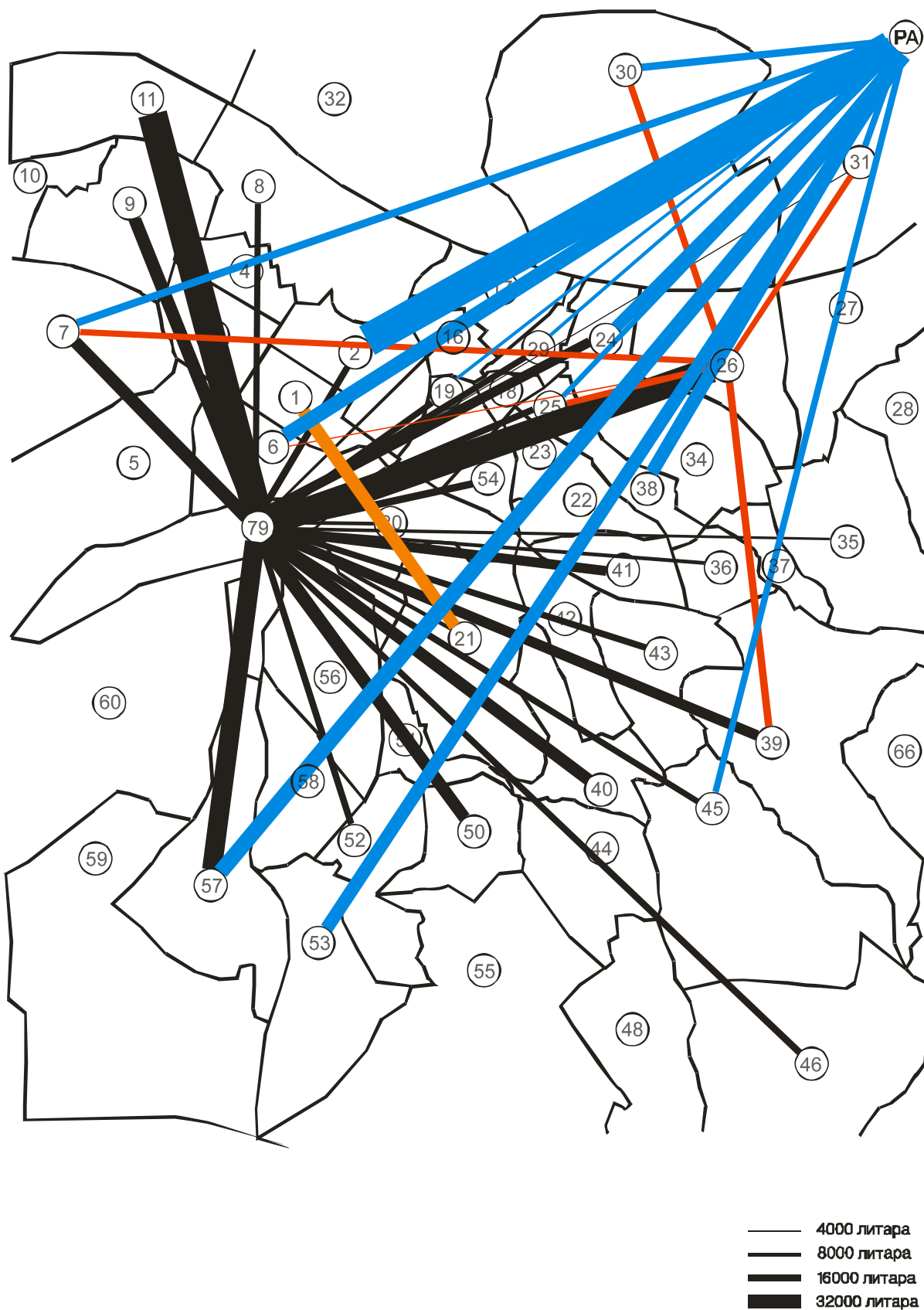
Када се посматрају зоне (излазни правци) ван подручја града, односно токови робе који су транзитирали или имали извор на подручју града а циљ ван града, истраживањем је утврђено да највише робе генеришу следећи правци:

1. правац **IM** (Ибарска магистрала) - **25,40%** (876.000 лит.)
2. правац **NI** (аутопут у смеру ка Нишу) - **11,29%** (389.300 лит.)
3. правац **ZG** (аутопут у смеру ка Загребу) - **9,17%** (316.000 лит.)

Из фиксних извора који се налазе ван подручја града Београда, а токови нафте и нафтних деривата из ових извора не пролазе кроз наведено подручје, **11,03% од укупне дневне количине се транспортује за потребе других бензинских станица.**

На основу резултата из IC матрице за меродавни дан направљене су тзв. линије токова робе, које представљају најкраће линије које повезују центроиде парова зона извор - циљ. Дебљина линија представља количину робе која се транспортује између те две зоне.

На слици 5.22. су приказане линије токова робе за дефинисано подручје опслуге, односно територију града Београда.



Слика 5.22. Линеје токова робе за меродаван дан

5.7.2. КАРАКТЕРИСТИКЕ ТОКОВА У ПРОСТОРУ У ОДНОСУ НА ДЕФИНИСАНО ПОДРУЧЈЕ ОПСЛУГЕ

Након дефинисања ИС матрица по данима и линија токова робе, у циљу што бољег дефинисања карактеристика токова у простору, неопходно је утврдити карактеристике токова робе у односу на дефинисано подручје опслуге.

Спровођењем ове врсте анализе дефинишу се карактеристике токова, односно дефинише учешће транзитних, локалних (извор и циљ у оквиру подручја опслуге), токова са извором у а циљем ван подручја опслуге и сл. у укупним токовима робе.

На основу спроведене анализе у току репрезентативног периода, добијене су карактеристике токова у простору у односу на дефинисано подручје опслуге за све вожње нафте и нафтних деривата по данима у току седмице и укупно (за целу седмицу) и приказани су у табели 5.13.

Табела 5.13. Карактеристике токова у простору по данима у току седмице (сви фиксни извори)

Дан	Понедељак		Уторак		Среда		Четвртак		Петак		Субота		Недеља		Укупно (семица)	
		%		%		%		%		%		%		%		%
Извор ПА - циљ БГ	383,1	12,40	635,9	20,22	646,9	19,53	451,7	13,10	441,1	13,50	652,6	21,99	256,0	28,25	3.467,2	17,22
Извор ЕЛ - циљ БГ	0,0	0,00	0,0	0,00	90,2	2,72	0,0	0,00	89,9	2,75	0,0	0,00	0,0	0,00	180,1	0,89
Извор НС - циљ БГ	0,0	0,00	32,9	1,05	33,1	1,00	0,0	0,00	66,1	2,02	0,0	0,00	16,7	1,84	148,8	0,74
Извор СД - циљ БГ	145,1	4,70	162,4	5,16	33,3	1,00	80,2	2,33	132,2	4,05	99,1	3,34	0,0	0,00	652,4	3,24
Извор ША - циљ БГ-у		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	29,9	1,01		0,00	29,9	0,15
Извор и циљ у БГ-у	774,9	25,07	565,9	17,99	608,4	18,37	804,7	23,33	562,4	17,21	407,7	13,74	88,0	9,71	3.812,1	18,93
Транзит ИМ	575,2	18,61	379,7	12,07	439,6	13,27	690,0	20,01	870,9	26,65	389,4	13,12	30,0	3,31	3.374,9	16,76
Транзит ЗГ	169,1	5,47	209,2	6,65	72,5	2,19	204,2	5,92	104,5	3,20	125,0	4,21	33,0	3,64	917,4	4,56
Транзит НИ	255,3	8,26	344,5	10,95	378,8	11,44	325,3	9,43	171,3	5,24	477,3	16,08	155,8	17,19	2.108,3	10,47
Транзит ОБ	76,0	2,46	24,0	0,76	111,8	3,38	0,0	0,00	56,0	1,71	83,9	2,83	0,0	0,00	351,7	1,75
Излаз ИМ	121,0	3,91	167,3	5,32	281,0	8,49	186,0	5,39	48,0	1,47	40,0	1,35	16,0	1,77	859,3	4,27
Излаз ЗГ	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	112,0	3,25	78,1	2,39	0,0	0,00	30,0	3,31	220,1	1,09
Излаз НИ	90,2	2,92	60,2	1,91	60,3	1,82	64,0	1,86	59,9	1,83	59,7	2,01	0,0	0,00	394,2	1,96
Излаз ОБ	48,0	1,55	62,2	1,98	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	11,9	0,40	0,0	0,00	122,1	0,61
Излаз НС	133,3	4,31	30,1	0,96	60,1	1,81	19,3	0,56	0,0	0,00	46,0	1,55	16,0	1,77	304,8	1,51
Излаз ЗР	22,7	0,74	0,0	0,00	0,0	0,00	30,0	0,87	0,0	0,00	0,0	0,00	30,0	3,31	82,7	0,41
Излаз ПА	0,0	0,00	30,1	0,96	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	30,0	3,31	60,1	0,30
Други правци	250,7	8,11	434,3	13,81	431,8	13,04	425,5	12,34	539,4	16,51	423,6	14,27	204,6	22,58	2.710,0	13,46
Интерзонски	46,0	1,49	6,4	0,20	64,0	1,93	56,0	1,62	48,4	1,48	121,5	4,09	0,0	0,00	342,3	1,70
Укупно	3091	100,0	3145	100,0	3312	100,0	3449	100,0	3268	100,0	2968	100,0	906	100,00	20.138,3	100,00

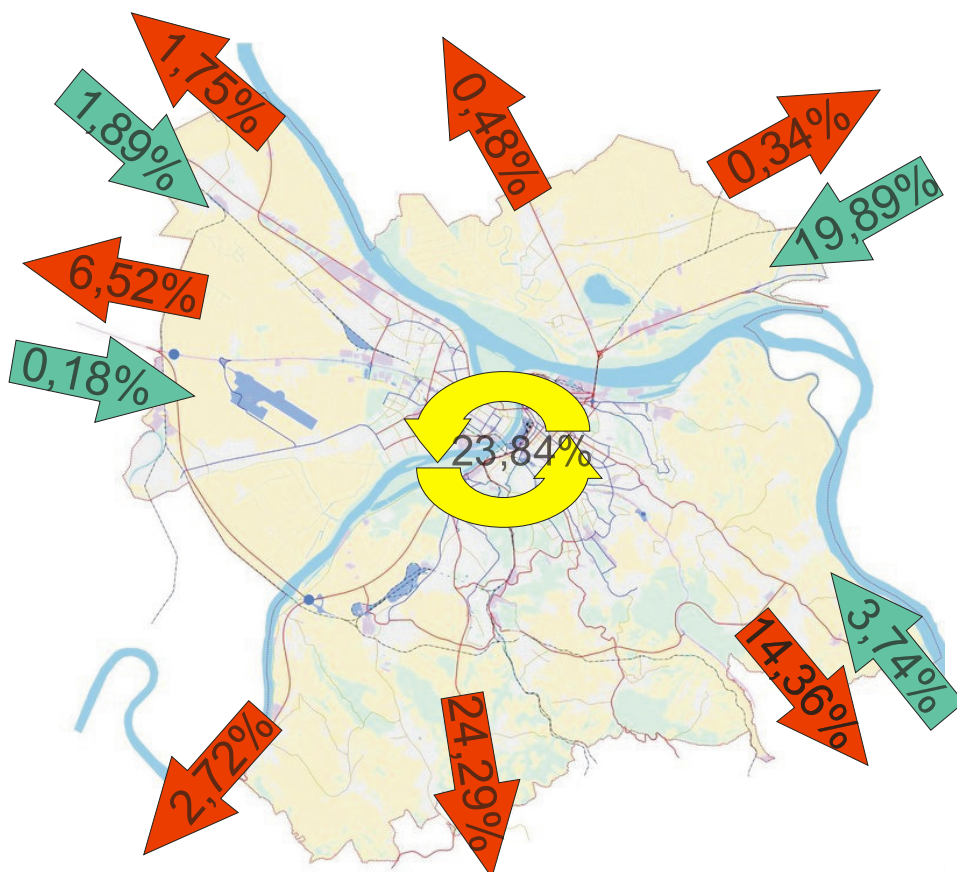
*Количина робе у 1000 литара

На основу података приказаних у табели може се закључити да од укупне количине робе која се транспортује из свих фиксних извора, **20,63%** од укупних

токова има извор и циљ у оквиру дефинисаног подручја, што је веома велики проценат. Други по величини су токови који имају извор у Панчеву а циљ на подручју града Београда, 17,22% од укупних токова, док су транзитни токови Ибарском магистралом (16,76%) трећи по величини. Од укупне количине робе која се транспортује из свих фиксних извора, 13,46% не пролази територијом Београда, и они су сврстани под категоријом „други правци“.

За спровођење осетљивије анализе, неопходно је анализирати само токове који пролазе или завршавају у оквиру дефинисаног подручје опслуге. Уколико се не уврсте токови по другим правцима, од укупних токова нафте и нафтних деривата, чак **23,84%** има **локални карактер**. Уколико се сумирају **транзитни токови** по свим правцима (ибарска магистрала, Загреб, Ниш, Панчево, и др.) ови токови учествују са **38,74%**, односно кроз подручје града дневно транзитира око **1.171.406** литара нафте и нафтних деривата, док токови који имају **извор ван територије града Београда а циљ у оквиру ње** учествују са **25,70%**. Токови који имају **извор у оквиру територије града Београда а циљ ван ње** учествују са **11,72%**.

На слици 5.23. је приказана упрошћена шема карактеристика претходно анализираних токова.



Слика 5.23. Карактеристике токова у простору у односу на дефинисано подручје опслуге у току репрезентативног периода укупно

Поред дефинисања карактеристика токова у простору у односу на дефинисано подручје опслуге у току седмице по данима и укупно за све фиксне изворе, у циљу избора траса за транспорт опасне робе, неопходно је дати приказ ових карактеристика по сваком фиксном извору посебно по данима и за седмицу (за репрезентативан период).

Због великог обима у тексту је дат приказ резултата истраживања за два фиксна извора из којих се транспортује највише нафте и нафтних деривата за и кроз подручје града Београда (Рафинерија Панчево и Инсталација Београд - Чукарица), док приказ резултата за остале фиксне изворе је дат у прилогу рада.

У табели 5.14. и на слици 5.24. је дат приказ карактеристика токова у односу на дефинисано подручје опслуге из Рафинерије нафте Панчево.

Табела 5.14. Карактеристике токова у простору по данима у току седмице (Рафинерија Панчево)

	Понедељак		Уторак		Среда		Четвртак		Петак		Субота		Недеља		Укупно (седмица)	
		%		%		%		%		%		%		%		%
Са циљем у БГ	383,1	23,36	635,9	34,47	646,9	34,73	451,7	24,87	441,1	24,67	652,6	31,43	256,0	38,45	3.467,2	29,65
Транзит ИМ	533,9	32,56	379,7	20,58	439,6	23,60	690,0	37,99	807,9	45,19	389,4	18,76	30,0	4,51	3.270,6	27,97
Транзит ЗГ	136,0	8,29	209,2	11,34	72,5	3,89	204,2	11,24	104,5	5,84	95,0	4,58	33,0	4,96	854,4	7,31
Транзит НИ	255,3	15,57	344,5	18,68	378,8	20,33	295,3	16,26	171,3	9,58	477,3	22,99	155,8	23,40	2.078,3	17,77
Транзит ОБ	76,0	4,63	24,0	1,30	111,8	6,00	-	0,00	56,0	3,13	83,9	4,04	-	0,00	351,7	3,01
Други правци	217,6	13,27	245,1	13,29	173,2	9,30	127,1	7,00	158,8	8,88	264,6	12,74	191,0	28,69	1.377,4	11,78
Интерзонски	38,0	2,32	6,4	0,35	40,0	2,15	48,0	2,64	48,4	2,71	113,5	5,47	-	0,00	294,3	2,52
Укупно	1640	100,0	1845	100,0	1863	100,0	1816	100,0	1788	100,0	2076	100,0	665,8	100,0	11.693,8	100,00

*Количина робе у 1000 литара



Слика 5.24. Карактеристике токова у простору по данима у току седмице (Рафинерија Панчево)

Од укупне количине робе која се друмским средствима транспортује из Рафинерије нафте Панчево у току седмице, 29,65% има циљ на подручју града Београда, 27,97% транзитира и напушта дефинисано подручје Ибарском магистралом, а 17,77% транзитира аутопутем ка Нишу.

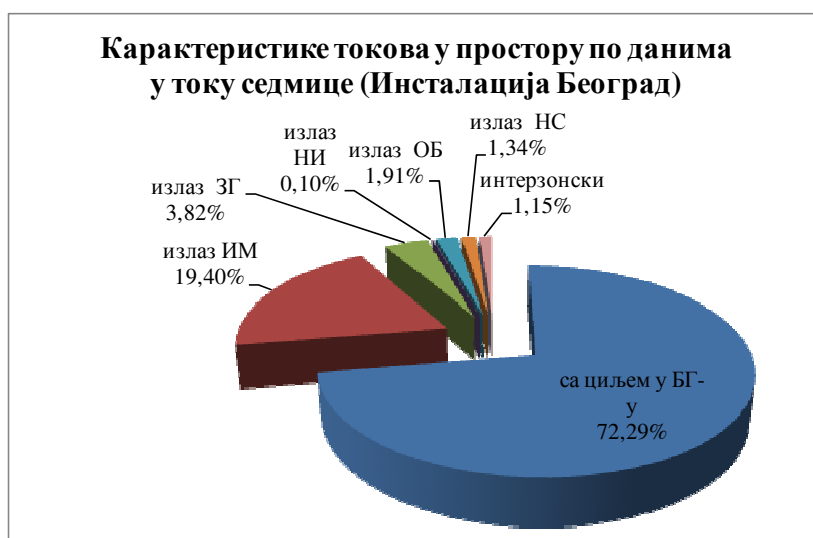
Када се посматрају карактеристике токова током меродавног дана (четвртка), може се закључити да скоро чевртина од укупне количине нафте и нафтних деривата која се транспортује у току дана (24,87%) има циљ на подручју града Београда, док 37,99% транзитира подручјем и напушта Ибарском магистралом.

У табели 5.15. је дат приказ карактеристика токова у односу на дефинисано подручје опслуге из Инсталације Београд на Чукарици.

