



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У  
НОВОМ САДУ

---



Милан Станковић

**ДЕФИНИСАЊЕ И ОЦЕНА КРИТЕРИЈУМА УТИЦАЈА  
САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ НА РАЗВОЈ  
ПРИГРАДСКИХ НАСЕЉА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Нови Сад, 2019.



**КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА**

Редни број, <b>РБР:</b>	
Идентификациони број, <b>ИБР:</b>	
Тип документације, <b>ТД:</b>	Монографска публикација
Тип записа, <b>ТЗ:</b>	Текстуални штампани материјал
Врста рада, <b>ВР:</b>	Докторска дисертација
Аутор, <b>АУ:</b>	Милан Станковић
Ментор, <b>МН:</b>	др Гордан Стојић
Наслов рада, <b>НР:</b>	Дефинисање и оцена критеријума утицаја саобраћајне приступачности на развој приградских насеља
Језик публикације, <b>ЈП:</b>	Српски
Језик извода, <b>ЈИ:</b>	Српски
Земља публиковања, <b>ЗП:</b>	Република Србија
Уже географско подручје, <b>УГП:</b>	АП Војводина
Година, <b>ГО:</b>	2018.
Издавач, <b>ИЗ:</b>	Ауторски репринт
Место и адреса, <b>МА:</b>	Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад
Физички опис рада, <b>ФО:</b> (поглавља/страница/цитата/табела/слика/графика/прилога)	10/161/223/24/78/-/2
Научна област, <b>НО:</b>	Саобраћајно инжењерство
Научна дисциплина, <b>НД:</b>	Организације и технологије транспорта
Предметна одредница/Кључне речи, <b>ПО:</b>	Саобраћајна приступачност, одрживост приградских насеља, вишекритеријумско одлучивање
<b>УДК</b>	
Чува се, <b>ЧУ:</b>	Библиотека Факултета техничких наука у Новом Саду
Важна напомена, <b>ВН:</b>	
Извод, <b>ИЗ:</b>	Основни циљ рада јесте дефинисање и квантификација критеријума који имају највећи утицај на саобраћајну приступачност приградских насеља. Овај модел односи се на саобраћајну приступачност приградских насеља у којима функционише систем јавног градског превоза и представља квалитативни приступ истраживању. Истраживање је показало да мрежа линија јавног градског превоза (ЈГП), мрежа приступних путева у насељу, време путовања и ред вожње, имају највећи значај у описивању и генерисању новог модела. Као резултат истраживања у овом раду, очекује се да ће примена модела омогућити развој и одрживост приградских насеља, социјалну равноправност и укључивање становника (посебно млађе популације) у друштвене активности, а све у циљу квалитетнијег живота људи.
Датум прихватања теме, <b>ДП:</b>	
Датум одбране, <b>ДО:</b>	
Чланови комисије, <b>КО:</b>	Председник: Др Павле Гладовић, редовни професор
	Члан: Др Милан Симеуновић, ванредни професор
	Члан: Др Валентина Басарић, ванредни професор
	Члан: Др Милица Миличић, ванредни професор
	Члан: Др Небојша Бојовић, редовни професор
	Члан, ментор: Др Гордан Стојић, ванредни професор
	Потпис ментора



## KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, <b>ANO</b> :	
Identification number, <b>INO</b> :	
Document type, <b>DT</b> :	Monographic publication
Type of record, <b>TR</b> :	Printed textual material
Contents code, <b>CC</b> :	PhD Thesis
Author, <b>AU</b> :	Milan Stanković
Mentor, <b>MN</b> :	PhD Gordan Stojić
Title, <b>TI</b> :	Defining and Assessment of Criteria for Traffic Accessibility Impact on Development of Suburb Areas
Language of text, <b>LT</b> :	Serbian
Language of abstract, <b>LA</b> :	English
Country of publication, <b>CP</b> :	Republic of Serbia
Locality of publication, <b>LP</b> :	AP Vojvodina
Publication year, <b>PY</b> :	2018.
Publisher, <b>PB</b> :	Authors reprint
Publication place, <b>PP</b> :	Faculty of Tehnical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad
Physical description, <b>PD</b> : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	10/161/223/24/78/-/2
Scientific field, <b>SF</b> :	Traffic engineering
Scientific discipline, <b>SD</b> :	Organizations and technologies of transport
Subject/Key words, <b>S/KW</b> :	Traffic Accessibility, sustainability of suburbs, multi-criteria decision
<b>UC</b>	
Holding data, <b>HD</b> :	Library of the Faculty of Technical Sciences Novi Sad
Note, <b>N</b> :	
Abstract, <b>AB</b> :	<p>The main aims of the paper are to define and quantify the criteria which have the greatest influence on traffic accessibility of suburban areas. This model refers to traffic accessibility of suburban areas, where the system of urban public transport is operational and represents a qualitative approach to research. The research has shown that the factors such as a network of public transport (PT) lines, the network of accessible roads in a settlement, travel time and the timetable have the greatest importance in description and generation of a new model. Based on the results of research presented in this paper, it is expected that the application of this model will enable development and sustainability of suburban areas, as well as greater social equality and involvement of dwellers (especially young generation) in social activities, in view of achieving better quality of life among people.</p>
Accepted by the Scientific Board on, <b>ASB</b> :	
Defended on, <b>DE</b> :	
Defended Board, <b>DB</b> :	
President:	PhD Pavle Gladović, Full professor
Member:	PhD Milan Simeunović, Associate Professor
Member:	PhD Valentina Basarić, Associate Professor
Member:	PhD Milica Miličić, Associate Professor
Member:	PhD Nebojša Bojović, Full professor
Member, Mentor:	PhD Gordan Stojić, Associate Professor
	Mentor's sign

# САДРЖАЈ

<b>СПИСАК СЛИКА</b> .....	<b>I</b>
<b>СПИСАК ТАБЕЛА</b> .....	<b>IV</b>
<b>СПИСАК СКРАЋЕНИЦА</b> .....	<b>V</b>
<b>1. УВОД</b> .....	<b>1</b>
1.1. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА.....	3
1.2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА .....	4
1.3. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	5
1.4. ПРЕГЛЕД СТРУКТУРЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ .....	6
1.5. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ .....	7
<b>2. ПРИГРАДСКА НАСЕЉА - ДЕФИНИЦИЈА И КАРАКТЕРИСТИКЕ</b> .....	<b>12</b>
2.1. ДЕФИНИСАЊЕ РУРАЛНИХ НАСЕЉА У ЕВРОПСКИМ ЗЕМЉАМА .....	14
2.2. ДЕФИНИСАЊЕ РУРАЛНИХ НАСЕЉА У ОСТАЛИМ ЗЕМЉАМА .....	15
2.3. ДЕФИНИСАЊЕ РУРАЛНИХ НАСЕЉА У СРБИЈИ .....	17
2.4. КЛАСИФИКАЦИЈА РУРАЛНИХ НАСЕЉА .....	17
2.5. УРБАНИЗАЦИЈА ПРИГРАДСКИХ НАСЕЉА.....	20
2.6. СТАНОВНИЦИ ПРИГРАДСКИХ НАСЕЉА.....	27
2.7. МОБИЛНОСТ СТАНОВНИКА У ПРИГРАДСКИМ НАСЕЉИМА.....	29
<b>3. САОБРАЋАЈНА ПРИСТУПАЧНОСТ</b> .....	<b>32</b>
3.1. ДЕФИНИСАЊЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ.....	33
3.2. ПРИСТУПАЧНОСТ У ФУНКЦИЈИ КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА .....	37
3.3. ИНДИКАТОРИ МЕРЕЊА ПРИСТУПАЧНОСТИ .....	38
3.3.1. Приступачност мерена према времену путовања .....	38
3.3.2. Приступачност мерена према просторној компоненти .....	39
3.3.3. Приступачност мерена кроз цену превоза .....	41
3.4. РЕВИЗИЈА И ПЛАНИРАЊЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ .....	41
<b>4. УТИЦАЈ ЈАВНОГ ГРАДСКОГ ПРЕВОЗА НА ОКРУЖЕЊЕ</b> .....	<b>45</b>
4.1. ЕКОНОМСКИ УТИЦАЈ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА У ПРИГРАДСКИМ НАСЕЉИМА .....	45
4.2. УЛОГА ЈАВНОГ ПРЕВОЗА У ПРУЖАЊУ ПОДРШКЕ У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА ....	46
4.3. ВРЕДНОВАЊЕ УТИЦАЈА СИСТЕМА ЈАВНОГ ГРАДСКОГ ПРЕВОЗА НА ОКРУЖЕЊЕ ...	47
4.4. РЕЛАЦИЈА ИЗМЕЂУ КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА И ЈАВНОГ ПРЕВОЗА.....	49
4.5. КОНКУРЕНТНОСТ ЛОКАЦИЈЕ .....	50
4.6. РЕЛАЦИЈА ИЗМЕЂУ ТРОШКОВА СТАНОВАЊА И МОБИЛНОСТИ.....	52
4.6.1. Последице повећања трошкова за становање и домаћинства .....	54
4.7. СИСТЕМ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА У ФУНКЦИЈИ ПОВЕЋАЊА ВРЕДНОСТИ ИМОВИНЕ .....	56
4.8. СИСТЕМ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА У ФУНКЦИЈИ КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА .....	58

4.9. КОМЕРЦИЈАЛНО ИНВЕСТИРАЊЕ У ПРИГРАДСКИМ НАСЕЉИМА .....	60
4.9.1 Кретање становништва.....	60
4.9.2. Коришћење јавног превоза.....	62
<b>5. ПРИКАЗ МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА.....</b>	<b>64</b>
5.1. FUZZY ЛОГИКА .....	66
5.1.1. Fuzzy скупови, fuzzy бројеви и операције .....	66
5.1.2. Fuzzy АНР метода .....	68
5.2. ТЕОРИЈСКА ОСНОВА ГРУБИХ БРОЈЕВА .....	70
5.2.1. Операције са грубим бројевима.....	71
5.2.2. Груби АНР .....	72
5.2.3. Груби TOPSIS .....	73
5.2.4. Груби DEMATEL .....	75
5.3. DEMATEL метода .....	80
<b>6. ДЕФИНИСАЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ КРИТЕРИЈУМА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ..</b>	<b>83</b>
6.1. ДЕФИНИСАЊЕ СКУПА КРИТЕРИЈУМА ЗА ОЦЕНУ САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ .....	85
6.1.1. Транспортна група критеријума .....	86
6.1.2. Просторна група критеријума.....	90
6.1.3. Квалитет услуге .....	92
6.1.4. Квалитет система .....	95
6.2. ВРЕДНОВАЊЕ КРИТЕРИЈУМА УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ ПРИМЕНОМ FUZZY АНР МЕТОДЕ .....	98
6.3. ВРЕДНОВАЊЕ КРИТЕРИЈУМА УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ ПРИМЕНОМ ГРУБЕ АНР МЕТОДЕ.....	103
6.3.1. Примена Грубе АНР методе за Транспортну групу критеријума .....	103
6.3.2. Примена Грубе АНР методе за Просторну групу критеријума.....	105
6.3.3. Примена Грубе АНР методе за групу критеријума Квалитета услуге .....	106
6.3.4. Примена Грубе АНР методе за групу критеријума Квалитет система .....	107
6.4. УПОРЕДНА АНАЛИЗА ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА .....	109
<b>7. КВАНТИФИКОВАЊЕ КРИТЕРИЈУМА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ.....</b>	<b>113</b>
7.1. СТРУКТУРА FUZZY СИСТЕМА.....	113
7.2. FUZZY МОДЕЛ ЗА ОЦЕНУ УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ У ПРИГРАДСКИМ НАСЕЉИМА .....	116
<b>8. ОЦЕНА УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ У ПРИГРАДСКИМ НАСЕЉИМА</b>	<b>125</b>
8.1. РЕЗУЛТАТИ ТЕСТИРАЊА FUZZY МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ .....	125
8.1.1. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 1....	126
8.1.2. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 2....	128
8.1.3. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 3....	129
8.1.4. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 4....	130

8.1.5. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 5.....	131
8.1.6. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 6.....	132
8.2. ГРАФИЧКА ИНТЕРПРЕТАЦИЈА ОЦЕНЕ УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ .....	133
8.3. АНАЛИЗА ОСЕТЉИВОСТИ ВРЕДНОСТИ КРИТЕРИЈУМА .....	134
<b>9. ЗАКЉУЧАК.....</b>	<b>138</b>
9.1. НАУЧНИ ДОПРИНОС ДИСЕРТАЦИЈЕ .....	142
9.2. ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА .....	143
<b>10. ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>144</b>
<b>ПРИЛОГ А.....</b>	<b>158</b>
<b>ПРИЛОГ Б.....</b>	<b>161</b>

## СПИСАК СЛИКА

Слика 2.1. Процент популације становника у приградским насељима на глобалном нивоу ....	13
Слика 2.2. Дистрибуција 25 региона NUTS 3 (округа/области) у Републици Србији, према OECD методологији .....	19
Слика 2.3. Урбано и рурално становништво у свету, 1950-2050 .....	20
Слика 2.4. Урбано и рурално становништво у 36 држава чланица UNECE, 1990. - 2020 .....	22
Слика 2.5. Промене у употреби јавних превозних средстава између 2009. и 2011. године у 26 главних градова UNECE .....	24
Слика 2.6. Профил Београда као једног од главних градова са пописа UNECE .....	25
Слика 2.7. Однос урбаног и руралног становништва у Србији .....	26
Слика 2.8. Однос урбаног становништва у Србији у односу на регион и континент .....	26
Слика 2.9. Однос становника који живе у граду и других земаља у региону.....	26
Слика 2.10. Број становника у Србији који живе на градском и приградском подручју .....	26
Слика 2.11. Градско становништво сврстано по величини класа.....	27
Слика 2.12. Стопа раста становника у градовима у Србији .....	27
Слика 2.13. Сврха путовања становника у малим урбаним и руралним срединама .....	30
Слика 3.1. Саобраћај, мобилност и приступачност.....	33
Слика 3.2. Приступачност са локације А на једном крају и дестинација на другом крају .....	37
Слика 3.3. Главне фазе процеса планирања приступачности.....	43
Слика 4.1. Улагање у јавни превоз ствара нова радна места.....	46
Слика 4.2. Општи алгоритам методологије вредновања утицаја пројеката ЈГП-а на окружење.....	48
Слика 4.3. Поступак алоцирања нето прираштаја изградње одговарајуће намене на глобалном нивоу .....	51
Слика 4.4. Последице високих трошкова становања - стамбена изградња је атрактивна на удаљеним локацијама .....	52
Слика 4.5. Последице ниских трошкова становања на периферији – повећани трошкови мобилности према центрима запошљавања и снабдевања .....	53
Слика 4.6. Усмеравање смештаја нових станова на паметне локације са ефикасним јавним превозом и одговарајућим капацитетима снабдевања.....	54
Слика 4.7. Узорци насељености који не омогућавају избор.....	55
Слика 4.8. Повећање површина зона насеља по становнику .....	55
Слика 4.9. Трошкови неефикасног система насеља.....	56
Слика 4.10. Јавни превоз повећава вредност имовине.....	57
Слика 4.11. Увећана вредност имовине која се налази на 1500 m од станице.....	57
Слика 4.12. Просечна величина америчког домаћинства у опадању .....	60
Слика 4.13. Скорашњи раст становништва концентрисан у централним деловима града.....	61
Слика 4.14. Стопа старости главе породице у домаћинству .....	61
Слика 4.15. Однос броја превезених путника према различитим начинима превоза .....	62
Слика 5.1. Троугаони fuzzy број .....	67