Табела 5.15. Карактеристике токова у простору по данима у току седмице (Инсталација Београд)

	Понедељак		Уторак		Среда		Четвртак		Петак		Субота		Недеља		Укупно (семица)	
		%		%		%		%		%		%		%		%
Са циљем у БГ	568,0	73,10	506,0	74,96	488,0	61,54	636,0	66,67	472,0	83,10	359,2	84,88	-	-	3029,2	72,29
Излаз ИМ	121,0	15,57	137,0	20,30	281,0	35,44	186,0	19,50	48,0	8,45	40,0	9,45	-	-	813,0	19,40
Излаз ЗГ	-	0,00	-	0,00	-	0,00	112,0	11,74	48,0	8,45	-	0,00	-	-	160,0	3,82
Излаз НИ	-	0,00	-	0,00	-	0,00	4,0	0,42	-	0,00	-	0,00	-	-	4,0	0,10
Излаз ОБ	48,0	6,18	32,0	4,74	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	-	80,0	1,91
Излаз НС	32,0	4,12	-	0,00	-	0,00	8,0	0,84	-	0,00	16,0	3,78	-	-	56,0	1,34
Излаз ЗР	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	-	0,0	0,00
Интерзон	8,0	1,03	-	0,00	24,0	3,03	8,0	0,84	-	0,00	8,0	1,89	0,0	0,00	48,0	1,15
Укупно	777,0	100,0	675,0	100,0	793,0	100,0	954,0	100,0	568,0	100,0	423,2	100,0	0,0	0,0	4190,2	100,00

*Количина робе у 1000 литара



Слика 5.25. Карактеристике токова у простору по данима у току седмице (Инсталација Београд)

На основу резултата приказаних у табели и на слици, може се закључити да од укупне количине робе која се транспортује из Инсталације на Чукарици у току седмице, чак **72,29%** има циљ на подручју града Београда, док 19,40% напушта дефинисано подручје Ибарском магистралом.

У току меродавног дана, 66,67% од укупне дневне количине има циљ на подручју града, 19,50% напушта подручје Ибарском магистралом, а 11,74% напушта подручје града аутопутем у смеру ка Загребу.

Након спроведене анализе карактеристика токова робе у простору и дефинисања матрице изворно – циљних кретања возила која транспортују опасну робу (линија токова робе између зона), у циљу избора траса за подручје града Београда, неопходно је спровести четврти корак у оквиру унапређене методологије, односно извршити оптерећење мреже саобраћајница токовима робе у простору.

5.7.3. ОПТЕРЕЋЕЊЕ МРЕЖЕ САОБРАЋАЈНИЦА ТОКОВИМА РОБЕ У ПРОСТОРУ

Након утврђених линија токова робе између зона на основу података из ИС матрице и утврђивања карактеристика токова нафте и нафтних деривата у односу на дефинисано подручје опслуге, следећи корак представља оптерећење мреже саобраћајница на подручју града Београда токовима опасне робе (нафте и нафтних деривата).

Оптерећење мреже саобраћајница токовима робе у простору представља један од **кључних корака за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу**, јер је један од постављених критеријума за избор траса „Делимично користити потезе којима се најчешће крећу возила за превоз опасних материја“, а уколико не знамо те потезе онда постоји велика могућност да изабране трасе нису оне од најбољих могућих.

Без познавања количина опасне робе које се транспортују по појединим саобраћајницама у оквиру мреже саобраћајница на одређеном подручју, не постоји могућност за ефикасним управљањем ризиком, тако да без познавања ових података, до којих је могуће једино доћи спровођењем истраживања на тоталном узорку, није могуће ни извршити избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу.

Оптерећење мреже токовима робе у простору је извршено за транспорт нафте и нафтних деривата у оквиру репрезентативног периода за меродавни дан, односно четвртак. Слика оптерећења је добијена сумирањем свих токова нафте и нафтних деривата у оба смера по саобраћајницама на дневном нивоу из свих фиксних изворишта. Без претходно израђених линија токова робе није могуће ни оптеретити мрежу саобраћајница овим врстама токова.

Оптерећење мреже саобраћајница на подручју града Београда токовима нафте и нафтних деривата (у хиљадама литара) приказано је на слици 5.26.



Слика 5.26. Приказ оптерећења саобраћајница на подручју града Београда токовима нафте и нафтних деривата у простору (у хиљадама литара) – четвртак (Јовановић et al., 2009)

Саобраћајнице које су на слици 5.26. приказане црвеном бојом су оне код којих су токови нафте и нафтних деривата већи од 1.000.000 литара у току дана, за токове који су већи од 300.000 а мањи од 1.000.000 литара дневно саобраћајнице су обојене у наранџасто, док зеленом бојом су обележене саобраћајнице код којих су

токови већи од 100.000 а мањи од 300.000 литара у току дана. Саобраћајнице на којима су најслабији токови, мањи од 100.000 су обележени плавом бојом.

Са слике се може закључити да су најоптерећеније саобраћајнице **Булевар Војводе Мишића** који има **дневни проток 1.795.800 литара нафте и нафтних деривата**, а разлог оволиког оптерећења лежи у чињеници да се у непосредној близини ове саобраћајнице налази Инсталација нафте Београд - Чукарица, али и да она представља део трасе за транспорт опасне робе кроз коју се транспортује велики проценат транзитних токова ка југу града. Друга саобраћајница по оптерећености токовима нафте и нафтних деривата је **Панчевачки мост** (северни део) кроз коју дневно прође **1.687.100 литара нафте и нафтних деривата** и кроз ову саобраћајницу улази највећа количина робе на подручје Београда јер возила која транспортују нафту и нафтне деривате из Рафинерије нафте Панчево користе ову саобраћајницу за улазак у градско подручје.

По оптерећењу токовима робе **најоптерећенији коридор је: Панчевачког мост - Дунавска - Бул. Војводе Бојовића - Карађорђева - Савска - Бул. Војводе Мишића - Радничка - Савска магистрала - Боре Станковића - Лоле Рибара - излаз за Ибарску магистралу.**

Велики токови нафте и нафтних деривата се јављају дуж трасе аутопута (од 208.300 до 641.000 литара дневно), а критична деоница ових токова је мост Газела који дневно пропусти више од 140.000 возила, а преко њега се дневно транспортује 613.000 литара нафте и нафтних деривата.

На основу количина робе нафте и нафтних деривата по деоницама у оквиру дефинисаног подручја опслуге, може се утврдити и зона утицаја опасне робе, која је од великог значаја за дефинисање вредности параметара који су узети као меродавни за процену ризика, односно доношење одлуке да ли је изабрана траса на основу дефинисаних алтернатива и критеријума прихватљива за транспорт опасне робе са аспекта дозвољене величине ризика (шести и седми корак унапређене методологије).

Након спроведеног четвртог корака у оквиру дефинисане методологије, оптерећења мреже саобраћајница токовима опасне робе, неопходно је и утврдити ограничења како би се у целости спровела веома обимна фаза идентификације опасности и анализе последица, што је приказано у наредној тачки рада.

5.8. ОГРАНИЧЕЊА

Као што је у претходном поглављу рада објашњено, ограничења која се јављају приликом избора трасе за кретање возила која транспортују опасну робу се огледају у разним врстама ограничења дефинисаним у оквиру законске регулативе, физичким врстама ограничења и ограничењима која се односе на осетљиве области природе (тзв. „еколошке зоне“).

Када се посматрају ограничења у погледу законске регулативе, у „Службеном листу града Београда“ Бр.4/2005. године је дат приказ „Решења о кретању теретних моторних возила кроз Београд“ (Скупштина града Београда, 2005). Овим Решењем утврђује се режим кретања теретних моторних возила, чија дозвољена маса прелази 3,5 тоне на територији града Београда, односно дефинишу се временска и просторна ограничења за кретање претходно дефинисане категорије моторних возила. За одређене коридоре дефинисане су временске забране које се односе на кретање теретних возила тим коридорима у периоду од **7 до 9** и од **16 до 18** часова. Ова временска ограничења се **не примењују суботом, недељом и у дане парзника**.

Приказ ових ограничења у постојећем стању, дат је на слици 5.27.

До дефинисаних саобраћајница у оквиру Решења на којима је дозвољено кретање ове категорије возила се дошло **без анализе ризика** и поставља се питање да ли су оне прихватљиве за транспорт опасних роба. Поред просторних ограничења, и временска ограничења ће бити проверена у оквиру овог рада, на основу упоређења величине саобраћајних токова и токова опасне робе у времену (по сатима у току дана).

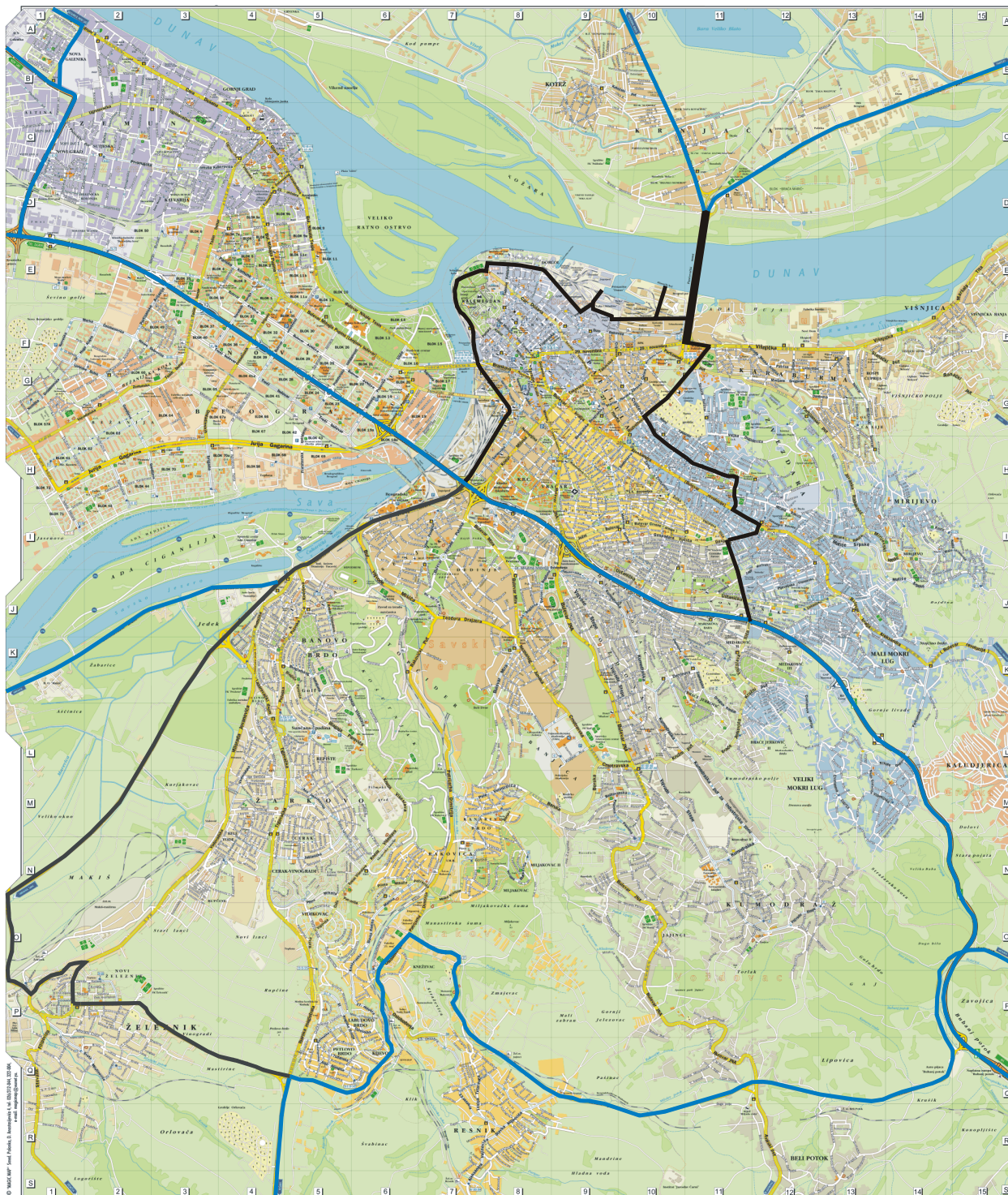
Црном бојом на слици 5.27. су приказане саобраћајнице на којима важи временско ограничење у претходно наведеном периоду и то су следеће саобраћајнице, односно коридори:

1. Дунавска (од уласка у Луку Београд до Булевара војводе Бојовића) - Булевар војводе Бојовића - Карађорђева - Савски трг - Савска, Булевар војводе Мишића - Радничка Савска магистрала (од Радничке до Боре Станковића у Железнику);
2. Војислава Илића (од Владимира Томановића до Господара Вучића) - Господара Вучића (од Војислава Илића до Булевара краља Александра) - Булевар краља Александра (од Господара Вучића до Батутове) - Батутова - Димитрија Туцовића - Рузвелтова (од Димитрија Туцовића до Мије Ковачевића) - Мије Ковачевића (од Рузвелтове до Северног булевара).

Плавом бојом на слици 5.27. су приказане саобраћајнице на које се не односе временска ограничења и то су следеће саобраћајнице:

Аутопут Загреб - Ниш, Стевана Првовенчаног, Булевар Франше д' Еперае, Булевар Арсенија Чарнојевића, Новосадски аутопут (веза између Булевара Арсенија Чарнојевића и Батајничког друма), Батајнички друм (од Ратарског пута

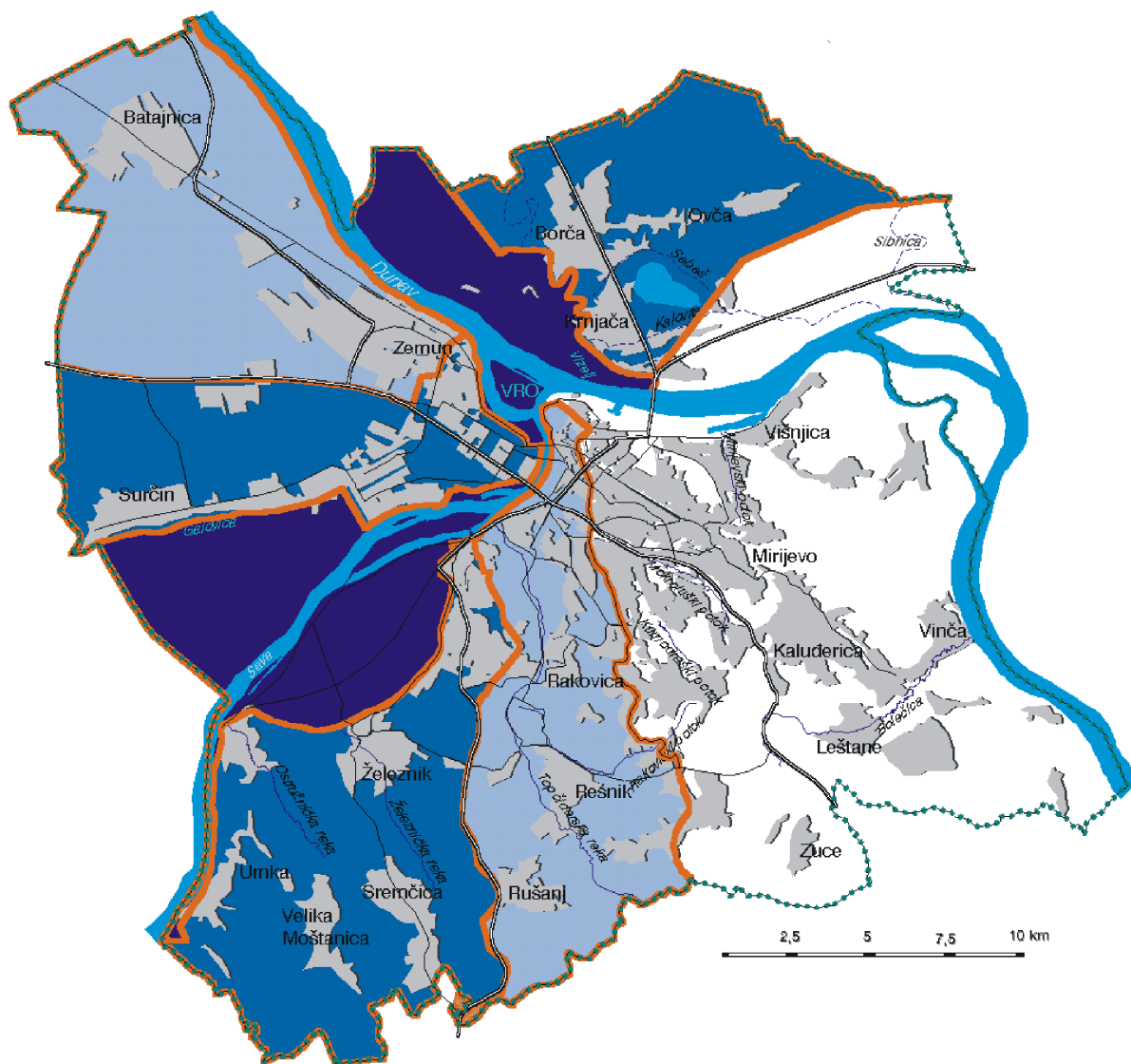
ка Батајници), Ратарски пут (од Батајничког друма до Новосадског аутопута), Ибарска магистрала (од Кружног пута према Чачку), Зрењанински пут, Панчевачки пут, Обреновачки пут, Крагујевачки пут (од кружног пута према Младеновцу), Смедеревски пут (од кружног пута према Смедереву).



Слика 5.27. Приказ саобраћајница на којима је дозвољено кретање теретних моторних возила

Још једно од ограничења које може да се јави приликом избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу на територији града Београда, јесу тзв. „еколошке зоне“. Оне представљају површине које су заштићене од стране државе или оне које су од великог значаја за становништво. То су резервати за разне врсте флоре и фауне, шуме, водотокови, изворишта и сл.

На слици 5.28. су приказане зоне заштите изворишта воде и водотокова на територији града Београда.



Слика 5.28. Зоне заштите изворишта воде и водотокова (Градски завод за заштиту здравља Београд, 2002)

У зависности од степена значајности заштите појединих површина, ове зоне су подељене у три категорије и на слици 5.28. су приказане различитим бојама. Тамно плавом бојом су приказане површине уже санитарне заштите и оне представљају зоне са највишим степеном заштите. Плавом бојом су приказане зоне које престављају секторе појачаног надзора, док су светлоплавом приказане

зоне (сектори) над којима се врши повремени надзор. Приликом избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу треба водити рачуна да дефинисане трасе са својим зонама утицаја не додирују или не пресецају зоне уже санитарне заштите, из разлога што се изливањем опасне робе може угрозити здравље грађана јер оне представљају изворишта за снабдевање града пијаћом водом.

На слици 5.29. је дат приказ заштићених природних добара на територији града Београда.



Слика 5.29. Заштићена природна добра Београда - еколошке зоне (Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине, 2008)

Табела 5.16. Заштићена природна добра Београда (еколошке зоне)

Ред.бр.	Назив природног добра	Локација	Површина (ха)
1.	Авала	Општина Вождовац	489,13
2.	Космај	Општине Младеновац и Сопот	3.514,50
3.	Велико ратно острво	Ушће Саве и Дунава	167,91
4.	Бањичка шума	Уз Булевара Ослобођења	58,66
5.	Миљаковачка шума	Миљаковац	-
6.	Топчидер	Општина Савски венац	-
7.	Кошутњак	Општине Чукарица и Раковица	-
8.	Шума храста лужњака	Хајдучка чесма	-
9.	Ботаничка башта	Таковска, Далматинска	4,82
10.	Академски парк	Студентски трг	1,46
11.	Пионирски парк	Кнеза Милоша, Краља Милана	3,60
12.	Сезонски спруд Машин мајдан	Булевар Војводе Мишића	-
13.	Калемегдан	Калемегдан	-
14.	Ташмајдан	Илије Гарашанина 26	-
15.	Обедска бара	У близини Београда	9.820,00

Са слике 5.29. се може видети просторни распоред и величина сваког од заштићених природних добара која се налазе на територији града Београда, а за поједина добра у табели је приказана и њихова површина. На основу дефинисаних еколошких зона и других врста ограничења одређена су места која би требало заобићи, уколико је то могуће, приликом избора траса за кретање возила која транспортују опасну робу.

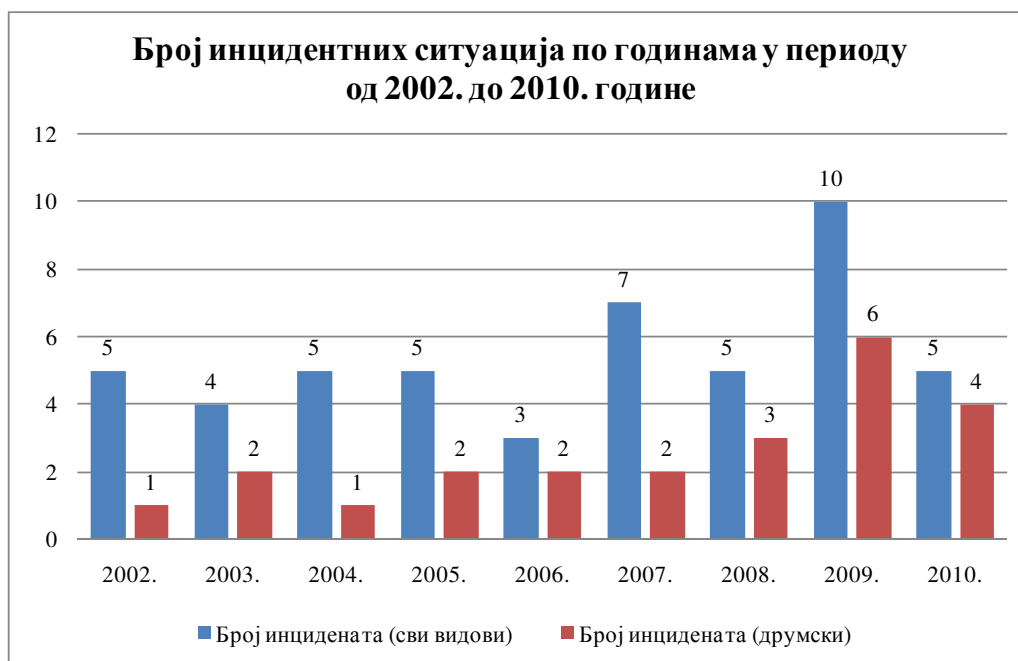
5.9. ПРИКАЗ ИНЦИДЕНТНИХ СИТУАЦИЈА ОД ПОКРЕТНИХ ИЗВОРА ОПАСНЕ РОБЕ НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА БЕОГРАДА У ПЕРИОДУ ОД 2002. ДО 2010. ГОДИНЕ

Према подацима Министарства за заштиту животне средине, Секретаријата за заштиту животне средине града Београда и Министарства унутрашњих послова у оквиру ове тачке презентирају је укупан број инцидентних ситуација у транспорту у периоду од 2002. до 2010. године на подручју града Београда, као и заступљеност појединих класа опасних роба у укупном броју инцидентних ситуација (Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине, 2003-2011).

У табели 5.17. и на слици 5.30. су приказани подаци о броју инцидентних ситуација од стране возила која су транспортовала опасну робу на подручју града Београда.

Табела 5.17. Број инцидентних ситуација од покретних извора на територији града Београда у периоду од 2002. до 2010. године (Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине, 2003-2011)

Година	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Број инцидената (сви видови)	5	4	5	5	3	7	5	10	5
Број инцидената (друмски)	1	2	1	2	2	2	3	6	4



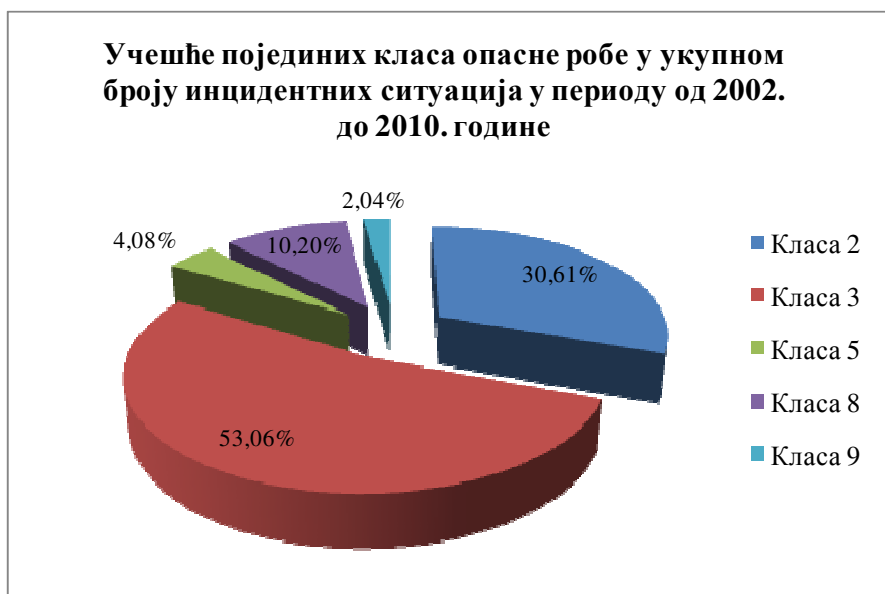
Слика 5.30. Број инцидентних ситуација од покретних извора на територији града Београда

Као што се може видети из табеле 5.17. и са слике 5.30., укупан број инцидентних ситуација у периоду од 2002. до 2005. године је имао константне вредности, 2006. бележи пад када се у транспорту догодило само 3 инцидентне ситуације, у 2007. се догодило 7 инцидентних ситуација у транспорту, док највећи број инцидентних ситуација је био 2009. године и износио је 10. Ови подаци се односе на све видове превоза којима се транспортовала опасна роба на подручју града Београда.

Како би стекли праву слику о инцидентним ситуацијама у табели 5.18. и на слици 5.31. је дат приказ заступљености појединих класа опасних роба у инцидентним ситуацијама у периоду од 2002. до 2010. године.

Табела 5.18. Заступљеност класа опасних роба у инцидентним ситуацијама на територији града Београда у периоду од 2002. до 2010. године

Класа опасне робе	Број инцидентних ситуација	%
Класа 2	15	30,61
Класа 3	26	53,06
Класа 5	2	4,08
Класа 8	5	10,20
Класа 9	1	2,04
Укупно	49	100,00



Слика 5.31. Заступљеност класа опасних роба у инцидентним ситуацијама на територији града Београда у периоду од 2002. до 2010. године

Највећи број инцидентних ситуација у транспорту догодио се приликом транспорта опасне робе класе 3, односно у 53,06% случајева. У оквиру ове класе највећи број инцидената је настао приликом транспорта бензина, у 37,50% случајева, што је веома негативно због велике испарљивости ове врсте деривата нафте као и детонативних својстава. Међутим само у једној инцидентној ситуацији приликом превртања аутоцистерне (8 тона) дошло је до пожара у коме је током пожара у ваздух емитована већа количина полутаната, који су узроковали

формирање облака. Уколико се зна да је роба класе 3 (нафта и нафтни деривати) најчешће транспортована врста опасне робе, са учешћем од преко 80% од укупних количина које се транспортују, овакви резултати су и донекле били и очекивани.

Свака трећа инцидентна ситуација у транспорту опасне робе на подручју Београда у периоду од 2002. до 2010. године је била са учешћем опасне робе класе 2, односно 30,61%. Интересантно је да је у последње три године повећана фреквенција инцидената са овом врстом робе, што се може повезати са чињеницом да све више постоје захтеви за транспортом ове врсте робе у претходно наведеном периоду, посебно у друмском транспорту, а пре свега смеше запаљивог гаса пропан-бутана који је доживео експанзију у коришћењу као погонско гориво за аутомобиле.

На трећем месту по учешћу у инцидентним ситуацијама у транспорту су опасне робе класе 8 (10,20%), односно киселине и базе. Ове врсте опасне робе се најчешће транспортују железницом а инциденти се у највећем броју случајева догађају на ранжирним станицама, услед нестручног руковања од стране запослених. На срећу у инцидентима ове класе опасне робе није било последица ширих размера, јер се ове опасне робе транспортују у великим количинама за потребе индустрије и приликом њиховог истицања из транспортног суда долази до емисије велике количине опасних гасова у атмосферу који у зависности од количине могу и направити облак радијуса 800 метара, који може угрозити здравље великог броја становника и изазвати еколошку катастрофу.

Остале класе опасне робе имају доста мање учешће које износи укупно око 6%. Ови подаци су веома значајни и неопходно је водити детаљну евиденцију о месту њиховог настанка као и о врсти опасне робе која је транспортована када је дошло до инцидента, како би се могло превентивно деловати на смањење њиховог броја као и смањење последица по животну средину.

Када се посматрају инцидентне ситуације у друмском транспорту на подручју града Београда у периоду од 2002. до 2010. године, из података приказаних у табели и на слици, може се видети да се у току године догодио мали број инцидентних ситуација (од 1 до 2) у периоду од 2002. до 2007. године, али у 2009. години и 2010. години се догодило чак шест односно четири инцидентне ситуације, респективно.

У периоду од септембра до јануара у протеклих девет година, догодило се највише инцидентних ситуација у друмском транспорту на територији града Београда.

Због изузетно малог броја инцидентних ситуација које су се догодиле у друмском транспорту на територији града Београда у периоду од 2002. до 2010. године, **веома је тешко дефинисати тзв. „црне тачке“ на мрежи саобраћајница**, али је у наредном тексту дат приказ места где су се догодиле инцидентне ситуације.

Највише инцидентних ситуација догодило се на Панчевачком путу, укупно четири у периоду од 2002. до 2010. године, док у Дунавској улици, Лазаревачком друму, Борској на Канаревом брду, Првомајској у Земуну, на путу Сремчица –

Железник, на путу Младеновац - Београд и др. догодила се по једна инцидентна ситуација. Занимљив податак је да се једна инцидентна ситуација догодила у Улици кнеза Милоша која се налази у строгом центру града, иако је строго забрањен транспорт опасне робе овом саобраћајницом (03.10.2009. године), када је из цистерне исцурело 100 литара евродизела.

Као што се може закључити на основу претходног, највећи ризик када се посматрају инцидентне ситуације је на Панчевачком путу, али ово треба узети са великом дозом резерве јер се на основу малог броја инцидентних ситуација у току године не може квантификовати ризик, већ у оквиру метода треба узети у разматрање број незгода са учешћем свих категорија возила на подручју града Београда.

5.10. ИЗБОР ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ НА ОСНОВУ ДЕФИНИСАНИХ КРИТЕРИЈУМА И АЛТЕРНАТИВА ЗА АНАЛИЗУ НА ПОДРУЧЈУ ГРАДА БЕОГРАДА

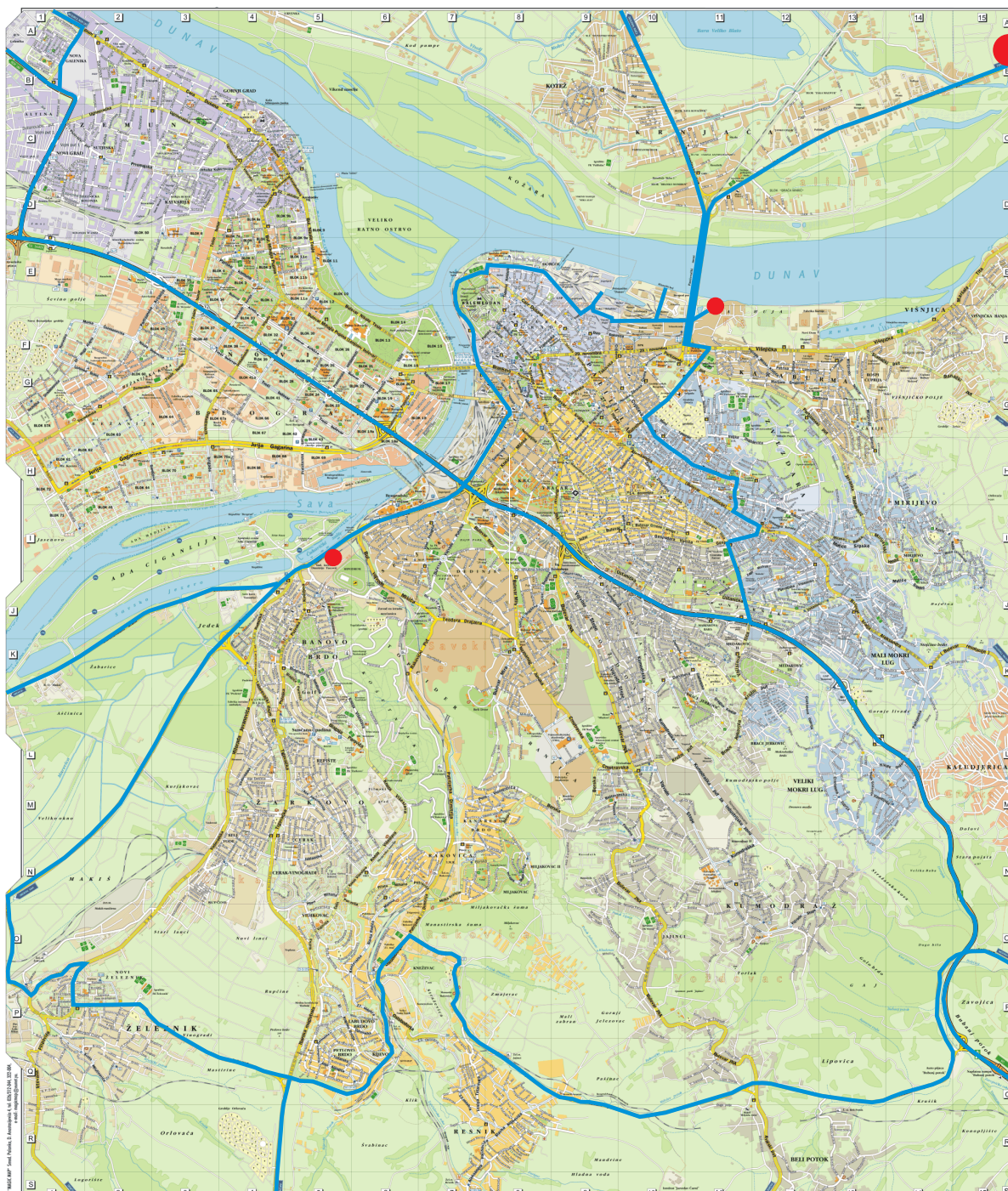
На основу спроведене идентификације опасности и анализе последица, кроз избор робе и њених карактеристика опасности, утврђивања карактеристика транспортних захтева и ограничења, неопходно је помоћу критеријума и алтернатива за анализу дефинисаних у претходном поглављу рада извршити избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу.

Као што је наведено у претходном поглављу, поред осталог, изабране трасе за кретање возила је неопходно да:

1. испуњавају све циљеве дефинисане од стране власти са гледишта надлежности;
2. су у сагласности са постојећим моделима за избор траса за опасну робу и које дозвољавају приступ до терминала и до других објеката (фабрика, и сл.);
3. су без икаквих очигледних физичких и законских ограничења које могу озбиљно довести у питање њихову примену или чак довести до забране њихове примене;
4. имају константну трасу (без прекида) и које могу да се повежу са путевима других регија (када се посматрају путеви у оквиру једне регије или града) или са путевима у другим државама.

На основу свих дефинисаних критеријума и алтернатива за анализу, добијене су потенцијалне трасе за кретање возила која транспортују опасну робу на подручју града Београда. Ове трасе нису коначне, јер је њих неопходно испитати са аспекта дозвољене величине ризика, односно спровести анализу процене ризика за сваку изабрану трасу, односно за сваку деоницу у оквиру трасе посебно.

На слици 5.32. дат је приказ потенцијалних траса за кретање возила која транспортују опасну робу на основу примене дефинисаних критеријума и алтернатива за анализу.



Слика 5.32. Потенцијалне трасе за кретање возила која транспортују опасну робу

У циљу спровођења процеса процене ризика за изабране трасе, неопходно је дефинисати деонице у оквиру сваке трасе, и доделити им шифре.