Слика 5.2. Трапезоидни fuzzy број.....	67
Слика 5.3. Гаусов fuzzy број.....	68
Слика 5.4. Звонасти fuzzy број.....	68
Слика 5.5. Пресечна тачка између $M_1$ и $M_2$ .....	69
Слика 5.6. Алгоритам ДЕМАТЕЛ методе.....	80
Слика 6.1. Мрежа алтернативних путева једног приградског насеља.....	91
Слика 6.2. Релативне тежине подкритеријума за све групе критеријума.....	102
Слика 6.3. Вредности подкритеријума у оквиру Транспортне групе критеријума у грубим бројевима.....	104
Слика 6.4. Вредности подкритеријума у оквиру Просторне групе критеријума у грубим бројевима.....	106
Слика 6.5. Вредности подкритеријума у оквиру групе критеријума Квалитета услуге у грубим бројевима.....	107
Слика 6.6. Вредности подкритеријума у оквиру групе критеријума Квалитета система у грубим бројевима.....	108
Слика 6.7. Грубе тежине подкритеријума применом Грубе АНР методе.....	109
Слика 6.8. Вредности подкритеријума за Транспортну групу критеријума добијених применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе.....	109
Слика 6.9. Вредности подкритеријума за Просторну групу критеријума добијених применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе.....	110
Слика 6.10. Вредности подкритеријума за Групу критеријума Квалитет услуге добијених применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе.....	110
Слика 6.11. Вредности подкритеријума за Групу критеријума Квалитет система добијених применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе.....	111
Слика 6.12. Рангирање подкритеријума применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе.....	112
Слика 7.1. Структура fuzzy система.....	114
Слика 7.2. Пресек скупа (функција <i>min</i> ).....	115
Слика 7.3. Унија скупа (функција <i>max</i> ).....	115
Слика 7.4. Пример негације ( $1-\mu$ ).....	115
Слика 7.5. Изглед структуре модела за оцену утицаја саобраћајне приступачности.....	116
Слика 7.6. Функција припадности fuzzy скупа А.....	117
Слика 7.7. Функција припадности fuzzy скупа В.....	118
Слика 7.8. Функција припадности fuzzy скупа С.....	118
Слика 7.9. Функција припадности fuzzy скупа D.....	119
Слика 7.10. Функција припадности fuzzy скупа Е.....	120
Слика 7.11. Функција припадности fuzzy скупа F.....	121
Слика 8.1. Шема линија приградског саобраћаја у Нишу по Коридорима.....	126
Слика 8.2. Графички приказ оцене утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 1 у зависности од времена пешачења.....	127



Слика 8.3. Графички приказ оцене утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 2 у зависности од времена пешачења .....	128
Слика 8.4. Графички приказ оцене утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 3 у зависности од времена пешачења .....	129
Слика 8.5. Графички приказ оцене утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 4 у зависности од времена пешачења .....	130
Слика 8.6. Графички приказ оцене утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 5 у зависности од времена пешачења .....	131
Слика 8.7. Графички приказ оцене утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 6 у зависности од времена пешачења .....	132
Слика 8.8. Изглед излазне fuzzy променљиве у функцији од улазних променљивих .....	133
Слика 8.9. Изглед излазне fuzzy променљиве у функцији од улазних променљивих .....	133
Слика 8.10. Изглед излазне fuzzy променљиве у функцији од улазних променљивих .....	134
Слика 8.11. Изглед излазне fuzzy променљиве у функцији од улазних променљивих .....	134
Слика 8.12. Резултати анализе осетљивости за Транспортну групу критеријума .....	135
Слика 8.13. Резултати анализе осетљивости за Просторну групу критеријума.....	136
Слика 8.14. Резултати анализе осетљивости за Групу критеријума Квалитет услуге .....	136
Слика 8.15. Резултати анализе осетљивости за Групу критеријума Квалитет система .....	137
Слика П.А1. Резултати прорачуна значаја критеријума за Просторну групу критеријума .....	158
Слика П.А2. Резултати прорачуна значаја критеријума за Групу критеријума Квалитет услуге .....	159
Слика П.А3. Резултати прорачуна значаја критеријума за Групу критеријума Квалитет система .....	160

## СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 2.1. Основни статистички подаци о руралним подручјима у свету .....	13
Табела 2.2. Степен руралности и класификација региона у Републици Србији према OECD методологији 2011. године.....	19
Табела 3.1. Транспортни проблеми угрожених друштвених група.....	36
Табела 3.2. Квантификоване последице лоше приступачности.....	37
Табела 3.3. Индикатори приступачности .....	44
Табела 4.1. Просечне дужине путовања у зависности од начина кретања .....	59
Табела 6.1. Сажетак фактора који утичу на приступачност .....	85
Табела 6.2. Критеријуми утицаја саобраћајне приступачности на развој приградских насеља ..	86
Табела 6.3. Граничне вредности удаљености од града у дефиницијама урбаних/ руралних подручја .....	89
Табела 6.4. Лингвистичка скала значаја .....	99
Табела 6.5. Матрица компарације за Транспортну групу критеријума .....	99
Табела 6.6. Fuzzy компарациона матрица за Транспортну групу критеријума .....	100
Табела 6.7. Просечне и нормализоване тежине критеријума за транспортну групу критеријума .....	101
Табела 6.8. Релативни ранг значајности појединих критеријума на основу поређења у оквиру група критеријума .....	102
Табела 6.9. Тежинске вредности свих подкритеријума применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе.....	111
Табела 8.1. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 1 .....	127
Табела 8.2. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 2 .....	128
Табела 8.3. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 3 .....	129
Табела 8.4. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 4 .....	130
Табела 8.5. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 5 .....	131
Табела 8.6. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 6 .....	132
Табела П.А1. Матрица компарације за Просторну групу критеријума .....	158
Табела П.А2. Матрица компарације за Групу критеријума Квалитет услуге .....	159
Табела П.А3. Матрица компарације за Групу критеријума Квалитет система .....	160

## СПИСАК СКРАЋЕНИЦА

ЈГПП	- Јавни градски превоз путника
ФАНР	- Fuzzy Аналитичко Хијерархијски Процес
Fuzzy	- eng. fuzzy – нејасно, неодређено
LRT	- eng. Light Rail Transit - Лаки шински системи
BRT	- eng. Bus Rapid Transit - Брзи аутобуски подсистем
MORECO	- eng. Mobility and Residential Costs - Мобилност и трошкови становања
САД	- Сједињене Америчке Државе
USDA	- eng. United States Department of Agriculture - Министарство пољопривреде Сједињених Држава
OECD	- eng. Organisation for Economic Co-operation and Development - Организација за економску сарадњу и развој
LAU	- eng. Local Administrative Unit - Локална административна јединица
ARIA	- eng. Accessibility/Remoteness Index of Australia - аустралијски индекс приступачности/удаљености
NUTS	- eng. No-menclature of Units for Territorial Statistics - Номенклатура статистичких територијалних јединица
КиМ	- Косово и Метохија
БДП	- Бруто Домаћи Производ
UNECE	- United Nations Economic Commission for Europe - Европска комисија Уједињених Нација за Економију
NR	- нема резултата
EU	- Европска унија
ESPON	- eng. European Spatial Planning Observation Network - Европска мрежа за посматрање просторног планирања
TTI	- eng. Texas Transportation Institute - Транспортни Институт Тексас
DART	- Dallas Area Rapid Transit
APTA	- eng. American Public Transportation Association - Америчко удружење за јавни превоз
ELECTRE	- eng. Elimination EtChoice Translating Reality
PROMETHEE	- Preference Ranning Organization METHod for Enrichment Evolution
TOPSIS	- eng. Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution
АНР	- Аналитички Хијерархијски Процес
ВКО	- Вишекритеријумско одлучивање
ПИР	- Позитивни идеално решење
НИР	- Негативно идеално решење
DEMATEL	- eng. Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory
CERD	- Cause-and-effect relationship diagram - дијаграма узрочно-последичних односа
ЕЕА	- eng. European Environment Agency - Европска агенција за животну средину
ЈГП	- Јавни градски превоз
DRT	- eng. Demand-responsive transport - Превозне услуге на захтев
СОГ	- eng. Center Of Gravity - Центар гравитације
СП	- Саобраћајна приступачност

## 1. УВОД

Урбани транспортни системи широм света суочавају се са мноштвом изазова. У већини градова, са економске тачке гледишта, такви изазови имају тенденцију да поприме највећу пажњу. Решење које је пронађено јесте да се изгради још саобраћајне инфраструктуре намењене за аутомобиле, а да ограничени број градова побољша систем јавног превоза на одржив начин.

Међутим, транспортни сектор је такође одговоран за низ других изазова који се необавезно решавају изградњом нове инфраструктуре. Такође, велики део емисије гасова доводи до климатских промена. Штетни ефекти буке и загађења ваздуха изазвани моторним возилима су главни разлог за забринутост. У неким градовима, физичко одвајање стамбених подручја од места рада, забаве, куповине, школа и здравствених услуга, приморавају многе становнике да проведу више времена на путу.

Изградња више путева у градовима и подручјима са ниским приходима најважнији је задатак у стварању услова за пројектовање ефикасних транспортних решења. Међутим, урбанистичко планирање и пројектовање за ове и друге градове са средњим и вишим нивоом прихода, од кључног је значаја за смањење раздаљина и повећања доступности транспортним решењима. Урбанистичко планирање и пројектовање требало би да се фокусира на то како спојити људе и места, стварајући градове приступачнијим за становнике, а не само на повећање дужине путева или повећаног обима кретања људи и добара.

Већина данашњих градова су изграђени као "зонирани" градови, који теже да направе прилично неефикасно коришћење инфраструктуре када већина становника путује у истом правцу. У таквим градовима, свако јутро се одликује саобраћајним гужвама на путевима и загушењима услуге јавног превоза који воде из стамбених подручја до радних места. У исто време, међутим, аутобуси, трамваји и остала превозна средства која иду у супротном правцу, су празна. У поподневним сатима ситуација је обрнута. Због тога инфраструктура у таквим градовима користи се само половином капацитета, без обзира на загушења. Насупрот томе, у градовима које карактерише "мешовито коришћење земљишта" (као што је Стокхолм, Шведска), саобраћајни токови су вишесмерни – чиме се постиже ефикасније коришћење инфраструктуре - стамбене површине и радна места су равномерније распоређена преко урбаних подручја.

Повећањем одрживости система јавног градског превоза, може се постићи кроз начинску смену - повећањем удела јавног превоза и немоторизованих видова транспорта (пешачење и бициклизам), а смањење приватног моторизованог саобраћаја. Наравно да охрабрује чињеница преласка на немоторизовани режим, међутим, може се потврдити да такви режими најбоље одговарају за локална путовања и да такав моторизован саобраћај има важну улогу током путовања на већим раздаљинама. У многим (ако не и већини) земљама, постоји предрасуда против јавног превоза. Приватни аутомобил се често види као најпожељније средство путовања. Због тога постоји потреба да се побољша и повећа прихватљивост система јавног превоза. Потребно је више да се уради на повећању поузданости и ефикасности услуге јавног превоза као и да се ова услуга врши сигурно и безбедно.

Зато је неопходно да планери узму у обзир начин на који корисници јавног превоза почињу (завршавају) први (последњи) део било којег путовања. На пример, уколико неко живи у непосредној близини метро станице, то може представљати

озбиљан проблем пошто би то најчешће подразумевало прелаз прометног пута са више саобраћајних трака уколико не постоји пешачки прелаз. Исто тако, мало је вероватно да ће становници урбаних средина искористити стајалиште јавног превоза, уколико се оно налази изван радијуса њихове могућности пешачења.

У многим градовима и развијеним земљама, део становништва није у могућности да плати цену карте да би користио јавни превоз, или да купи бицикл. Остали део становништва, који је у могућности да плати коришћење јавног превоза, одлучују се да га не користи, јер јавни превоз сматрају недовољно сигурним, нетачним, прљавим, неадекватним, а становници који имају бицикл, избегавају да их возе, јер сматрају да су путеви небезбедни за коришћење бицикала због недостатка бициклистичких стаза. Улагање у инфраструктуру за немоторизовани саобраћај и приступачност коришћења јавном градском путничком превозу (ЈГПП-у) свакако је одрживије решење коришћења ресурса ограничених средстава.

Постоји више начина за реализацију путовања у градовима. Различити начини путовања условљени су различитим сврхама, али су сва ова путовања део једног урбаног транспортног система.

Аутомобили су идеални за широк спектар сврха путовања, укључујући путовање на дугим релацијама, превоз већег броја људи или тешких терета, што код других видова транспорта то није могуће. Када сви возе аутомобиле, било по избору или недостатку могућности, путеви у сваком граду постају оптерећенији.

Јавни градски путнички превоз је идеалан за превоз великог броја људи на кључним местима без употребе великог простора за саобраћајне траке и паркинга. Већина путовања јавним превозом укључује пешачење до и од аутобуског стајалишта или железничке станице. Добро постављене пешачке и бициклистичке стазе могу да помогну у „сливању“ путника ка систему јавног превоза.

Према истраживањима у Аустралији, пешачење је најбоље за кратке раздаљине до 20 минута (два километра) и чешће се јавља на локацијама са уређеним уличним пејзажом, добрим приступом јавном превозу, и широком спектру дестинација у близини као што су продавнице, школе, радна места, рекреативне активности и услуге као што су пошта или банка. Вожња бициклом је идеална за путовања до 20 минута (5 km) (ABS, 2009a).

Вожња аутомобила је доминантан начин путовања на посао или студирање за већину одраслих аустралијанаца: 14 % одраслог становништва вози мање од пет километара у једном правцу до посла или на факултет; и још 16.5 % вози између 5 и 10 km (ABS, 2009b). Склањање само једног дела тих путника на кратким растојањима који на посао путују сопственим возилима, на систем ЈГПП-а, може се смањити гужва на транспортним мрежама.

Око 14 % одраслог становништва редовно користи ЈГПП као главни начин путовања на посао или студирање, а још 37.4 % понекад користи јавни превоз као алтернативу (ABS 2009c). У градовима Аустралије пешице иде скоро 220000 људи на посао сваки дан, што представља око 3.8 % путовања на посао (Mees & Groenhardt, 2012).

Сваки дан око 73000 људи иде бициклом на посао у већим градовима Аустралије (1.3 %). Један у 20 људи вози бицикл за свакодневне потребе најмање једном недељно, без обзира да ли су кратка путовања или локална, и то је око 900 000 људи (Australian Bicycle Council, 2013).

Једна од предности побољшања ЈГПП-а јесте да „чува“ мале урбане и руралне заједнице и одражава њихов карактер.