На слици 5.33. је дат приказ деоница у оквиру изабраних траса за кретање возила која транспортују опасну робу на подручју града Београда у циљу спровођења процене ризика и избора прихватљивих траса за транспорт опасне робе са аспекта дозвољене величине ризика.



Слика 5.33. Приказ деоница у оквиру изабраних потенцијалних траса за кретање возила која транспортују опасну робу

У оквиру територије града Београда потенцијалан број деоница у оквиру изабраних траса намењених транспорту опасне робе, износи укупно 34 (на слици је приказано 30 деоница).

Шифре деоница и њихов назив дат је у табели 5.19.

Табела 5.19. Шифре и назив потенцијалних деоница за транспорт опасне робе

Шифра	Назив деонице	Шифра	Назив деонице
1	Панчевчки пут	18	Боре Станковића - Железник
2	Зрењанински пут	19	Кружни пут Кијево
3	Панчевачки мост	20	Пут за Чачак
4	Дунавска	21	Генерал Жданова
5	Бул. Војводе Бојовића	22	Аутопут од В. Илића до излаза за Ниш
6	Карађорђева	23	Војислава Илића (од Устаничке до аутопута)
7	Савска	24	Аутопут (Стеко) (од Газеле до В. Илића)
8	Мије Ковачевића	25	Газела
9-1	Рузвелтова	26	Аутпоут (од Газеле до Тошиног бунара)
9-2	Димитрија Туцовића	27	Аутопут (од Тошиног бунара до укрштања са Новосадским путем)
10	Батутова	28	Нови Сад укрштање са аутопутем
11	Бул. Краља Александра	29	Аутопут укрштање са НС до Загреба
12	Господара Вучића	30	Пут за Смедерево
13	Војислава Илића (до Устаничке)	31	Нови Сад нови излаз
14	Сајам	32	Нови Сад стари излаз
15	Радничка	33	Пут за Ниш
16	Савска магистрала	34	Пут за Загреб
17	Пут за Обреновац		

Након избора потенцијалних траса и деоница у оквиру њих за кретање возила која транспортују опасну робу на територији града Београда, неопходно је спровести процес процене ризика за сваку деоницу посебно.

Процес процене ризика се спроводи на основу параметара дефинисаних у оквиру унапређене методологије (тачка 4.6.), односно њихових вредности у оквиру зоне утицаја опасне робе. Вредности сваког параметра се повезују са адекватном величином ризика и формирају се матрице ризика за сваку од деоница, на основу којих се доноси одлука да ли је одређена деоница подобна за транспорт опасне робе или не.

5.11. ПРОЦЕНА РИЗИКА ПО ДЕОНИЦАМА У ОКВИРУ ИЗАБРАНИХ ТРАСА

У циљу провере изабраних потенцијалних деоница на основу примењених алтернатива и критеријума са аспекта ризика у оквиру унапређене методологије, неопходно је утврдити вредности сваког од параметра који утиче на величину ризика. Како би се то остварило неопходно је поседовати велику базу података о сваком параметру посебно и прорачунати њихове вредности у оквиру зоне утицаја опасне робе за сваку деоницу понаособ. У оквиру модела за прорачун ризика, аутор је користио реалне податке из свих доступних база података за подручје града Београда. Подаци о величини саобраћајних токова и структури саобраћајних токова су преузети из базе података Истраживања карактеристика саобраћаја на јединственој уличној мрежи града Београда за 2006. годину (Вукановић и остали, 2007).

Због великог обима, у оквиру ове тачке рада дате су прорачунате вредности сваког параметра посебно за сваку деоницу у оквиру изабраних потенцијалних траса, као и вредности величине ризика на основу величине параметра, како за параметре који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације тако и за параметре који утичу на величину последица.

За добијене вредности вероватноће настанка инцидентне ситуације и величине последица из модела, извршена је процена ризика и донета одлука да ли је посматрана деоница прихватљива за одвијање транспорта опасне робе са аспекта дозвољене вредности ризика или не. Та одлука је донета формирањем матрице ризика за сваку деоницу у оквиру изабраних траса и упоређењем те вредности са величином дозвољеног нивоа ризика за подручје града Београда.

У табели 5.20. је дат приказ вредности нивоа ризика параметара који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације за сваку деоницу у оквиру изабраних потенцијалних траса на територији града Београда.

Табела 5.20. Вредности параметара који утичу на вероватноћу настанка инцидентне ситуације и величина ризика

Шифра	Саобраћајница	Категорија пута	Ризик	Геометрија пута	Ризик	Контр. прис.	Ризик	Пружни прелази	Ризик	Стање кол.	Ризик
1	Панчевчки пут	1	5,45	1	5,14	2	17,68	-	0	1	4,63
2	Зрењанински пут	1	5,45	1	5,14	2	17,68	-	0	1	4,63
3	Панчевачки мост	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
4	Дунавска	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
5	Бул. Војводе Бојовића	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
6	Карађорђева	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
7	Савска	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
8	Мије Ковачевића	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
9-1	Рузвелтова	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
9-2	Димитрија Туцовића	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
10	Батутова	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
11	Бул. Краља Александра	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
12	Господара Вучића	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
13	Војислава Илића (до Устаничке)	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
14	Сајам	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
15	Радничка	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
16	Савска магистрала	1	5,45	1	5,14	2	17,68	-	0	1	4,63
17	Пут за Обреновац	1	5,45	1	5,14	2	17,68	-	0	1	4,63
18	Боре Станковића	1	5,45	1	5,14	2	17,68	-	0	1	4,63
19	Кружни пут Кијево	1	5,45	1	5,14	2	17,68	-	0	1	4,63
20	Пут за Чачак	1	5,45	1	5,14	2	17,68	-	0	1	4,63
21	Генерал Жданова	1	5,45	1	5,14	2	17,68	-	0	1	4,63
22	Аутопут од В. Илића до излаза за Ниш	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
23	Војислава Илића (од Устаничке до аутопута)	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
24	Аутопут (Стеко) (од Газеле до В. Илића)	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
25	Газела	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
26	Аутопут (од Газеле до Тошиног бунара)	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
27	Аутопут (од Тошиног бунара до укрштања НС)	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
28	Нови Сад укрштање са аутопутем	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
29	Аутопут укрштање са НС до Загреба	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
30	Пут за Смедерево	1	5,45	1	5,14	2	17,68	-	0	1	4,63
31	Нови Сад нови излаз	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
32	Нови Сад стари излаз	1	5,45	1	5,14	1	4,42	-	0	1	4,63
33	Пут за Ниш	1	5,45	1	5,14	2	17,68	-	0	1	4,63
34	Пут за Загреб	1	5,45	1	5,14	2	17,68	-	0	1	4,63

5. Тестирање дефинисане методологије у реалним условима – на ТМ града Београда

Шифра	Саобраћајница	Стање кол.	Ризик	PGDS	Ризик	%TV	Ризик	Загушења	Ризик
1	Панчевчки пут	1	4,63	22871	25,22	21,7	95,14	2	19,78
2	Зрењанински пут	1	4,63	6229	6,87	27,3	95,14	1	4,95
3	Панчевачки мост	1	4,63	56657	84,02	20,1	90,38	4	79,14
4	Дунавска	1	4,63	9557	10,54	19,9	86,20	2	19,78
5	Бул. Војводе Бојовића	1	4,63	19443	21,44	19,9	86,20	3	49,46
6	Карађорђева	1	4,63	25343	27,95	20,8	90,38	4	79,14
7	Савска	1	4,63	28157	31,05	16,9	74,78	4	79,14
8	Мије Ковачевића	1	4,63	24643	27,18	25,5	95,14	2	19,78
9-1	Рузвелтова	1	4,63	18157	20,03	25,5	95,14	2	19,78
9-2	Димитрија Туцовића	1	4,63	18071	19,93	10,1	30,25	2	19,78
10	Багутова	1	4,63	15243	16,81	10,1	30,25	2	19,78
11	Бул. Краља Александра	1	4,63	30700	36,25	10,8	35,58	3	49,46
12	Господара Вучића	1	4,63	21743	23,98	10,5	33,30	3	49,46
13	Војислава Илића (до Устаничке)	1	4,63	40400	64,78	10,5	33,30	3	49,46
14	Сајам	1	4,63	94257	100,00	15,5	69,45	5	93,97
15	Радничка	1	4,63	55529	83,47	14,5	63,74	4	79,14
16	Савска магистрала	1	4,63	30814	36,58	15,8	70,59	2	19,78
17	Пут за Обреновац	1	4,63	12457	13,74	18,9	82,39	2	19,78
18	Боре Станковића	1	4,63	8643	9,53	14,6	66,03	2	19,78
19	Кружни пут Кијево	1	4,63	13571	14,97	12,5	58,04	1	4,95
20	Пут за Чачак	1	4,63	24629	27,16	24,2	95,14	3	49,46
21	Генерал Жданова	1	4,63	7171	7,91	13	59,94	2	19,78
22	Аутопут од В. Илића до излаза за Ниш	1	4,63	28900	31,87	13,9	59,18	2	19,78
23	Војислава Илића (од Устаничке до аутопута)	1	4,63	50871	81,18	10,7	34,82	3	49,46
24	Аутопут (Стеко) (од Газеле до В. Илића)	1	4,63	119514	100,00	13,9	59,18	4	79,14
25	Газела	1	4,63	152157	100,00	7,2	18,84	5	93,97
26	Аутопут (од Газеле до Тошиног бунара)	1	4,63	92785	100,00	16,3	72,50	3	49,46
27	Аутопут (од Тошиног бунара до укрштања НС)	1	4,63	89329	100,00	16,3	72,50	3	49,46
28	Нови Сад укрштање са аутопутем	1	4,63	38543	59,32	16,9	74,78	2	19,78
29	Аутопут укрштање са НС до Загреба	1	4,63	81729	96,31	20,1	90,38	3	49,46
30	Пут за Смедерево	1	4,63	18957	20,91	13,5	56,13	2	19,78
31	Нови Сад нови излаз	1	4,63	32457	41,42	16,9	74,78	2	19,78
32	Нови Сад стари излаз	1	4,63	10600	11,69	27,2	95,14	2	19,78
33	Пут за Ниш	1	4,63	35200	49,48	19,8	85,82	2	19,78
34	Пут за Загреб	1	4,63	38000	57,72	23	95,14	2	19,78

У табели 5.21. је дат приказ вредности нивоа ризика параметара који утичу на величину последица од инцидентне ситуације за сваку деоницу у оквиру изабраних потенцијалних траса на територији града Београда.

Табела 5.21. Вредности параметара који утичу на величину последица од инцидентне ситуације и величина ризика

Шифра	Саобраћајница	Густина насељености	Ризик	Намена површина	Ризик	Објекти посебне намене	Ризик	Топографија терена	Ризик
1	Панчевчки пут	1	6,42	1	5,16	1 објекат	23,28	1	5,86
2	Зрењанински пут	2	25,68	1	5,16	1 објекат	23,28	1	5,86
3	Панчевачки мост	1	6,42	2	20,65	0 објекат	5,82	4	93,73
4	Дунавска	2	25,68	3	51,63	2 објекта	58,21	4	93,73
5	Бул. Војводе Бојовића	1	6,42	2	20,65	0 објекат	5,82	4	93,73
6	Карађорђева	2	25,68	5	98,10	3 објекта	58,21	2	23,43
7	Савска	2	25,68	5	98,10	2 објекта	58,21	2	23,43
8	Мије Ковачевића	3	64,21	5	98,10	2 објекта	58,21	2	23,43
9-1	Рузвелтова	3	64,21	5	98,10	0 објекат	5,82	2	23,43
9-2	Димитрија Туцовића	4	100,00	5	98,10	1 објекат	23,28	2	23,43
10	Батугова	4	100,00	5	98,10	2 објекат	58,21	2	23,43
11	Бул. Краља Александра	4	100,00	5	98,10	0 објекат	5,82	2	23,43
12	Господара Вучића	3	64,21	5	98,10	0 објекат	5,82	2	23,43
13	Војслава Илића (до Устаничке)	3	64,21	5	98,10	1 објекат	23,28	2	23,43
14	Сајам	3	64,21	4	82,61	1 објекат	23,28	2	23,43
15	Радничка	2	25,68	3	51,63	0 објекат	5,82	4	93,73
16	Савска магистрала	2	25,68	2	20,65	1 објекат	23,28	1	5,86
17	Пут за Обреновац	2	25,68	2	20,65	0 објекат	5,82	2	23,43
18	Боре Станковића	2	25,68	2	20,65	1 објекат	23,28	2	23,43
19	Кружни пут Кијево	1	6,42	2	20,65	0 објекат	5,82	2	23,43
20	Пут за Чачак	1	6,42	2	20,65	0 објекат	5,82	2	23,43
21	Генерал Жданова	2	6,42	2	20,65	1 објекат	23,28	2	23,43
22	Аутопут од В. Илића до излаза за Ниш	1	6,42	2	20,65	2 објекта	58,21	2	23,43
23	Војслава Илића (од Устаничке до аутопута)	3	64,21	5	98,10	0 објекат	5,82	2	23,43
24	Аутопут (Стеко) (од Газеле до В. Илића)	2	25,68	2	20,65	2 објекта	58,21	2	23,43
25	Газела	1	6,42	2	20,65	0 објекат	5,82	4	93,73
26	Аутопут (од Газеле до Тошиног бунара)	4	100,00	5	98,10	4 објекта	93,13	2	23,43
27	Аутопут (од Тошиног бунара до укрштања НС)	4	100,00	5	98,10	3 објекта	58,21	2	23,43
28	Нови Сад укрштање са аутопутем	2	25,68	2	20,65	0 објекат	5,82	2	23,43
29	Аутопут укрштање са НС до Загреба	2	25,68	2	20,65	0 објекат	5,82	2	23,43
30	Пут за Смедерево	2	25,68	2	20,65	0 објекат	5,82	1	5,86
31	Нови Сад нови излаз	2	25,68	2	20,65	0 објекат	5,82	2	23,43
32	Нови Сад стари излаз	3	64,21	2	20,65	0 објекат	5,82	2	23,43
33	Пут за Ниш	1	6,42	2	20,65	0 објекат	5,82	1	5,86
34	Пут за Загреб	1	6,42	2	20,65	0 објекат	5,82	1	5,86

Шифра	Саобраћајница	Дренажа	Ризик	Време реакције	Ризик	Огр.брзине	Ризик
1	Панчевчки пут	1	2,74	1	5,26	3	36,70
2	Зрењанински пут	1	2,74	1	5,26	3	36,70
3	Панчевачки мост	2	10,96	1	5,26	2	14,68
4	Дунавска	2	10,96	1	5,26	2	14,68
5	Бул. Војводе Бојовића	2	10,96	1	5,26	2	14,68
6	Карађорђева	2	10,96	1	5,26	2	14,68
7	Савска	2	10,96	1	5,26	2	14,68
8	Мије Ковачевића	2	10,96	1	5,26	2	14,68
9-1	Рузелтова	2	10,96	1	5,26	2	14,68
9-2	Димитрија Туцовића	2	10,96	1	5,26	2	14,68
10	Батутова	2	10,96	1	5,26	2	14,68
11	Бул. Краља Александра	2	10,96	1	5,26	2	14,68
12	Господара Вучића	2	10,96	1	5,26	2	14,68
13	Војислава Илића (до Устаничке)	2	10,96	2	21,03	2	14,68
14	Сајам	2	10,96	2	21,03	2	14,68
15	Радничка	2	10,96	3	52,57	2	14,68
16	Савска магистрала	1	2,74	3	52,57	3	36,70
17	Пут за Обреновац	1	2,74	4	84,11	3	36,70
18	Боре Станковића	1	2,74	4	84,11	3	36,70
19	Кружни пут Кијево	1	2,74	5	99,88	3	36,70
20	Пут за Чачак	1	2,74	5	99,88	3	36,70
21	Генерал Жданова	1	2,74	4	84,11	3	36,70
22	Аутопут од В. Илића до излаза за Ниш	1	2,74	2	21,03	4	58,71
23	Војислава Илића (од Устаничке до аутопута)	2	10,96	2	21,03	2	14,68
24	Аутопут (Стеко) (од Газеле до В. Илића)	1	2,74	2	21,03	4	58,71
25	Газела	2	10,96	2	21,03	3	36,70
26	Аутопут (од Газеле до Тошиног бунара)	1	2,74	3	52,57	4	58,71
27	Аутопут (од Тошиног бунара до укрштања НС)	1	2,74	3	52,57	4	58,71
28	Нови Сад укрштање са аутопутем	1	2,74	3	52,57	4	58,71
29	Аутопут укрштање са НС до Загреба	1	2,74	2	21,03	4	58,71
30	Пут за Смедерево	1	2,74	1	5,26	3	36,70
31	Нови Сад нови излаз	1	2,74	4	84,11	3	36,70
32	Нови Сад стари излаз	1	2,74	4	84,11	3	36,70
33	Пут за Ниш	1	2,74	2	21,03	4	58,71
34	Пут за Загреб	1	2,74	3	52,57	4	58,71

На основу прорачунатих вредности сваког параметара и величине ризика добијене применом методе за прорачун ризика, наредни корак који је неопходно спровести је доношење одлуке да ли је одређена деоница на основу величине ризика прихватљива за транспорт опасне робе или не. Та одлука се доноси на основу упоређења вредности величине ризика за ту деоницу (комбинација вредности величине вероватноће и величине последица) са величином прихватљивог ризика.

У табели 5.22. су дате величине вероватноће настанка инцидентне ситуације и величине последица за сваку од деоница (које су добијене на основу података из претходне две табеле) и одлука да ли је та деоница прихватљива да се на њој одвија транспорт опасне робе или не.