Осим тога, јавни превоз може смањити социјалне и економске неједнакости кроз унапређење мобилности становника, од којих многи немају аутомобиле и посао у области становања. Такви послови служе као важан извор прихода за оне који се иначе суочавају са ограниченим могућностима за запошљавање. Коначно, коришћење јавног превоза снижава трошкове домаћинства и на тај начин ослобађају се средства за друге намене.

Само 32 % свих сеоских (руралних) округа има потпун приступ услугама јавног превоза и ако се урачунају 28 % заједница које имају ограничен приступ, преосталих 40 % становника у приградским областима су без опције за јавним превозом (Brown, 2004).

Недавна анкета утврдила је да 92 % Канађана мисли да јавни превоз чини њихову заједницу бољим местом за живот (CUTA, 2002a). Чак и тада, природне везе између јавног превоза и квалитета живота можда не могу бити одмах очигледне. Јавни превоз чини значајан допринос у свим друштвеним областима. Представља драгоцену алтернативу за употребу аутомобила, за већину градског становништва.

ЈГПП помаже градском становништву у свакодневним активностима у заједници, и омогућава им да живе нормалним животом. Јавни превоз, с друге стране, помаже да се побољша мобилност (CUTA, 2002b).

## 1.1. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

Развој система јавног градског и приградског превоза је значајан подухват за било који регион. За становнике периферних делова града важна је приступачност центру града и другим значајним садржајима. Густина мреже линија јавног градског превоза као и фреквенција возила, битне су одлике због којих непокретности у том насељу могу суштински да прерасподеле вредност локације, стварајући област више или мање атрактивнијом за становање него раније.

Основа урбане стратегије је успостављање баланса између броја радних места и густине насељености. Резултати истраживања у свету откривају да је услов за овакво повезивање заправо побољшање јавног превоза, у циљу равномернијег развоја руралних делова. Постоје различити поводи за изучавањем утицаја густине становања и јавног превоза на саобраћајну приступачност у руралним насељима и периферним деловима града. Приступ јавном превозу како појединцу тако и породицама са ниским приходима, може постати ограничен за већину домаћинства која живе у приградским насељима. Такође, многи аутори наводе да јавни градски превоз подстиче и промовише независност и омогућава прерасподелу кућног буџета на друге ствари у оквиру домаћинства.

Саобраћајна приступачност у функцији јавног превоза јача привреду, бави се очувањем енергије и ресурса, смањује загушења, побољшава квалитет ваздуха и здравље људи, представља неопходну помоћ у ванредним ситуацијама и катастрофама, повећава вредност и развој непокретности, мобилност у малим урбаним и руралним заједницама, снижава здравствене трошкове..., а све ово доприноси бољем квалитету живота.

Приликом дефинисања критеријума који утичу на саобраћајну приступачност у приградским насељима, потребно је узети у обзир посебност конкретне урбане јединице. Различита истраживања приказују ефекте који настају утицајем саобраћајне

приступачности на развој приградских насеља зависно од појединих критеријума: удаљеност од центра града и радног места, тип становања, врста транспортног система, динамички елементи линије и ред вожње, саобраћајна инфраструктура на траси линије, природне карактеристике окружења... Овде су издвојени поједини критеријуми, а детаљнијим истраживањем у овој дисертацији доћи ће се до већег броја релевантних критеријума саобраћајне приступачности.

Дефинисани критеријуми, могу бити сврстани у неколико група у зависности од њихове природе. Од предложених и оцењених критеријума саобраћајне приступачности, биће изабрани они који имају највише утицаја на развој приградских насеља. Коришћена је једна од најпопуларнијих метода вишекритеријумског одлучивања, Fuzzy АНР (FАНР). Такође, примењена је и једна од новијих метода која спада у групу Грубих бројева, који се све више користе када је потребно елиминисати субјективизам приликом одређивања тежине критеријума.

У постојећим научним радовима код нас, аутори су се бавили само утицајем удаљености и доступности насеља од центра града. У већини наших градова, насеља нису добро опслужена линијама јавног градског путничког превоза (ЈГПП-а), али увођењем нове линије, бољом разгранатости мреже линија, већим бројем полазака, усаглашавањем реда вожње са потребама становника и сл., добија се квалитетнији систем ЈГПП-а, а тиме и атрактивност становања.

Постоје аутори чија се истраживања баве доменом одрживости и приступачности насеља, али само у смислу планирања, вредности непокретности, удаљености и доступности од центра града и његових садржаја. Разматрају се временске и просторне компоненте приступачности насеља, али не и саобраћајна приступачност исказана кроз изграђеност инфраструктуре, степен моторизације домаћинства, комфора и осећаја пријатности у возилу као и тарифног система и цене превоза. Ово је квалитативни приступ истраживању које је примењено у овој дисертацији. Стручњаци се консултују како би измерили различите критеријуме. Приступ је у суштини првенствено заснован на мишљењу, а тек затим на математичкој и научној тачности. Приступачност и други критеријуми/фактори се могу тачно мерити. Због тога, полазиште овог рада је да се на основу досадашњих искустава може стећи увид у потенцијал који пружа нови приступ посматрању саобраћајне приступачности, посебно у приградским насељима у којима функционише систем јавног превоза. Због тога предмет истраживања у овој дисертацији представља дефинисање утицајних критеријума саобраћајне приступачности на развој приградских насеља.

## 1.2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Највећи број појава у градовима имају свој ценовни израз преко цене радног места, цене становања, изградње разних приватних и јавних објеката. Ове урбане активности подижу, али и обарају социо-економску и еколошку цену градског земљишта. Кретање економске ренте као израз вредности земљишта, и трошкова превоза у односу на кретање просечних и маргиналних (граничних) трошкова, на најбољи начин илуструју друштвено-економску ефикасност одређеног града или насеља.

У већини градова, тамо где приход домаћинства то дозвољава, тенденција је да се становништво сели-премешта ка периферним деловима урбаних средина, због проблема буке, загађења, паркирања... Близина центра града се исказује кроз

варијабле удаљености и доступности, при чему удаљеност подразумева просторну компоненту изражену у километрима, док се доступност односи на временску компоненту путовања аутобуским или шинским системом.

Основни циљ рада јесте дефинисање и квантификација критеријума који имају највећи утицај на саобраћајну приступачност приградских насеља односно, развој модела за оцену утицаја саобраћајне приступачности. Овај модел односи се на саобраћајну приступачност приградских насеља у којима функционише систем јавног градског превоза и представља квалитативни приступ истраживању.

За потребе модела, дефинисани су релевантни критеријуми саобраћајне приступачности, чиме је саобраћајна приступачност измерена на друштвено равноправан начин. Ови критеријуми утичу на смањење коришћења путничких аутомобила у приградским насељима и стварају повољнији амбијент за јавни градски саобраћај са циљем побољшања ефикасности и одрживог развоја транспортног система. Као инструмент транспортне политике, мере које се могу донети за управљање транспортним захтевима корисника (путника), не траже велика материјална улагања што им даје додатну атрактивност.

Као резултат истраживања у овој дисертацији, очекује се да ће добијени подаци дати реалнију слику о утицају изабраних критеријума саобраћајне приступачности на развој приградских насеља. Примена ових резултата у реалном животу је вишеструка и односи се на побољшање квалитета живота, доступности различитих услуга, системском развоју насеља и евентуалном смањењу миграција становника са периферних делова града.

### 1.3. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

Потражња за услугом јавног градског путничког превоза треба да буде пропорционална приступачности коју пружа: боља приступачност треба да осликава и већу потражњу. Међутим, изазов је што приступачност није повезана само са повезивањем различитих места А и Б већ и са задовољавајућим временом вожње, као и адекватна фреквенција возила која нуди довољно места у возилима.

У ту сврху приступачност јавног превоза оцењује се у смислу капацитета које нуди мрежа линија. Након тога се оцењује у односу на дужину мреже линија јавног превоза, број места за седење и стајање путника, број стајалишта и њихових локација.

Истраживања у свету показују да корисници транспортног система сматрају приступачност важним циљем планирања саобраћаја, али конвенционално планирање тежи да у мањој мери узме у обзир приступачност и размотри ограничен скуп трошкова транспорта и стратегију штедње. Детаљнија анализа може пружити боља упутства за укључивање приступачности као циља планирања саобраћаја. Стратегије које побољшавају приступачне начине (пешачење, бициклизам и јавни превоз) имају тенденцију да пруже заједничке користи и тако максимизирају укупне користи.

Приступачност се може дефинисати као степен доступности различитих услуга или циљева у односу на расположиве капацитете. Посматра се са становишта колико потенцијални путници (становници) имају могућност реализације превозних потреба из приградских насеља према садржајима односно активностима у граду.

У овој дисертацији пошло се од идеје да се развије модел за оцену утицаја критеријума саобраћајне приступачности јавног превоза који у већој или мањој мери утиче на развој приградских насеља. За потребе модела, дефинисани су релевантни



критеријуми саобраћајне приступачности, чиме је саобраћајна приступачност измерена на друштвено равноправан начин. У складу са дефинисаним циљевима ове дисертације, статичким и динамичким елементима и квалитетом услуге јавног градског превоза, дефинисане су следеће хипотезе:

**X1:** Могуће је дефинисати критеријуме саобраћајне приступачности као генераторе развоја и одрживости приградских насеља као и демографског развоја унутар њих.

**X2:** Избором кључних критеријума, могуће је оценити утицај саобраћајне приступачности на развој приградских насеља.

Помоћне хипотезе:

- Повећањем саобраћајне приступачности долази до повећање мобилности становништва приградских насеља
- Бољи и квалитетнији јавни градски путнички превоз (ЈГПП) утиче на смањење миграције становништва у приградским насељима.

#### 1.4. ПРЕГЛЕД СТРУКТУРЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Садржајност дисертације чини укупно десет поглавља са додатним прилозима насталим током израде дисертације.

Уводни део дисертације дат је у првом поглављу. Дато је образложење и појашњење предложене теме са европским и светским искуствима из предметне области, светским истраживањима и резултатима са сличним елементима и домену посматрања. Предмет и циљ истраживања у овој дисертацији представља дефинисање и оцену утицајних критеријума саобраћајне приступачности на развој приградских насеља. У првом поглављу су такође дате полазне хипотезе истраживања као и помоћне хипотезе. Затим је дат преглед литературе и научних радова који су објављени до сада.

Друго поглавље везано је за дефинисање и основне карактеристике приградских (руралних) насеља како у Европи и свету, тако и код нас. У односу на то да ли су граничне вредности критеријума дефинисане за урбана или за рурална подручја, извршена је класификација насеља. Описан је тренд урбанизације односно кретања броја становника и домаћинства у последњих неколико деценија. Последњи део овог поглавља односи се на мобилност становника руралних подручја.

Треће поглавље говори о саобраћајној приступачности са посебним освртом на приградска насеља. Дате су дефиниције приступачности према различитим ауторима и истраживањима. Посматрани су индикатори мерења приступачности кроз временску, просторну и ценовну компоненту.

У четвртом поглављу објашњен је утицај јавног градског путничког превоза на окружење. Посматран је са различитих аспеката и то кроз економски утицај, улогу у ванредним ситуацијама, утицај на индуковану изградњу, конкурентност локације и повећања вредности имовине. Дата је ралација између трошкова становања и мобилности. У последњем делу теоријски и графички је интерпретирано комерцијално инвестирање у приградским насељима.

Пето поглавље приказује методе вишекритеријумског одлучивања. Постоји велики број метода које су погодне за изналагање најбољег решења односно критеријума задатог проблема. Због тога је у овом поглављу описано неколико различитих метода које су развијене претходних година, а такође, акценат је стављен и на методе вишекритеријумског одлучивања новијег датума, међу којима и теорија Грубих бројева.

У шестом поглављу се дефинишу и вреднују критеријуми саобраћајне приступачности. Приказане су и описане методе вишекритеријумске анализе, као и област фази логике, коришћена у даљем истраживању. Дефинисан је скуп критеријума са детаљним образложењем сваког од њих и вредновање критеријума саобраћајне приступачности са релативним тежинама сваког од њих. Критеријуми са највишим рангом значајности узети су даљу анализу. Такође, извршена је упоредна анализа вредности свих подкритеријума коришћених метода.

Седмо поглавље се бави квантификовањем критеријума саобраћајне приступачности. Формиран је фази модел за оцену утицаја саобраћајне приступачности са задатим интервалима и правилима.

Осмо поглавље се бави оценом утицаја саобраћајне приступачности у приградским насељима на основу изабраних критеријума са највишим рангом. Тестирање модела за оцену утицаја саобраћајне приступачности извршено је за приградска насеља на територији града Ниша по коридорима, а резултати приказани табеларно и графички. У овом поглављу представљена је анализа осетљивости резултата добијених вредновањем подкритеријума.

У последњим поглављима дата су закључна разматрања, научни допринос, правци даљег истраживања, као и преглед коришћене литературе.

## 1.5. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Улога јавног градског путничког превоза на најбољи начин огледа се у политици урбаног развоја. Због тога (Penalosa, 2005) говори о одрживом развоју и формирању „Изворне књиге“ за креаторе политике у развоју градова. Описује начин живота и животне потешкоће са којима се сусрећу људи сваког дана.

Фокус у раду (Ambarwati i dr., 2014) стављен је на анализу побољшања стратегије система јавног превоза. Истраживање је спроведено и анализирано коришћењем микроскопских података како би се проценио утицај развоја насеља у предграђима побољшањем ЈГПП-а. Говори се о различитим комбинацијама система ЈГПП-а које би морале да укључе смањење за 35% време путовања чиме би се повећало коришћење ЈГПП-а.

(Stead and Marshall, 2001) представљају резултате великог броја нових студија о урбаним формама и путовањима у последњих 20 година. Систематски приступ је направљен у овом раду где је укључена и идентификација подручја за које је истраживање концентрисано, критичка студија која обухвата питања тачности података, поузданост и квалитет, употребљивост истраживачких метода и тумачење података. Критика је фокусирана на детаљној интеракцији социо-економских фактора са урбаним обрасцима путовања.

У раду (Ruiters, 2013) акценат је стављен на пројектовање одрживих насеља. Постојеће иницијативе фокусирају се на низ области које се односе на интегрално планирање и пројектовање које за циљ имају стварање функционалног и одрживог

насеља. То се пре свега односи на опције становања и урбаног развоја, одговарајућа комунална решења, окружење и безбедност заједнице.

Према Donngesu (1999), приступачност се темељи на три елемента:

1. Локацији домаћинства;
2. Локацији садржаја и услуга и
3. Транспортном систему који повезује прва два елемента.

Међутим, набројани елементи су физички и регулативни елементи приступачности, а изостављене су карактеристике домаћинства и појединаца. На пример, домаћинства са ниским приходима можда не могу приступити одређеном садржају, јер је транспортна услуга скупа. (Allen i dr., 2001; Farrington, 2007; Grieco, 2003; SEU, 2003).

Мере руралне транспортне политике су се до почетка овог века концентрисале на обезбеђење мобилности. То је значило да путничком аутомобилу треба понудити одговарајућу алтернативу, али тако да се испоштује принцип одрживости. Таква решења су обично скупа и потребне су субвенције државе. Међутим, у Норвешкој се родила идеја да се, уместо путничког аутомобила, понуди алтернатива путовању (Teigen, 1996). Ова идеја променила је приступ решавању проблема приступачности: уместо приближавања руралних становника садржајима, садржаји су приближени руралним становницима. Овакав приступ је врло брзо доживео своју експанзију, а Велика Британија је једна од првих земаља које су га прихватиле (Gray i dr., 2001).