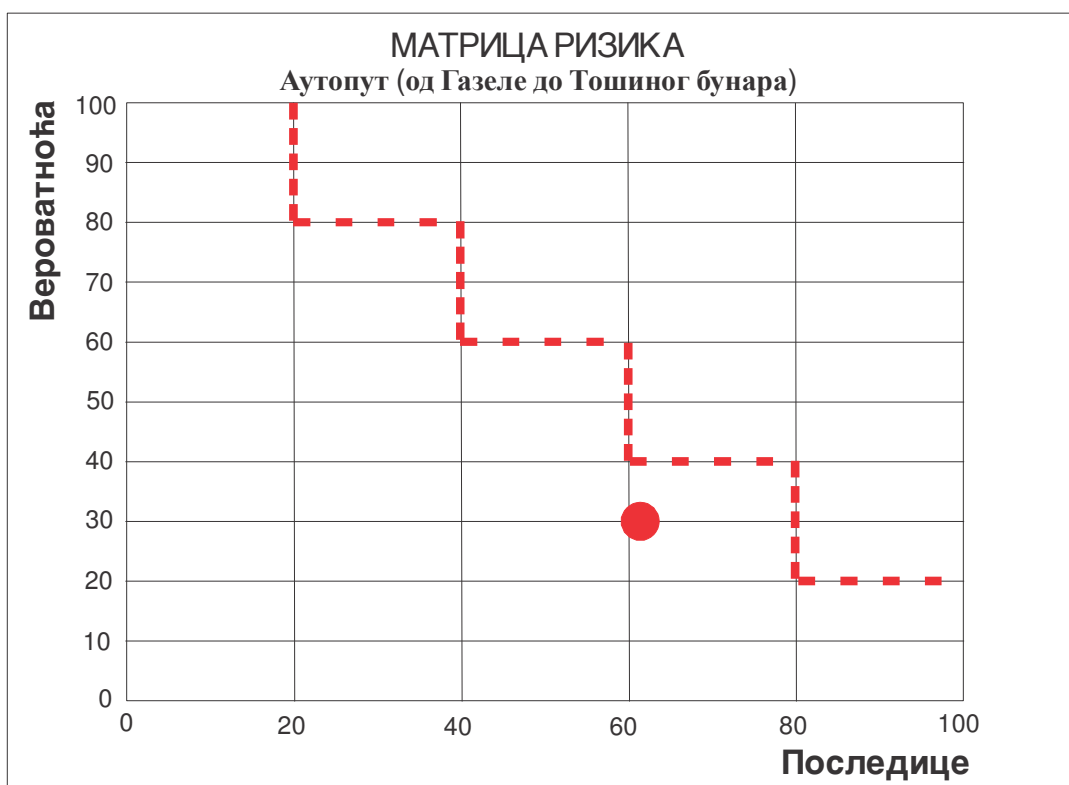
Табела 5.22. Величина ризика за сваку од деоница потенцијалних траса за кретање возила која транспортују опасну робу на подручју града Београда

Шифра	Саобраћајница	Вероватноћа	Последице	Оцена нивоа ризика	Прихватљив
1	Панчевчки пут	21,08	12,20	Низак	Да
2	Зрењанински пут	16,34	14,95	Низак	Да
3	Панчевачки мост	33,35	22,50	Низак	Да
4	Дунавска	16,19	37,16	Низак	Да
5	Бул. Војводе Бојовића	21,35	22,50	Низак	Да
6	Карађорђева	26,07	33,76	Умерен	Да
7	Савска	24,79	33,76	Умерен	Да
8	Мије Ковачевића	19,89	39,26	Умерен	Да
9-1	Рузвелтова	18,83	31,78	Низак	Да
9-2	Димитрија Туцовића	11,60	39,39	Низак	Да
10	Батутова	11,13	44,38	Низак	Да
11	Бул. Краља Александра	17,81	36,89	Низак	Да
12	Господара Вучића	15,85	31,78	Низак	Да
13	Војислава Илића (до Устаничке)	21,06	36,53	Низак	Да
14	Сајам	35,37	34,31	Умерен	Да
15	Радничка	30,30	36,44	Умерен	Да
16	Савска магистрала	19,92	23,93	Низак	Да
17	Пут за Обреновац	17,92	28,45	Низак	Да
18	Боре Станковића	15,44	30,94	Низак	Да
19	Кружни пут Кијево	13,76	27,95	Низак	Да
20	Пут за Чачак	24,66	27,95	Низак	Да
21	Генерал Жданова	14,49	28,19	Низак	Да
22	Аутопут од В. Илића до излаза за Ниш	16,58	27,31	Низак	Да
23	Војислава Илића (од Устаничке до аутопута)	23,39	34,03	Низак	Да
24	Аутопут (Стеко) (од Газеле до В. Илића)	32,82	30,06	Умерен	Да
25	Газела	30,27	27,90	Умерен	Да
26	Аутопут (од Газеле до Тошиног бунара)	30,75	61,24	Умерен	Да
27	Аутопут (од Тошиног бунара до укрштања НС)	30,71	56,25	Умерен	Да
28	Нови Сад укрштање са аутопутем	21,70	27,09	Низак	Да
29	Аутопут укрштање са НС до Загреба	32,11	22,58	Низак	Да
30	Пут за Смедерево	16,10	14,67	Низак	Да
31	Нови Сад нови излаз	19,50	28,45	Низак	Да
32	Нови Сад стари излаз	17,39	33,95	Низак	Да
33	Пут за Ниш	23,20	17,32	Низак	Да
34	Пут за Загреб	25,24	21,82	Низак	Да

На основу података приказаних у табели 5.22. може се видети да свака од потенцијалне 34 деонице је прихватљива за транспорт опасне робе са аспекта величине ризика, јер је на свакој појединачно вредност ризика нижа од граничне вредности. У зависности од величине вероватноће настанка и последица од инцидентне ситуације извршена је процена ризика, тако што су за сваку деоницу формиране матрице ризика и извршено је упоређење вредности ризика са граничном вредношћу. На основу тога су добијене оцене нивоа ризика, а због лакше уочљивости, различитим бојама су приказане величине ризика за сваку деоницу посебно у оквиру табеле. Деонице на којима је низак ризик обојене су

жутом бојом, док су деонице на којима је умерен ризик обојене наранџастом бојом. У оквиру разматраних деоница није постојало деоница на којима је ризик занемарљив, веома висок и екстреман.

Од свих посматраних потенцијалних деоница у оквиру траса за кретање возила која транспортују опасну робу на територији града Београда, највећа вредност ризика је забележена на деоници аутопута од моста Газела до петље Тошин бунар, где је вероватноћа настанка инцидентне ситуације 30,75, док је величина последица 61,24. Ово значи да би приликом настанка инцидентне ситуације 61,24% становништва у оквиру зоне утицаја опасне робе на овој деоници имало лакше, теже или повреде са смртним исходом, да би исти проценат штете био по животну средину као и по објекте, уколико би дошло до иницијације примарне опасности, опасности од пожара. Међутим, друштвена заједница може да поднесе толике губитке, те је величина ризика на овој деоници прихватљива а ризик умерен, што се може и видети са матрице ризика за ову деоницу, која је приказана на слици 5.34. Матрице ризика за остале деонице на којима је забележен умерен ризик дате су у прилогу.



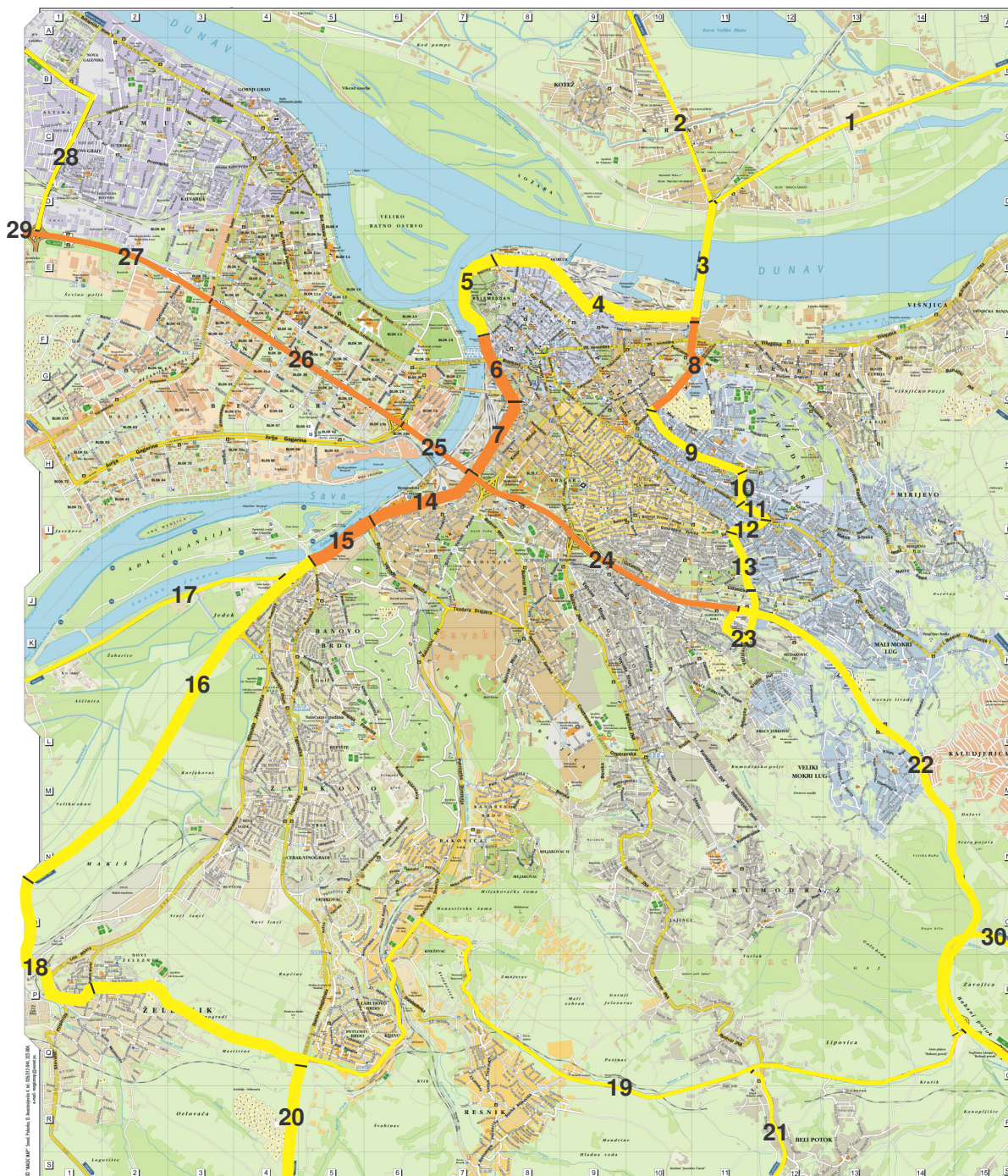
Слика 5.34. Матрица ризика за деоницу аутопута од моста Газела до петље Тошин бунар

Поред претходно наведене деонице, на још осам деоница је забележен умерен ризик, и то су следеће деонице:

- Карађорђева улица;
- Савска;

- Мије Ковачевића;
- Аутопут на деоници од моста Газела до укрштања са улицом Војислава Илића;
- Мост Газела;
- Аутопут на деоници од моста Газела до укрштања са новосадским путем;
- Сајам;
- Радничка.

На свим осталим деоницама је забележен низак ризик, и на основу свега наведеног на слици 5.35. дат је приказ траса за транспорт опасне робе на територији града Београда, са приказаним деоницама и величинама ризика на свакој од њих појединачно.



Слика 5.35. Приказ траса за кретање возила која транспортују опасну робу на територији града Београда на основу величине ризика

На слици 5.35. је дат приказ деоница у оквиру траса које задовољавају све критеријуме и алтернативе дефинисане у оквиру методологије, као и критеријуме са аспекта величине ризика. На основу свих спроведених корака у оквиру дефинисане методологије добијене су трасае за кретање возила која транспортују опасну робу на територији града Београда. У циљу ефикасног управљања ризиком на територији града Београда, неопходно је стално пратити промене транспортних захтева опасне робе као и параметара који утичу на величину ризика и вршити ревизију траса, и то на период од годину дана.

6. ЗАКЉУЧАК И ПРАВЦИ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА

Опасне робе за разлику од других врста роба, поред физичких и хемијских особина поседују и особине опасности, врсте и степен опасности, па сходно томе и негативне последице у случају инцидентних ситуација у транспорту ових роба могу имати веће размере и већи степен. Управо због ових карактеристика опасне робе, како би се смањила вероватноћа настанка инцидентне ситуације и величина последица, неопходно је управљати ризиком при извршењу транспортног процеса ових роба.

Процес управљања ризиком је веома сложен процес и састоји се од три основне фазе (анализе опасности од настанка инцидентне ситуације, планирања мера превенције, приправности и одговора на инцидентну ситуацију, планирања мера за отклањање последица од инцидентне ситуације – санација) које су међусобно зависне. У циљу ефикасног управљања ризиком у транспорту опасне робе неопходно је управљати ризиком од настанка инцидентне ситуације, од фиксних и покретних извора, односно од места где се опасна роба складишти, до возила којима се она транспортује.

У раду је дат детаљан приказ сваке од фаза у оквиру процеса управљања ризиком од настанка инцидентне ситуације, као и мера којима је могуће смањити или у потпуности одстранити ризик. Посебно је појашњена разлика између индивидуалног и друштвеног ризика, дефинисане су граничне вредности ове две врсте ризика и на основу свих истраживања утврђено је да свака локална заједница има различите граничне вредности друштвеног нивоа ризика док је вредност индивидуалног ризика константна. Ова чињеница указује да је теже управљати ризиком код покретних извора (возила која транспортују опасну робу) него код фиксних (инсталација, фабрика) јер се ниво друштвеног ризика мења дуж трасе кретања возила и може на једном делу трасе да буде занемарљив док на другом делу исте трасе да буде екстреман што додатно усложњава сам процес управљања ризиком јер је неопходно спровести одређене активности како би ниво ризика био у прихватљивим границама, док код фиксних извора ниво ризика је константан али може и варирати и на то има само утицај врста и количина робе које се транспортује. Овим је и доказана прва хипотеза дефинисана у увода рада која се односи на чињеницу да вредност друштвеног ризика није константна дуж одређене трасе пута.

Велики број истраживања од стране иностраних аутора указује на различите приступе у решавању проблема транспорта опасне робе, односно управљања ризиком при извршењу транспортног процеса, у зависности на који начин се квантификује ризик, метода које се користе за прорачун ризика и вида превоза којим се транспортује опасна роба. Свака од методологија из литературе које су презентирани у раду има своје предности и недостатке, своје подручје примене, али заједничко за све јесте да се избор трасе за транспорт опасне робе врши на основу упоређења нивоа прорачунатог ризика и дозвољене величине ризика за ту локалну заједницу. Највећи број њих се заснива на утврђивању нивоа друштвеног ризика (кумуланте друштвеног ризика) и упоређења те вредности са дозвољеним нивоом ризика, а поједини аутори доносе одлуке на основу утврђивања ниво

апсолутног ризика на основу којег је могуће тачно квантификовати евентуалну штету од инцидентне ситуације.

На основу увида у литературу и методологија којима је главни циљ избор траса на основу прихватљивог нивоа ризика, у раду је развијена унапређена методологија за избор траса за кретање возила која транспортују опасну робу са аспекта управљања ризиком, која се састоји из 11 међусобно зависних корака. У циљу спровођења свих корака дефинисаних у оквиру методологије, неопходно је поседовање великог броја информација, које се пре свега односе на транспортне захтеве и параметре на основу којих се утврђује ниво ризика. Ниво ризика у оквиру унапређене методологије се утврђује на основу примене посебно развијеног модела за квантификовање ризика за претходно изабране трасе, на основу вишекритеријумског вредновања алтернатива.

У оквиру методологије постоји велики број параметара који се односе на вероватноћу настанка инцидентне ситуације с једне стране, и величину последица од инцидентне ситуације с друге стране. Сваком од параметара у оквиру модела у зависности од његове вредности додељен је ниво ризика на скали од 0 до 100, односно распон вредности сваког параметра посебно је повезан са адекватним нивоом ризика који може бити занемарујући, низак, средњи, висок и екстреман. У циљу добијања вредности сваког од параметра неопходно је знати која врста опасне робе се транспортује и њена количина како би се утврдила величина зоне утицаја опасне робе. На основу прорачунате вредности апсолутног ризика та вредност се упоређује са дозвољеном и доноси се одлука да ли је посматрана деоница подобна за транспорт опасне робе или не.

Предност унапређене методологије је могућност ублажавања нивоа ризика изменом вредности параметара, односно њиховом корекцијом, висок степен примене у друмском транспорту, али највећа предност је постојање различитих тежинских фактора сваког параметра а за разлику од свих методологија код којих сваки параметар има исти степен значајности (тежински фактор). Овим је доказана друга хипотеза дефинисана у уводу рада, а то је да постоји могућност ублажавања нивоа ризика изменом појединих параметара који утичу на ниво ризика које омогућују унапређена методологија. Како би се избегла било каква субјективност при одређивању нивоа значајности параметара, аутор рада је спровео анкету експерата, који су се за сваки од параметара посебно изјаснили о степену њихове значајности. Ограничење унапређене методологије је да се она не може користити за све врсте опасне робе, односно не може се вршити избор траса за возила која транспортују радиоактивне материје из разлога немогућности дефинисања зоне утицаја ове опасне робе, и постоји још једно ограничење а то је неприменљивост у оквиру тунелских деоница. Веома важна чињеница је та, да циљ није избор оптималне трасе већ траса које испуњавају најоштрије услове са аспекта критичног нивоа величине ризика за изабрану врсту опасне робе.

Како би се испитала применљивост дефинисане методологије, унапређена методологија је тестирана је на примеру транспорта нафте и нафтних деривата на транспортној мрежи града Београда, који представљају репрезентативну врсту робе. На основу опсежних истраживања и примењених критеријума и алтернатива

за анализу изабране су потенцијалне трасе за кретање возила која транспортују опасну робу на подручју града Београда. Затим је примењен модел за утврђивање нивоа ризика и на основу њега је донета одлука које трасе су подобне за транспорт опасне робе и њихов приказ је дат у раду. Приликом примене унапређене методологије утврђен је висок степен применљивости који се пре свега односи на квантификовање ризика, као и њена једноставна употреба у циљу добијања траса.

Научни доприноси који су произашли из докторске дисертације су:

- Упоредна анализа постојећих методологија и развој унапређене методологије за избор траса за кретање возила са опасном робом са аспекта управљања ризиком. Методологија је применљива у различитим условима у окружењу;
- Систематизација постојећих и дефинисање нових параметара неопходних за прорачун вероватноћа и обима последица од инцидентне ситуације и моделе веза са адекватним нивоом ризика;
- Истражени и дефинисани нивои значајности сваког од параметара који улазе у прорачун ризика;
- Посебно развијен општи модел за прорачун ризика за различите услове у окружењу;
- Дат систематизован поступак за дефинисање карактеристика транспортних захтева опасне робе као један од основних улаза за прорачун интензитета и зоне утицаја, и др.