Добар систем јавног превоза је често једна од одлика града, привлачења становника, предузетника и туриста. Успешан систем јавног превоза доводи до повећања вредности земљишта. Шински системи имају много већи утицај на вредности земљишта од мреже аутобуских линија. Међутим, емпиријске студије су показале да јавни превоз није довољан да подстакне значајну вредност земљишта у Северној Америци и европским градовима (Salon and Shewmake, 2011).

У раду (Agostini, 2008) емпиријски се анализирају степен капитализације вредности кућа и предности увођења нове линије бр. 4, Сантијаго метро система, која је почела са радом у децембру 2005. Аутори су се фокусирали на очекиване вредности постојећих и нових кућа и станова у тренутку када је увођење линије 4 најављено и када је откривена информација о инжењерском пројекту и идентификовању локације будуће трасе и стајалишта. Коришћена је јединствена база података која садржи све трансакције куповине кућа и трансакције продаје у Сантјаго подручју између децембра 2000. и марта 2004. Резултати показују да је просечна цена стана порасла између 4.1 % и 7.9 % након што је најављена изградња, и између 3.9 % и 5.4 % након што је идентификована траса и локација стајалишта. Ово повећање није било равномерно распоређено и зависило је од удаљености места становања од стајалишта.

Рад (Ambarwati i dr., 2013) се фокусира на анализу побољшања јавног превоза паралелно са развојем насеља. Побољшање јавног превоза намењено је планирању лаког шинског система (ЛРТ) и убрзаног аутобуса (БРТ). Основа урбане стратегије је постављање баланса између броја радних места и густине насељености. Резултати истраживања откривају да је услов за повезивање, побољшање јавног превоза и урбане стратегије, у циљу контроле равномерног развоја у предграђу у којима мора да се дуплира могућност употребе јавног превоза.

Нешто слично је урађено и у раду (Chiodo i dr., 2010) где је испитиван однос између близине школа и вредности кућа. За разлику од већине сличних студија,

аутори проналазе да је цена коју родитељи морају да плате за куповину куће у области која је боље повезана са школом већа и расте са повећањем квалитета школе.

Приступ јавном превозу од стране појединаца и породицама са ниским приходима, постаје ограничен за већину домаћинстава која живе у руралним подручјима. Са појавом нових радних места даље од централних градова, многи радници са ниским примањима често имају тежи приступ пословима, обуци и другим услугама као што су и брига о деци, због неадекватног превоза. Наводи се и да он подстиче самоодрживост, промовише независност, и дозвољава трошење новца на друге ствари у домаћинству (Criden, 2008).

Праћењем и анализом развоја система ЈГПП-а у Хонг Конгу, аутори рада (Lo i dr., 2008) су нашли доказе да се висок ниво доступности јавног превоза може приписати неколицини фактора: политици коришћења земљишта која подстиче развој компактности насеља, великој густини, пратећој саобраћајној политици која даје приоритет развоју масовног превоза...

У међународном пројекту MORECO - мобилност и трошкови становања – објашњена је веза између будућих места становања и приступачности. При томе је дат посебан нагласак на последице које неконтролисаним ширењем насеља узрокују услугама јавног превоза. Суштински циљ пројекта био је промовисање одрживе мобилности кроз развој полицентричног система насеља. Главни оперативни циљ пројекта био је промовисање имплементације локационих одлука приватних и јавних актера на локацијама које се налазе у близини стајалишта јавног превоза (Gulič, 2015).

Извештај (АПТА, 2007) даје преглед предности јавног превоза које утичу на појединца и заједницу у целини. Каже се да помаже ревитализацију пословних центара, дозвољава послодавцима да искористе већу радну снагу, гради економске приходе и повећава вредности непокретности. На националном нивоу, јавни превоз подржава циљеве становника и политику, укључујући смањење зависности од нафте из иностранства, и пружа критички одговор у хитним случајевима. На индивидуалном нивоу, како се наводи, јавни превоз штеди новац, пружа људима слободан избор.

Многи економски, социјални и еколошки проблеми широм света су, пре свега, урбани проблеми: градови су тамо где су људи, наводи се у (Moore i dr., 2011). Израз „квалитет живота“ се обично користи не само у животној средини и коришћењу земљишта, него и за планирање економског развоја и инфраструктуре.

Истраживање у раду (Austin i dr., 2005) је резултат заједничког напора неколико одељења Владе под покровитељством Катедре за становање у САД-у. Заједнички интерес Квалитета изграђеног окружења и природних ресурса, као и заједничка улога код које планирање људских насеља и пружање инжењерских услуга, била је катализатор за ову мултидисциплинарну сарадњу. Сврха овог рада је да се створе одржива и разноврснија људска насеља. Овај приступ се рефлектује у новом наслову књиге „Смернице за планирање и дизајн насеља“ - Guidelines for Human Settlement Planning and Design (Austin and Biermann, 1998). У том контексту, "људско насеље" се сматра било које изграђено окружење где људи живе, раде и забављају се.

Заснован на хедонистичкој анализи у вези са локалним системом аутобуског превоза и ценом стамбених објеката у Кардифу, Велс, у раду (Wang i dr., 2015) се проналазе јаки докази да подрже две истраживачке хипотезе: (а) број аутобуских стајалишта у непосредној близини (300 - 1500 m) на имовину је позитивно повезан са имовином која је предмет посматрања продајне цене, и (б) непокретности са вишим тржишним ценама, у поређењу са јефтинијим конкурентима, имају тенденцију да

користи више од просторне близине локације аутобуске станице. Наводи се да ће такса вредности земљишта генерисати додатне фискалне приходе да помогну финансирању развоја и одржавости локалне јавне инфраструктуре.

Према (UITP, 2009) интеграција јавног превоза и урбанистичког планирања генерише многе користи. Управљање просторним развојем смањује потребу за путовањем, висококвалитетни јавни превоз лако и ефикасно опслужује становнике, а заједнице у којима је имплементиран пројекат постају доступније доносиоци и друге социо-економске користи. Јасно је да јавни превоз и просторни развој међусобно утичу један на други. У покретању нових ефеката, стратегије, успеси и неуспеси других градова могу пружити одличне резултате за даље вођење.

Litman (2017) у свом раду говори о концепту приступачности и начину на који се може укључити у планирање транспорта. Многи фактори могу да утичу на приступачност, укључујући покретљивост (физички покрет), квалитет транспорта, повезаност саобраћајних система, мобилност и коришћење земљишта. Конвенционално планирање тежи да превиди, а исто тако и потцењује неке од фактора утицаја. Детаљнија анализа приступачности у планирању проширује обим потенцијалних решења за проблеме саобраћаја.

Као резултат прегледа постојеће научне литература, може се закључити да су убрзани развој и индустријализација у претходним деценијама довели до депопулизације приградских (руралних) подручја и последично томе, њихово маргинализовање у односу на модерне друштвено-економске односе. То се негативно одразило на квалитет живота руралних становника, који у значајној мери зависи од квалитета система јавног превоза и његових перформанси да овим становницима обезбеди задовољавајући ниво приступачности садржајима и могућностима. То практично значи да рурални становници, уколико немају на располагању другу превозну алтернативу, своје транспортне потребе прилагођавају дефинисаном начину функционисања јавног превоза. На тај начин су многи становници принуђени да одустану од одређених путовања, а чест је случај да се под тим подразумева одустајање од тражења радних места ван места становања, одустајање од школовања, здравствене заштите, културних и спортских догађаја и сл. (Pezzini, 2000; SEU, 2003).