Правци даљих истраживања огледају се на истраживању и стварању базе података о карактеристичним - високоризичним подручјима у Србији од значаја за оперативно управљање ризицима у транспорту опасних роба.

7. ЛІТЕРАТУРА

Akshay, M., Prozz, J. (2004). *State-of-the-Practice in Freight Data: A Review of Available Freight Data in the U.S.*, Report 0-4713-P2, Center for Transportation Research, University of Texas at Austin.

Alberta transportation (2004). *Guidelines for the establishment of dangerous goods routes in Alberta Municipalities*, Alberta transportation, Alberta, Canada.

Anderson RT, Barkan CPL (2004). *Railroad accident rates for use in transportation risk analysis*. Transportation Research Record. 1863: 88-98.

Bahar, Y., Verter, V. (2004). *Designing a Road Network for Hazardous Materials Transportation*, Transportation Science, vol. 38, No. 2, p.188-196.

Batarlienė, N. (2007). *Implementation of advanced technologies and other means in dangerous freight transportation*, Vilnius - Transport, vol. 22., No. 4, p. 290–295.

Batarlienė, N. (2008). *Risk analysis and assessment for transportation of dangerous freight*, Vilnius - Transport, vol. 23., No. 2., p. 98–103, DOI:10.3846/1648-4142.2008.23.98-103.

Bonvicini, S., Vezzani, E., Spadoni, G. (2002). *Decision Making & Risk Management*, Proceedings of the ESREL'02 Conference, Lyon, p. 557-564.

Bonvicini, S., Spadoni, G. (2005). *A hazmat multy commodity routing model satisfying risk criteria: A case study*, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Bologna.

Bottelbergs, P.H. (2000). *Risk analysis and safety policy developments in Nederland*, Journal of Hazardous Materials, vol.71(1), p. 59-84.

Brockoff, L.H. (1992). *A risk management model for transport of dangerous goods*, EUR14675EN. JRC, Ispra, Italy

Bubbico, R., Ferrari, C., Mazzarotta, B. (2000). *Risk analysis of LPG transport by road and rail*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol.13(1), p. 27-31.

Bubbico, R., Di Cave S., Mazzarotta, B. (2004). *Risk analysis for road and rail transport of hazardous materials: a simplified approach*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 17(6), p. 477. - 482.

Van den Horn, B.A., Hoeksma, J., Naaktgeboren, N.M., Schoenmakers, E.J.M. (2006). *The RWSQRA model for road tunnels*, Den Haag: Rijkswaterstaat, Holland.

Verma, M. (2010). *Railroad transportation of dangerous goods: A conditional exposure approach to minimize transport risk*, Transportation reseach board part C, Elsevier, DOI: 10.1016/j.trc.2010.07.003.

Vilchez, J.A., Sevilla, S., Montiel, H., Casal, J. (1995). *Historical analysis of accidents in chemical plants and in the transportation of hazardous materials*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 8(2), p. 87-96.

Вукановић, С., Јовић Ј., Станић, Б., Челар, Н. (2007). *Истраживање карактеристика саобраћаја на јединственој уличној мрежи града Београда за 2006. годину*, Институт саобраћајног факултета, Београд.

Вулановић, В., Станивуковић, Д. (1996). *Систем квалитета*, Факултет техничких наука, Нови Сад.

Вукмировић, Д. (2005). *Статистички годишњак Републике Србије 2004.*, Републички завод за статистику Србије, Београд.

Вукмировић, Д. (2006). *Статистички годишњак Републике Србије 2005.*, Републички завод за статистику Србије, Београд.

Вукмировић, Д. (2007). *Статистички годишњак Републике Србије 2006.*, Републички завод за статистику Србије, Београд.

Вукмировић, Д. (2008). *Статистички годишњак Републике Србије 2007.*, Републички завод за статистику Србије, Београд.

Вукмировић, Д. (2009). *Статистички годишњак Републике Србије 2008.*, Републички завод за статистику Србије, Београд.

Вукмировић, Д. (2010). *Статистички годишњак Републике Србије 2009.*, Републички завод за статистику Србије, Београд.

Вукмировић, Д. (2011). *Статистички годишњак Републике Србије 2010.*, Републички завод за статистику Србије, Београд.

Godoy, S.M. (2007). *STRRAP system - A software for hazardous materials risk assessment and safe distances calculations*, Reliability engineering and system safety, vol. 92, p. 847-857, DOI: 10.1016/j.ress.2006.02.012

Govan, R. (2005). *Risks of transporting dangerous goods: South Durban case study*, Master thesis, University of KwaZulu-Natal, Durban.

Градски завод за заштиту здравља Београд (2002). *Еколошки атлас града Београда*, Дирекција за грађевинско земљиште, Београд.

Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине (2003). *Квалитет животне средине града Београда у 2002. години*, DEFRA - Department for Food, Environment and Rural Affairs, Београд.

Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине (2004). *Квалитет животне средине града Београда у 2003. години*, DEFRA - Department for Food, Environment and Rural Affairs, Београд.

Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине (2005). *Квалитет животне средине града Београда у 2004. години*, DEFRA - Department for Food, Environment and Rural Affairs, Београд.

Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине (2006). *Квалитет животне средине града Београда у 2005. години*, DEFRA - Department for Food, Environment and Rural Affairs, Београд.

Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине (2007). *Квалитет животне средине града Београда у 2006. години*, DEFRA - Department for Food, Environment and Rural Affairs, Београд.

Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине (2008). *Квалитет животне средине града Београда у 2007. години*, DEFRA - Department for Food, Environment and Rural Affairs, Београд.

Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине (2009). *Квалитет животне средине града Београда у 2008. години*, DEFRA - Department for Food, Environment and Rural Affairs, Београд.

Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине (2010). *Квалитет животне средине града Београда у 2009. години*, DEFRA - Department for Food, Environment and Rural Affairs, Београд.

Град Београд градска управа - Секретаријат за заштиту животне средине (2011). *Квалитет животне средине града Београда у 2010. години*, DEFRA - Department for Food, Environment and Rural Affairs, Београд.

Ghazinoory, S., Kheirkhah, A. S. (2008). *Transportation of hazardous materials in Iran: A strategic approach for decreasing accidents*, Vilnius - Transport, vol. 23, No. 2, p. 104–111, DOI:10.3846/1648-4142.2008.23.104-111.

Gheorghe, A.V., Birchmeier, J., Vamanu, D., Papazoglou, I., Kröger, W. (2005). *Comprehensive risk assessment for rail transportation of dangerous goods: a validated platform for decision support*, Reliability Engineering & System Safety, vol.88, p. 247-272.

Department of Urban and Transport Planning (2008a). *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control*, Planning NSW, Sydney, Australia.

Department of Urban and Transport Planning (2008b). *Notification, Classification and prioritisation*, Planning NSW, Sydney, Australia.

Department of Urban and Transport Planning (2008c). *Safety Reporting*, Planning NSW, Sydney, Australia.

Department of Urban and Transport Planning (2008d). *Training and Education*, Planning NSW, Sydney, Australia.

Department of Urban and Transport Planning (2008e). *Emergency planning*, Planning NSW, Sydney, Australia.

Department of Urban and Transport Planning (2008f). *Accident reporting and investigation*, Planning NSW, Sydney, Australia.

Department of Urban and Transport Planning (2009). *Safety Management Systems*, Planning NSW, Sydney, Australia.

Dilgir, R. et al. (2005). *Dangerous Goods Route Selection Criteria*, Hamilton - Finn, Alberta, Canada.

Economic Commission for Europe - Inland Transport Committee (2011). *European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road*, New York and Geneva.

European Commission - Information society technologies (2009). *Dangerous good transportation routing, monitoring and enforcement (GOOD ROUTE)*, Information society programme, Brussel.

European commission (2006). *Road freight transport methodology*, vol.1, Luxembourg.

European commission (2006). *Road freight transport methodology*, vol.2, Luxembourg.

European commission (1994). *COUNCIL DIRECTIVE 94/55/EC of 21th November 1994 on the on the approximation of the laws of the Member States with regard to the transport of dangerous goods by road*, Brussel.

European commission (1998). *DIRECTIVE 98/91/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 14th December 1998 relating to motor vehicles and their trailers intended for the transport of dangerous goods by road and amending Directive 70/156/EEC relating to the type approval of motor vehicles and their trailers*, Brussel.

Zografos, K.G., Davis, C.F. (1989). *Multi-Objective Programming Approach For Routing Hazardous Materials*, Journal of Transportation engineering. vol. 115, No.6, p. 661-673.

Zografos, K., Androutsopoulos, K. (2004). *A heuristic algorithm for solving hazardous materials distribution problems*, European Journal of Operational Research, vol. 152, No. 2, p. 507-519.

- Zografos, K. (2008). *A decision support system for integrated hazardous materials routing and emergency response decisions*, Transportation Research Board Part C, vol. 16., p. 684. - 703.
- Zhang, J., Zhao, L. (2007). *Risk analysis of dangerous chemicals transportation*, Systems Engineering - Theory and Practice, vol. 27, No. 12., p. 117 - 122.
- Јовановић, Д. (2000). *Геопросторно моделовање ризика у животној средини*, докторска дисертација, Географски факултет, Београд.
- Jovanović, V.D., Tica, S., Milovanović, B., Živanović, P. (2009). *Researching and analyzing the features of oil and demand for transporting oil derivatives in the area of Belgrade*, Transport, vol. 24, No. 3, p. 249–256.
- Јовановић, В., Миловановић, Б., Младеновић, Д. (2010). *Транспорт опасне робе у друмском саобраћају*, уџбеник, Саобраћајни факултет, Београд.
- Јовановић, В. (2004). *Превоз опасних материја*, уџбеник, Саобраћајни факултет, Београд.
- Khan, F.I., Abbasi, S.A. (1999) *Major accidents in process industries and an analysis of causes and consequences*, Journal of loss prevention, 12(5), p. 361-378
- Kohl, B., Botschek, K., Hörhan, R. (2006). *Development of a new Method for the Risk Assessment of Road Tunnels*, 3rd International Conference Tunnel Safety and Ventilation, Graz, Austria
- Knoflachner, H., Pfaffenbichler, P.C., Nussbaumer, H. (2002). *Quantitative Risk Assessment of Heavy Goods Vehicle Transport through Tunnels - the Tauern Tunnel Case Study*, 1st International Conference Tunnel Safety and Ventilation, Graz, Austria.
- Lavell, A. (2000). *An approach to concept and definition in risk management terminology and practice*, ERD - UNDP, Geneva.
- Leonelli, P., Bonvicini, S., Spadoni, G. (1999). *New detailed numerical procedures for calculating risk measures in hazardous materials transportation*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 12, No. 6, p. 507-515.
- Leonelli, P., Bonvicini, S., Spadoni, G. (2000). *Hazardous materials transportation: a risk-analysis-based routing methodology*, Journal of Hazardous Materials, vol. 71, No. 1-3, p. 283-300.
- Lin, C.C. (2001). *The freight routing problem of time definite freight delivery common carriers*, Transportation Research Part B, vol.35, p. 525. - 547.
- Lovett, A. et al. (1997). *Using GIS in Risk Analysis: A case study of Hazardous Waste transport*, Risk analysis, Vol.17, No.5, p. 625. - 633.

Milazzo, M.F., Lisi, R., Maschio, G., Antonioni, G., Bonvicini, S., Spadoni, G. (2002). *HazMat transport trough Messina town: from risk analysis suggestions for improving territorial safety*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 15, No. 5, p. 347-356.

Milazzo, M.F. et al. (2010). *A study of land transport of dangerous substances in eastern Sicily*, Journal of loss prevention in the process industries, vol. 23, p. 393-403, DOI: 10.1016/j.jlp.2010.01.007

Ministry of Transport and Communications (2006). *Transport of dangerous goods in Finland - Strategy 2006. - 2015.*, Ministry of Transport and Communications, Finland.

Ministry for Home Affairs (2004). *Guidance on Duty of Accountability for Societal Risk*, External Safety Directorate, Netherland.

Народна скупштина Републике Србије (1994). *Правилник о методологији за процену опасности од хемијског удеса и од загађивања животне средине, мерама припреме и мерама за отклањање последица*, Службени гласник Републике Србије бр. 60/94 и 63/94, Београд.

Народна скупштина Републике Србије (2002). *Развој оквирне стратегије Србије и Црне Горе и акционог плана за реаговање на проблем емисија гасова са ефектом стаклене баште*, Регионални центар за животну средину за Централну и Источну Европу, Београд.

Народна Скупштина Републике Србије (2010). *Закон о транспорту опасног терета*, Службени гласник РС бр. 88/2010, Београд.

National Highway Institute and Federal Highway Administration (1996). *Highway Routing of Hazardous Materials: Guidelines for Applying Criteria*, Arlington, D.C.

National Research Council, Transportation Research Board (2005). *Cooperative Research for Hazardous Materials Transportation: Defining the Need, Converging on Solutions*, Transportation Research Board Special Report 283, Washington, D.C.

Nelson, C., Cataford, A. (2006). *Transportation of dangerous goods policy and evaluation framework*, 2006. annual conference of the transportation association of Canada, Charlottetown, Prince Edward Island, p. 1. - 19.

Noland, R. (2005). *Fuel economy and traffic fatalities: multivariate analysis of international data*, Energy policy, vol.33, p. 2183. - 2190.

OECD (2001). *Safety in tunnels - Transport of dangerous goods through road tunnels*, OECD Publications.

Ohtani, H., Kobayashi, M. (2005). *Statistical analysis of dangerous goods accidents in Japan*, Safety Science, vol. 43, No. 5/6, p. 287-297.

Ormsby, R.W., Le, N.B. (1988). *Societal risk curves for historical hazardous chemical transportation accidents*, Preventing Major Chemical and Related Process Accidents, Institution of Chemical Engineers, Great Britain, pp 133-147.

Planas, E., et al. (2008). *Results of MITRA project: Monitoring and intervention for the transportation of dangerous goods*, Journal of hazardous materials, Elsevier, vol.152, p. 516-526, DOI: 10.1016/j.jhazmat.2007.07.032.

Raj, P.K., Pritchard, E.W. (2000). *Hazardous materials transportation on U.S. railroads: Application of risk analysis methods to decision making in development of regulations*, Transportation Research Record, No. 1707, p. 22-26.

Rao, K.R., Rao, S.V., Chary, V. (2004). *Estimation of risk indices of chemicals during transportation*, Process Safety Progress, vol. 23, No. 2, p. 149-154.

Rao Madala, B.P. (2000). *A simulation study for hazardous materials risk assessment*, Master thesis, Concordia University, Montreal, Quebec, Canada.

Reis, J. (1996). *Environmental control in petroleum engineering*, Gulf publishing company, Houston, Texas.

Saccomanno, F., Haastrup, P. (2002). *Influence of Safety Measures on the Risks of Transporting Dangerous Goods Through Road Tunnels*, Risk Analysis, vol. 22, No.6, p. 1059-1069.

Скупштина града Београда (1990). *Утврђивање траса за кретање возила која превозе опасне материје*, Град Београд, Градски завод за планирање, Београд.

Скупштина града Београда (2001). *Генерални план Београда 2021.*, Урбанистички завод Београда, Београд (усвојен 2003.).

Скупштина града Београда (2005). *Решење о режиму кретања моторних теретних возила у Београду*, Службени лист града Београда бр.4/05, Београд.

Spadoni, G., Egidi, D., Contini, S. (2000). *Through ARIPAR-GIS the quantified area risk analysis supports land-use planning activities*, Journal of Hazardous Materials, vol. 71, No.1, p. 423-437.

Spadoni, G. (2005). *Why and how to use risk assessment in managing HazMat transport*, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Bologna.

Scenna, N.J., Santa Cruz, A.S.M. (2005). *Road risk analysis due to the transportation of chlorine in Rosario city*, Reliability Engineering & System Safety, vol. 90, No.1, p. 83-90.

Taylor, M. (2002). *Transport network vulnerability: A method for diagnosis of critical locations in transport infrastructure system*, Elsevier, Netherland.

Transport Canada Safety and Security (2005). *Emergency Response Guidebook*, Montreal, Canada.

Thomson, B. (1999). *International co-operation in hazardous materials accident preventions*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 12., p. 217. - 225.

United Nations (1999). *Guidelines: Common Country Assessment*, New York and Geneva.

United Nations (1998). *FAO's Emergency Activities: Technical Handbook Series*, New York and Geneva.

United Nations Environment Programme (2000). *TransAPELL*, France, Paris

United Nations Disaster Relief Office (1991). *Vulnerability and Risk Assessment*, 1st Edition, New York and Geneva

U.S. Department of Transportation - Federal Motor Carrier Safety Administration (2000). *Transportation of Hazardous Materials: Designated, Preferred, and Restricted Routes*, Federal Register, Vol. 65, No. 233. Washington, D.C., December 4, p. 75771. - 75816.

U.S. Department of Transportation (2000). *Risk management framework for hazardous materials transportation*, U.S. Department of Transportation, Washington D.C.

U.S. Department of Transportation - Federal Motor Carrier Safety Administration (2001). *Comparative Risks of Hazardous Materials and Non-Hazardous Materials Truck Shipment Accidents/Incidents*, Phase II, Battelle Memorial Institute, Ohio.

U.S. Department of Transportation, Federal Motor Carrier Safety Administration (2005). *Hazardous Materials Serious Crash Analysis*, Phase II, Battelle Memorial Institute, Columbus, Ohio.

Fabiano, B., Curro, F., Palazzi, E., Pastorino, R. (2002). *A framework for risk assessment and decision - making strategies in dangerous good transportation*, Journal of Hazardous Materials, vol. 93, No. 1, p. 1-15.

Fabiano, B. et al. (2005). *Dangerous goods transportation by road: From risk analysis to emergency planning*, University of Genoa, Genoa, Italy.

Frank, W.C., Thill, J.C., Batta, R. (2000). *Spatial decision support system for hazardous material truck routing*, Transportation Research Part C, Vol. 8, No. 1-6, p. 337-359.

Fu, L. (2001). *An adaptive routing algorithm for in-vehicle route guidance systems with real time informations*, Transportation Research Part B, vol. 35, p. 749-765.

Hamouda, G. (2004). *Risk - Based Decision Support Model for Planning Emergency Response for Hazardous Materials Road Accidents*, doctoral thesis, University of Waterloo, Ontario, Waterloo, Canada.

Huang, B. (2005). *Aiding route decision for hazardous material transportation*, Transportation Research Board, Washington, p. 1-17.

Høj, N.P., Kroger, W. (2002). *Risk analyses of transportation on road and railway from a European Perspective*, Safety Science, vol. 40, No.1, p. 337-357.

Hwang, S.T., Brown, D., David, F., O'Steen, J.K., Policastro, A.J., Dunn, W.E. (2001). *Risk assessment of national transportation of selected hazardous materials*, Transportation Research Record, No. 1763, p. 114-124.

Chaux, G. (1989). *Desastres, Ecologismo y Formacion Profesional*, SENA, Colombia.

Castillo, A. (2004). *Route optimization for hazardous materials transport*, Master thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede, Holland.

Carson, P. (2002). *Hazardous chemical handbook* (second edition), Butterworth - Heinemann, Oxford.

Cassini, P. (1998). *Road transportation of dangerous goods: quantitative risk assessment and route comparison*, Journal of hazardous materials, vol. 61., p. 133. - 138.

Center for Chemical Process Safety (1992). *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures*, 2nd edition, AIChE, New York.

Wiersma, T., Roos, W., De Wit, M. (2006). *Area-Specific Societal risk, societal risk on the map*, Netherlands Organization for Applied Scientific Research, Netherland.

8. ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ 1. СПИСАК И ГРАНИЦЕ САОБРАЋАЈНИХ ЗОНА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА БЕОГРАДА

Шифра зоне	Назив зоне	Границе зоне
1	Нови Београд (Арена)	Булевар уметности (од пруге до Булевара др Зорана Ђинђића), Булевар др Зорана Ђинђића (од Булевара уметности до Милентија Поповића), Милентија Поповића (од Булевара др Зорана Ђинђића до Аутопута), аутопут до моста Газела, Стари железнички мост и пругом до Булевар уметности
2	СИВ, Сава центар	Булевар уметности (од Булевара др Зорана Ђинђића до Булевара Николе Тесле, река Дунав, река Сава, Булевар др Зорана Ђинђића (од Булевара уметности до Милентија Поповића), Аутопут (до Газеле)
3	Студентски град	Зеленгорска (од Аутопута до Париске комуне), Париске комуне (од Зеленгорске до Булевара уметности), Булевар уметности (од пруге до Париске комуне), железничка пруга (од Булевара уметности до аутопута)
4	Меркатор	Зеленгорска, Грмечка, Жарка Миладиновића, Цона Кенедија, Кларе Цеткин, Булевар Николе Тесле, Булевар уметности (од Париске комуне до Булевара Николе Тесле), Париске комуне
5	Савски блокови	административна граница Нови Београд - Сурчин, железничка пруга, Тошин бунар, Војвођанска, Виноградска, Омладинских бригада (од реке Саве до железничке пруге), река Сава
6	Нови Београд (топлана)	Железничка пруга (од Старог железничког моста до Омладинских бригада), Омладинских бригада, река Сава
7	Бежанија - Б. коса - Ледине	административна граница Новог Београда и Сурчина, Аутопут, Железничка пруга (од Тошиног бунара до аутопута), Железничка пруга, Тошин бунар, Војвођанска, Виноградска
8	Земун (центар)	Далматинска (од Угриновачке до реке Дунав), река Дунав, ушће Саве и Дунава, Угриновачка, Тошин бунар, Жарка Миладиновића, Цона Кенедија, Кларе Цеткин, Булевар Николе Тесле
9	Земун (Првомајска)	Задругарска, Мачванска, Аутопут за Нови Сад (до аутопута за Загреб), Угриновачка (задругарска до Сењског трга), Тошин бунар, Грмечка, Зеленгорска, аутопут за Загреб
10	Алтина	административна граница са Земун пољем, Добановачки пут (од аутопута за Нови Сад до адм. гран. са Земун пољем), Угриновачка, Задругарска, Мачванска, Аутопут за Нови Сад (до аутопута за Загреб), Аутопут за Загреб (од Зеленгорске до петље са аутопутем за Нови Сад)

11	Земун горњи град - Галеника	Административна граница са Земун пољем (железничка пруга од Добановачког пута до адм. границе), река Дунав, Далматинска, Угриновачка, Добановачки пут
12	Земун поље - Батајнички пут	Административна граница са Добановцима, административна граница са Батајницом, административна граница са Земун пољем (железничка пруга од Добановачког пута до адм. границе), Аутопут за Загреб
13	Батајница	Батајница
14	Добановци	Добановци
15	Сурчин	Сурчин
16	Кнез Михаилова	Река Сава (од Газеле до куле Небојша), Зоо врт, Господар Јевремова, Природно - математички факултет, Симиња, Француска, Сремска, Бранкова (од Газеле до Француске)
17	Дорћол	Река Сава (од куле Небојша до ушћа Саве у Дунав), река Дунав (од ушћа до пристаништа), Француска (од реке Дунав до Симине), Зоо врт, Господар Јевремова, Природно - математички факултет, Симиња
18	Скупштина СРЈ	Сремска (од Трга Републике до Бранкове), Македонска, Хиландарска, Кнеза Милоша, Таковска, Народног фронта (од Банкове до Кнеза Милоша)
19	Главна жел. станица	Река Сава (од Газеле до Бранковог моста), Бранкова, Призренска, Краља Милана, Кнеза Милоша (од аутопута за Загреб до Краља Милана), аутопут за Загреб (од реке Саве до Кнеза Милоша)
20	Сењак - Прокоп	Река Сава, аутопут за Загреб (од Газеле до Булеvara ЈА), Булевар Војводе Путника, Топчидерски венац, др Милутина Ивковића, Булевар ЈА, Булевар војводе Мишића, Топчидерска (до Раковичког пута)
21	Дедиње	Булевар војводе Путника, Топчидерска река, Топчидерски венац, др Милутина Ивковића, Црнотравска, Вељка Лукића, Булевар ЈА, Милана Благојевића, Борска
22	Чубура – Неимар	Булевар ЈА, Скерлићева, Мутапова, Трнска, Жарка Зрењанина, Војислава Илића, Господара Вучића (до раскрснице са Војислава Илића)
23	Врачар (Храм Светог Саве)	Булевар ЈА, Краља Милана (од Кнеза Милоша), Булевар Краља Александра, Скерлићева, Мутапова, Трнска
24	Дунав станица	Цвијићева, Шајкашка, Вилине воде, река Дунав, Панчевачки мост, Мије Ковачевића, Рузвелтова
25	Поштанска штедионица	Рузвелтова (од Булеvara Краља Александра до Цвијићеве), Цвијићева, Таковска, Булевар Краља Александра (од Скупштине до Вуковог споменика)
26	Карабурма - Ада Хуја	Панчевачки мост (до Омладинско стадиона), река Дунав, Миријевски поток, Миријевски булевар, Партизански пут (од Омладински стадион до Јованке Радаковић)

27	Вишњичка бања - Вишњица	Вишњичка бања и Вишњица
28	Сланци - Велико село	Сланци и Велико село
29	Ботаничка башта	Панчевачки мост (до Омладинско стадиона), река Дунав, Шајкашка, Вилине воде, Македонска, Хиландарска (од Трга Републике до Рударско геолошког факултета)
30	Крњача, Котеж	Крњача
31	Панчевачки пут	Панчевачки пут
32	Борча	Борча
33	Овча - Падинска скела	Овча и Падинска скела
34	Звездара (градска болница)	Рузвелтова, Мије Ковачевића, Партизански пут (од Омладински стадион до Јованке Радаковић), Булевар Краља Александра (од Вуковог споменика до Цеткове пијаце)
35	Миријево	Гламочка, Карађорђева, Миријевски мајдан, Јованке Радаковић, адм.гран. миријево и Сланци, адм. гран. Мали мокри луг и Миријево
36	Коњарник	Војислава Илића (од Топаловићеве до аутопута за Ниш), Топаловићева, Донска, Живка Давидовића, М. Тодоровића, Кружни пут, аутопут за Ниш
37	Радио - индустрија	Т. Вишњевца, Милана Ракића, Карађорђева, Гламочка, Игманска, Бајдина, аутопут за Ниш (до Живка Давидовића)
38	Вуков споменик - Лион	Рузвелтова, Булевар Краља Александра, Батугова, Димитрија Туцовића, Топаловићева, Донска, Жарка Зрењанина, Војислава Илића (од Вуковог споменика до Топаловићеве)
39	Мали мокри луг и Велики мокри луг	Мали мокри луг и Велики мокри луг
40	Бањица	Борска, Црноотравска, Вељка Лукића, Кружни пут, Пазинска, Булевар ЈА (до Вељка Лукића), Кумодрашка, Бањички пут, адм. гран. са Јајинцима и Кумодражем 2 (до Кумодрашке)
41	Шумице	Господара Вучића, Војислава Илића, аутопут (од Аутокоманде до Војислава Илића)
42	Вождовац	Булевар ЈА (од Аутокоманде до Пазинске), аутопут за Ниш (од Аутокоманде до Мишка Јовановића), Бакарска, Буковичка, Вороњешка (од раскрснице Кружног пута и Кумодрашке), Кружни пут, Пазинска
43	Браће Јерковић	Бакарска, Буковичка, Вороњешка (од раскрснице Кружног пута и Кумодрашке), Кумодрашка, аутопут за Ниш (од Мишка Јовановића до М. Тодоровића), Кружни пут (до Заплањске) адм.гранцом до Кумодрашке
44	Јајинци	Јајинци
45	Кумодраж	Кумодраж

46	Бели поток - Рипањ	Бели поток и Рипањ
47	Зуце	Зуце
48	Раковица село	Раковица село
49	Пиносава	Пиносава
50	Миљаковац	Борска, Вукасовићева, Српских ударних бригада (до Бањичког пута), Бањички пут, Плитвичка 2.део, адм. гран. са Ресником
51	Пере Велимировића - Кошутњак	Пере Велимировића - Кошутњак
52	Раковица	Кнеза Вишеслава, Суседградска, А. Чемова, игралиште ФК Раковица, Борска, Мишка Крањца, Булевар осл. Раковице (до Кружног пута), адм. гран. са Петловим брдом
53	Видиковац - Петлово брдо	Ибарска магистрала (од Кнеза Вишеслава до Врбиног потока), Кнеза Вишеслава (од Ибарске магистрале до Пилота М. Петровића), адм. граница са ресником
54	Клинички центар, Београђанка	Кнеза Милоша (од аутопута за Ниш до Булевара ЈА, Булевар ЈА, аутопут 8од Кнеза Милоша до Булевара ЈА)
55	Ресник	Ресник
56	Баново брдо	Кировљева, Пожешка, Олимпијских игара (до кнеза Вишеслава), река Сава, Царева ћуприја, Топчидерска, Кнеза Вишеслава
57	Беле воде	Милорада Јовановића, Водоводска (до Рупчина), адм. гран. са Железником, Трговачка, Ибарска магистрала (до Кружног пута)
58	Церак	Трговачка (од Ђорђа Огњановића до Кнеза Вишеслава), адм. гран. са Кошутњаком, Кнеза Вишеслава (од Ибарске до Црнојевића)
59	Железник	Железник
60	Макиш	Макиш
61	Остружница	Остружница
62	Умка, Барич	Умка и Барч
63	Велика Моштаница	Велика Моштаница
64	Сремчица	Сремчица
65	Рушањ	Рушањ
66	Калуђерица	Калуђерица
67	Лештане	Лештане
68	Винча	Винча

69	Болеч - Ритопек - Заклопача	Болеч, Ритопек, Врчин и Заклопача
70	Гроцка - Бегалица	Гроцка и Бегалица
71	Гроцка (Ласта)	Гроцка (Ласта)
72	Барајево	Барајево
73	Лазаревац	Лазаревац
74	Младеновац	Младеновац
75	Обреновац	Обреновац
76	Сопот	Сопот
77	Остало	Остало
78	Чукаричка падина	Административна граница са Великим Макишем, Обреновачки пут, Пожешка (од Радничке до Ђорђа Огњановића), Јулино брдо
79	Сурчин	Сурчин

ПРИЛОГ 2. НАЦРТ АНКЕТНОГ ОБРАСЦА АНКЕТЕ ЕКСПЕРАТА

УПИТНИК ЗА ЕКСПЕРТЕ					
О СТЕПЕНУ УТИЦАЈА ПОЈЕДИНИХ ПАРАМЕТАРА ПРИЛИКОМ ИЗБОРА ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ					

<i>Одредите степен значајности СВАКОГ од наведених параметара појединачно за избор траса за транспорт опасне робе заокруживањем ЈЕДНОГ од понуђених пет степена значајности. (0 – без значаја, 1 – мале значајности, 2 – значајан, 3 – веома значајан, 4 – критичан утицај)</i>						
1.	Густина насељености становништва	0	1	2	3	4
2.	Намена површина	0	1	2	3	4
3.	Број и локација објеката посебне намене (школе, болнице)	0	1	2	3	4
4.	Подаци о саобраћајним незгодама у протеклом периоду	0	1	2	3	4
5.	Локација и брзина реакције служби за реаговање	0	1	2	3	4
6.	Могућност избора алтернативних путева	0	1	2	3	4
7.	Висина препуста надвожњака и мостова	0	1	2	3	4
8.	Климатски утицаји (ветар, киша, снег)	0	1	2	3	4
9.	Врста и количина опасне материје	0	1	2	3	4
10.	Зоне утицаја и ризика сваке врсте и количине опасних материја	0	1	2	3	4
11.	Локације природних богатстава (изворишта, шуме)	0	1	2	3	4
12.	Врста пута (број трака, исл.)	0	1	2	3	4
13.	Управљање кретањем возила	0	1	2	3	4
14.	Геометријске карактеристике пута и дизајн	0	1	2	3	4
15.	Ограничење брзине кретања	0	1	2	3	4
16.	Степен контроле приступа	0	1	2	3	4
17.	Загушења у саобраћају	0	1	2	3	4
18.	Величина саобраћајног тока (број возила у току дана)	0	1	2	3	4
19.	Процент учешћа теретних возила у саобраћајном току	0	1	2	3	4
20.	Степен обезбеђења пружних прелаза на траси (да ли постоје рампе или не исл.)	0	1	2	3	4
21.	Стање коловозног застора	0	1	2	3	4
22.	ограничења у носивости и димензијама возила	0	1	2	3	4
23.	Конфигурација терена	0	1	2	3	4
24.	Врста дренажног система пута	0	1	2	3	4
25.	Остало (уписати):	0	1	2	3	4

ПРИЛОГ 3. СПИСАК ЕКСПЕРАТА КОЈИ СУ УЗЕЛИ УЧЕШЋЕ У АНКЕТИ

1. Проф. др Војкан Јовановић, дипл.инж.саоб.
2. Проф. др Павле Гладовић, дипл.инж.саоб.
3. Проф. др Снежана Филиповић, дипл.инж.саоб.
4. Проф. др Смиљан Вукановић, дипл.инж.саоб.
5. Мр Александар Манојловић, дипл.инж.саоб.
6. Мр Оливера Медар, дипл.инж.саоб.
7. Мр Љубомир Петровић, дипл.инж.саоб., Тригон инжењеринг
8. Проф. др Милорад Видовић, дипл.инж.саоб.
9. Бранко Миловановић, дипл.инж. саоб.
10. Проф. др Слободан Зечевић, дипл.инж.саоб.
11. Зденко Бореновић, саоб., Нафтна индустрија Србије
12. Божидар Зарковић, дипл.инж.саоб., Клачка Београд

ПРИЛОГ 4. СПИСАК БЕНЗИНСКИХ СТАНИЦА

Редни број	Шифра БС	Назив бензинске станице
1	046	интерна ГСП Нови Београд
2	160	Рафинерија Београд
3	245	интерна ГСП Космај
4	246	33 Пецка
5	247	Ластра Лазаревац
6	252	интерна 21. мај
7	267	интерна на инсталацији
8	289	Бункер станица
9	325	ЖТП Београд
10	340	Ласта
11	401	интерна дизел депо Београд
12	421	Горњи Милановац
13	434	Чачак 3
14	440	интерна ГСП Карабурма
15	506	Чукарица
16	507	интерна Космај
17	508	Нови Београд
18	509	Змај 2
19	510	Ваљево 1
20	511	Чарли Чаплин
21	512	Мије Ковачевића
22	513	Падинска скела
23	514	Ташмајдан
24	516	Шопићи 2
25	519	Ваљево 2
26	520	Катићева
27	521	Дедиње ЈНА
28	522	Топчидер
29	523	Трг Ослобођења
30	525	Француска 1
31	526	Господар Јевремова
32	527	Топличин венац
33	528	Авалски пут
34	529	Фрањо Крц
35	530	Сењски трг
36	531	Саобраћајна школа
37	533	Аеродром
38	534	27. марта
39	535	Велики Мокри луг 1
40	536	Велики Мокри луг 2
41	537	Звездара
42	540	Чачак 1
43	545	Горњи Милановац

44	548	интерна 21.мај
45	551	Краљево 1
46	556	Ново Миријево
47	575	Београд север
48	577	Шабац 1
49	581	Ушће
50	601	Железник
51	602	Национал
52	603	Мачванска
53	604	Жарко Зрењанин
54	605	Грчића Миленка
55	606	Славујев Венац
56	607	Живка Давидовића
57	608	Северни булевар
58	609	Интерна на инсталацији
59	611	Студентски трг
60	612	Табановачка
61	613	XI гимназија
62	614	Васе Пелагића
63	615	Травничка
64	617	Цвијићева
65	618	Стевана Луковића
66	620	Гарсије Лорке
67	621	Патриса Лумумбе
68	622	Војводе Мицка
69	624	интерна ГСП Карабурма
70	625	Борча
71	626	Ђуре Ђаковића
72	627	Душанова
73	628	Угриновачка
74	630	Благоја Паровића
75	631	Варешка
76	636	Димитрија Туцовића
77	638	Јован Мариновић
78	639	Сурчин село
79	641	Батајница
80	642	Добановци
81	644	интерна ГСП Земун
82	645	интерна БС ауто
83	646	Браће Јерковића
84	647	Бежанија ИМТ
85	648	Џона Кенедија
86	650	Поп Лукина
87	652	Смедеревски пут
88	653	Јапански цвет
89	657	Жарково 1

90	658	Жарково 2
91	659	1000 ружа
92	660	Липовица 1
93	661	Липовица 2
94	667	Лозница
95	671	Лазаревац - град
96	672	Шопићи 1
97	673	Шабац 2
98	674	Богатић
99	681	Обреновац - град
100	682	Обреновац ТЕ
101	683	Нови Пазар
102	684	Булевар Црвене армије 1
103	685	Булевар Црвене армије 2
104	686	Панчевачки пут
105	687	Паркинг Шумице
106	690	Ваљево 4
107	691	Инграп омни
108	692	Блок 43
109	699	Умка
110	704	Барајево
111	705	Чачак 2
112	708	Лазаревац - град
113	733	Градска болница
114	736	АК Шумадија
115	737	Петлово брдо
116	749	Рипањ
117	750	Гроцка 2
118	751	Теразије-град
119	762	Краљево 2
120	764	Ресник
121	768	Кумодраж
122	777	Пожега
123	790	Змај 1
124	791	Земун поље
125	806	Коцељева
126	810	Мали Пожаревац
127	816	Миријевски булевар
128	827	Крупањ
129	830	БИП
130	831	Сремчица
131	834	Љиг 1
132	837	интерна Аутокоманда
133	841	Љиг 2
134	842	Мионица
135	846	Дебри

136	853	Вреоци
137	854	Слатина
138	855	Зеоке
139	856	Котеж
140	871	Уб
141	872	Мачвански Прњавор
142	882	Лајковац
143	884	Осечина
144	887	Сава мост
145	888	Шопићи 1
146	889	Белановица
147	890	Степојевац
148	891	БИА
149	892	МУП Р. Србије
150	893	Србијашуме
151	894	Ауто коп ДОО
152	899	Ваљевска Каменица
153	900	Колубара РБ
154	901	Телеком Србије
155	902	АК Прогрес
156	903	ГП Хидротехника
157	904	Градска чистоћа

**ПРИЛОГ 5. РАСПОДЕЛА ТРАНСПОРТОВАНЕ НАФТЕ И
НАФТНИХ ДЕРИВАТА У ТОКУ
РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГ ПЕРИОДА (15.10. - 21.10.)**

Инсталација Београд - Чукарица

Дан	Врста деривата					Укупно	Неравн.
	МВ 95	ВМВ 95	Евро dizel	Dizel	ЕКО 3		
Понедељак	176.000	209.000	64.000	328.000	-	777.000	1,1126
Уторак	177.000	234.000	8.000	256.000	-	675.000	0,9665
Среда	184.000	145.000	0	464.000	-	793.000	1,1355
Четвртак	201.000	197.000	0	556.000	-	954.000	1,3660
Петак	88.000	208.000	0	272.000	-	568.000	0,8133
Субота	112.000	135.200	0	176.000	-	423.200	0,6060
Недеља	-	-	-	-	-	0	-
Седмица	938.000	1.128.200	72.000	2.052.000	-	4.190.200	-
%	22,39	26,92	1,72	48,97	-	100,00	-

Инсталација Смедерево

Дан	Врста деривата					Укупно	Неравн.
	МВ 95	ВМВ 95	Евро dizel	Dizel	ЕКО 3		
Понедељак	33.075	99.432	-	120.121	-	252.628	0,9461
Уторак	66.179	132.449	-	120.058	-	318.686	1,1935
Среда	33.223	99.550	-	30.063	-	162.836	0,6098
Четвртак	66.019	132.494	-	30.025	-	228.538	0,8559
Петак	65.879	165.316	-	120.040	-	351.235	1,3154
Субота	65.978	132.329	-	89.832	-	288.139	1,0791
Недеља	-	-	-	-	-	0	-
Седмица	330.353	761.570	-	510.139	-	1.602.062	-
%	20,62	47,54	-	31,84	-	100,00	-

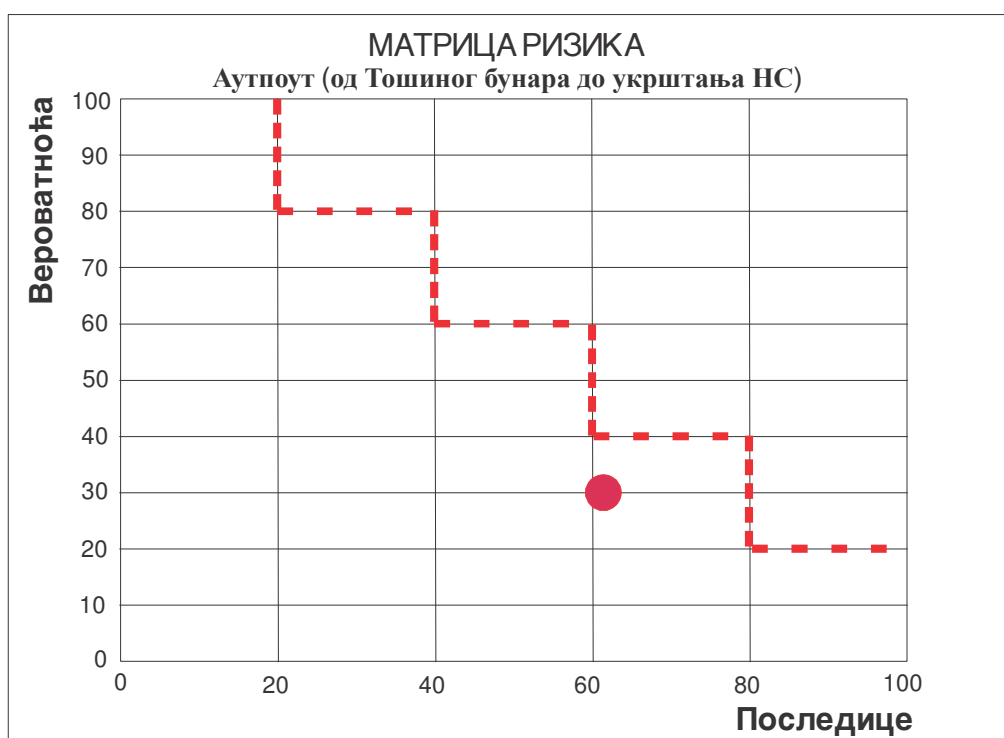
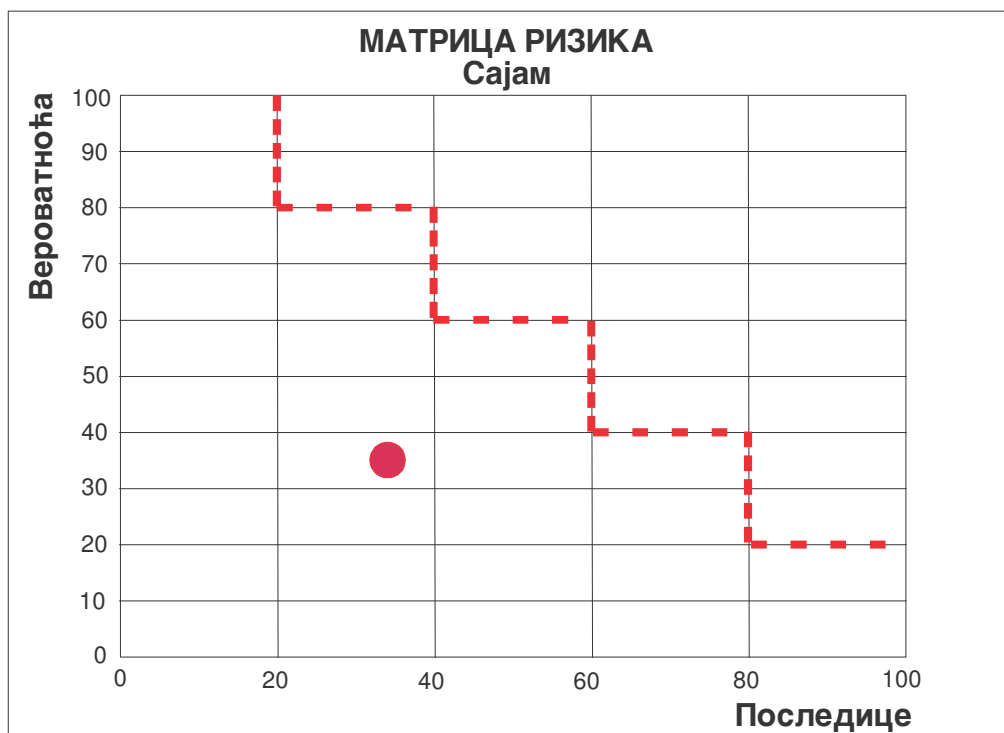
Рафинерија Нови Сад

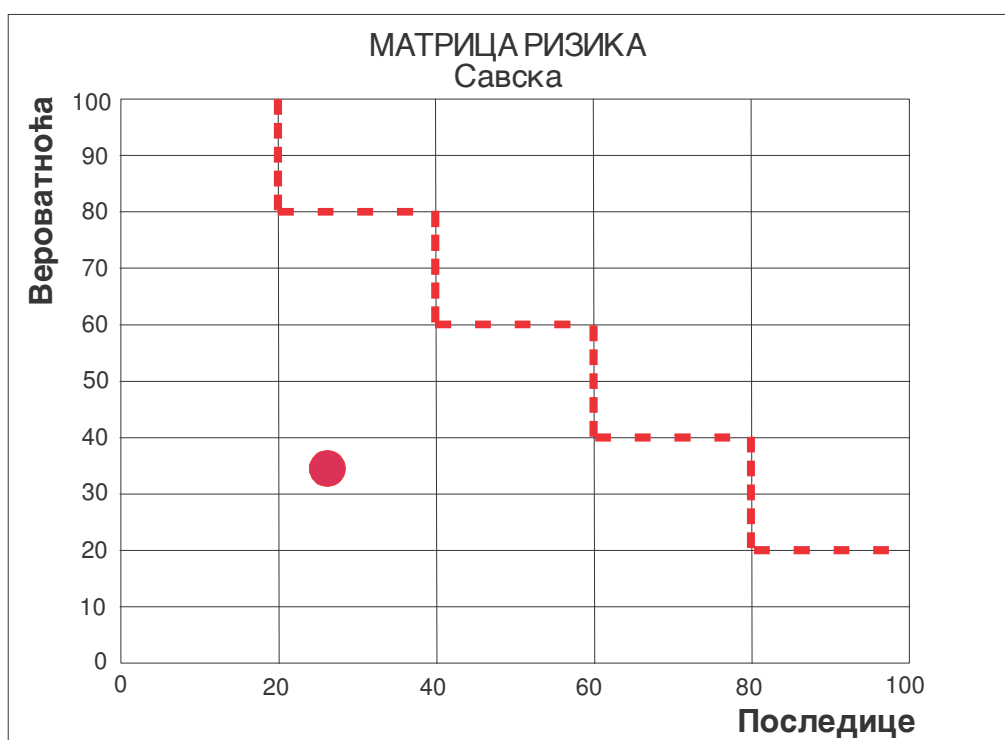
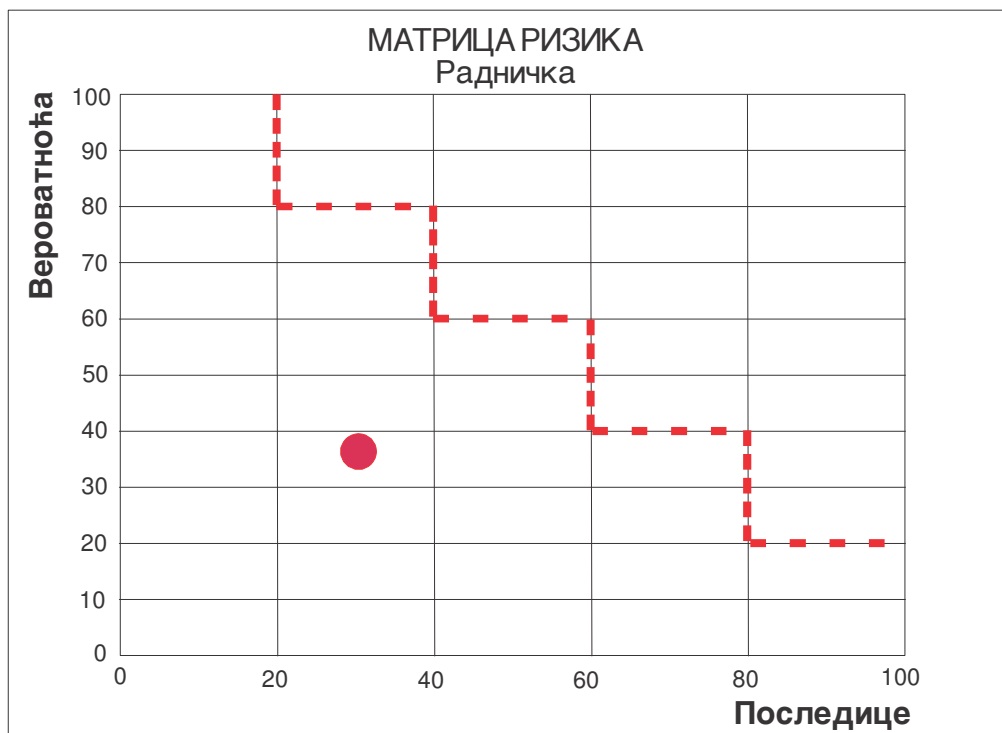
Дан	Врста деривата					Укупно	Неравн.
	МВ 95	ВМВ 95	Евро дизел	Дизел	ЕКО 3		
Понедељак	-	-	-	-	-	0	-
Уторак	-	65.923	-	-	-	65.923	0,6004
Среда	33.076	99.089	-	-	-	132.165	1,2036
Четвртак	-	-	-	59.887	-	59.887	0,5454
Петак	33.035	198.012	-	29.749	-	260.796	2,3751
Субота	-	-	-	-	-	0	-
Недеља	-	-	-	30.255	-	30.255	0,2755
Седмица	66.111	363.024	-	119.891	-	549.026	-
%	12,04	66,12	-	21,84	-	100,00	-

Инсталација Ада Хуја

Дан	Врста деривата					Укупно	Неравн.
	МВ 95	ВМВ 95	Евро дизел	Дизел	ЕКО 3		
Понедељак	-	-	300.367	-	-	300.367	1,7514
Уторак	-	-	120.255	-	-	120.255	0,7012
Среда	-	-	180.062	-	-	180.062	1,0499
Четвртак	-	-	180.029	-	-	180.029	1,0497
Петак	-	-	119.900	-	-	119.900	0,6991
Субота	-	-	89.937	-	-	89.937	0,5244
Недеља	-	-	209.951	-	-	209.951	1,2242
Седмица	-	-	1.200.501	-	-	1.200.501	-

ПРИЛОГ 6. МАТРИЦЕ РИЗИКА





БИОГРАФИЈА АУТОРА

Бранко М. Миловановић, асистент на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду, рођен је 07. маја 1979. године у Лозници, од оца Марка и мајке Верице.

Основну школу „Јован Цвијић“ и гимназију „Вук Стефановић Караџић“ завршио је у Лозници. Дипломирао је 2004. године на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду, Одсеку за друмски и градски саобраћај и транспорт са темом „Саобраћајно – економска оправданост изградње аутопута од Београда до Новог Сада“ и оценом 10 на дипломском раду.

Последипломске студије на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду, смер Друмски и градски транспорт, уписао је 2004. године и положио све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10.00. Марта 2009. године уписао је Докторске студије на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду.

У периоду од октобра 2003. године до марта 2005. године ангажован је као студент таленат сарадник на Катедри за Јавни Градски Транспорт.

У периоду од 2005. до 2009. године ради на Катедри за друмски и градски транспорт на радном месту асистент-приправник.

Од јануара 2010. године изабран је у звање асистента на Катедри за друмски и градски транспорт за ужу научну област друмски и градски транспорт робе. Ангажован је на држању вежби из предмета „Транспортне особине робе“, „Роба у транспорту“, „Контрола и превентива у превозу опасне робе“ и „Транспорт, саобраћај и окружење“.

Објавио је 4 рада у међународним научним часописима са SCI листе и аутор је 2 рада објављених у часописима од националног значаја из области транспорта опасне робе и јавног градског путничког превоза и 18 радова рецензираних и објављених на скуповима међународног и националног значаја из области транспорта опасне робе, заштите животне средине и јавног градског путничког превоза.

Учествовао је као коаутор и координатор у 33 научно – истраживачких пројеката и студија из области јавног градског путничког превоза.

Прилог 1.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Потписани Бранко М. Миловановић
број уписа D - II - 11/08

Изјављујем

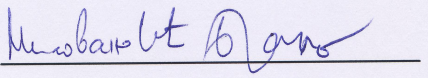
да је докторска дисертација под насловом

„ПРИЛОГ РАЗВОЈУ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ИЗБОР ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ
ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ СА АСПЕКТА
УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ“

- 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, 11.6.2012. године



Прилог 2.

ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА

Име и презиме аутора Бранко М. Миловановић

Број уписа D - II - 11/08

Студијски програм Саобраћај

Наслов рада „ПРИЛОГ РАЗВОЈУ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ИЗБОР ТРАСА ЗА
КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ СА АСПЕКТА
УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ“

Ментор Проф. др Војкан Д. Јовановић

Потписани

Војкан Д. Јовановић

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, 11.6.2012. године

Миловановић Бранко

Прилог 3.

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„ПРИЛОГ РАЗВОЈУ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ИЗБОР ТРАСА ЗА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА КОЈА ТРАНСПОРТУЈУ ОПАСНУ РОБУ СА АСПЕКТА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ“

која је моје ауторско дело.

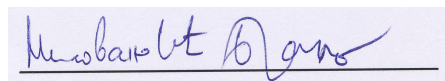
Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

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, 11.6.2012. године



1. Ауторство - Дозвољавате 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. Дозвољавате 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. Дозвољавате 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. Дозвољавате 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. Дозвољавате 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. Дозвољавате 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.