Предмет научног истраживања у раду (Kuburić, 2011) усмерен је ка конзистентном утврђивању свих релевантних карактеристика просторних јединица и њиховог утицаја на вредност непокретности у њима и предлогу модела који би био у директној функцији стварања функционалног, практично применљивог, конзистентног модела масовне процене вредности непокретности у насељима. Описујући различите територије у Србији скупом атрибута, формирана је база познатих случајева - знања која ће послужити као еталон за формирање цене непокретности било које средине која се такође може описати скупом идентичних атрибута.

У књизи (Derolo, 2006) представљен је методолошки концепт за развијање методологије за квантификацију индуковане изградње под утицајем инвестиција. Ова методологија посматрана је на два нивоа: шире и уже подручје утицаја инвестиције. Сагласно томе испитивана је могућност употребепостојећих техника и алата који су потврђени у инжењерској пракси. Специфичност анализе на нивоу локација у ужем подручју утицаја инвестиције почива на формулацији Профила локација (систематизованих правила којима се дефинишу карактеристике претежне намене земљишта и односа према саобраћају, саобраћајној приступачности). На тај начин се

могу предвиђати промене настале под утицајем побољшане приступачности - инвестирања у саобраћај.

У раду (Simeunović, 2012) извршена је систематска анализа интеграције транспортне понуде у оквиру система јавног превоза путника и квантификован је њен утицај на приступачност. Квантификовање утицаја интеграцијетранспортне понуде на приступачност извршено је преко простора као ограничавајућег фактора, времена, трошка и укупно-генералног утицаја на реализацију путовања. Анализама је утврђено да интеграција транспортне понуде има значајан утицај на приступачност на мрежама линеарног типа карактеристичним за приградске коридоре.

Велики допринос дат је у дисертацији (Ranković-Plazinić, 2015) у којој је дефинисана методологија за поделу насеља на урбана и рурална, а такође дефинисани су и типови руралних насеља у односу на саобраћајну приступачност. Приликом стварања типологије руралних насеља, предложена методологија је узела у обзир релевантне параметре везане за јавни превоз и његову повезаност са одговарајућим садржајима. Утврђене су и специфичности транспортних захтева руралних становника, као и фактори који утичу на мобилност и избор вида превоза. Сprovedена је анкета домаћинстава у изабраним руралним насељима у четири општине у Србији.

Градски и приградски путнички транспортни системи, у складу са принципима Европске комисије, имају кључну улогу у постизању циља одрживог развоја и одрживог транспорта у градовима. Роровић и др. (2018) у свом раду представљају методологију избора оптималног система трошкова јавног превоза за урбано подручје, применљив за све градове са организованим јавним градским превозом путника. Заснован је по утврђеним критеријумима у погледу тарифних лимита система превоза, транспортним захтевима и организовањем транспорта. Представљени метод је вишекритеријумска оптимизација тарифног система са нумеричким резултатима на примеру Града Новог Сада.

Основни циљ рада (Stanković i dr., 2018) јесте дефинисање и квантификација критеријума који имају највећи утицај на саобраћајну приступачност приградских насеља односно, развој модела за оцену саобраћајне приступачности. Овај модел односи се на саобраћајну приступачност приградских насеља у којима функционише систем јавног градског превоза и представља квалитативни приступ истраживању. На примеру града Ниша у Србији, модел је тестиран на 23 приградска насеља. Коришћена је једна од најпопуларнијих метода вишекритеријумског одлучивања, ФАНР. Као резултат истраживања у овом раду, очекује се да ће примена модела омогућити развој и одрживост приградских насеља, социјалну равноправност и укључивање становника (посебно млађе популације) у друштвене активности, а све у циљу квалитетнијег живота људи.

Прегледом постојеће литературе у свету и код нас, може се констатовати да су аутори разматрали појам приступачности, али само кроз варијабле удаљености и доступности. Такође, интеграција јавног превоза и урбанистичког планирања у урбаним срединама је тема већине аутора и удружења из области саобраћаја и планирања. Руралне средине су посматране само са аспекта удаљености од главних центара и као такве индиректно оцењиване као приступачне или неприступачне. Због тога се јавила потреба за утврђивањем утицајних критеријума саобраћајне приступачности приградских насеља. На основу њих би се могао оценити утицај приступачности, као важног елемента развоја руралних средина.

## 2. ПРИГРАДСКА НАСЕЉА - ДЕФИНИЦИЈА И КАРАКТЕРИСТИКЕ

Насеља су места сталног или повремениг боравка људи, у којима се одвија њихова производња и друге активности те њихов друштвени и лични живот. Деле се на градска (урбана) и приградска (рурална).

Село је најбројнија врста насеља. Под селом се подразумева мање насеље у коме становници углавном живе и баве се пољопривредним делатностима. Сеоска насеља углавном су настајала уз ливаде и обрадиве површине.

Рурална заједница у релативно високој популацији може изгледати драстично другачије од руралне заједнице сличне величине у мањој популацији (EPA, 2011). Једна дефиниција коју наводи Служба за економска истраживања (USDA) у Америци, описује рурална подручја као неметрополитске регионе. Према овој дефиницији, готово две трећине од укупно 3.142 региона су рурални, а руралне заједнице чине 17 % становништва (49 милиона људи) (U.S. DAERS, 2015).

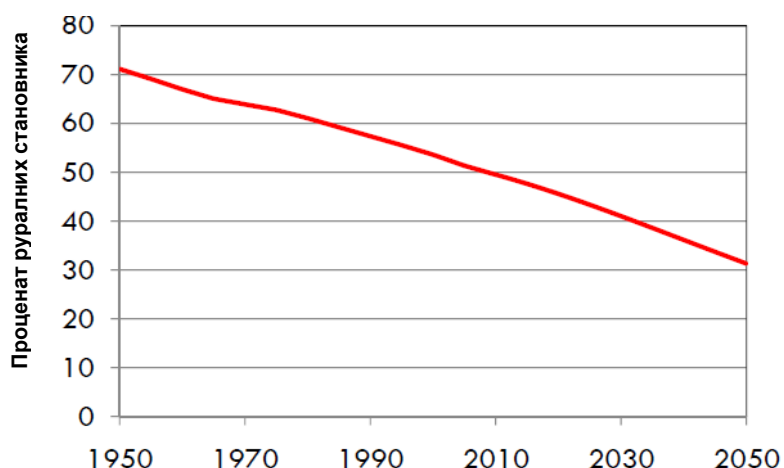
Данас се руралне заједнице суочавају са низом изазова. Економије засноване на ресурсима су подложне утицајима цена роба, технолошких промена, динамике вредности земљишта и других утицаја на тржиште. Поред тога, становници удаљених заједница имају ограничен приступ пословима, услугама и могућностима превоза. Људи који немају приступ личним возилима или који не возе, као што су станари са ниским примањима и старији грађани, имају малу мобилност и још мањи приступ пословима, здравственој заштити и другим услугама.

Остале приградске заједнице које се налазе у близини метрополских подручја или атракција као што су скијалишта, национални паркови и друге туристичке дестинације, боре се за очување њиховог руралног карактера у односу на притисак раста. Развој нових имовина у овим заједницама је често распрострањен, што доводи до повећања потреба за инфраструктуром на местима где је то тешко и скупо изградити.

Две трећине руралних Американаца (60 милиона људи) је скоро у потпуности зависно од јавног превоза (Atlas of Public Transportation in Rural America, 1994). Они живе у насељима која имају или немају услугу ЈГПП-а и која се могу окарактерисати као изолована.

За трећину Американаца у приградским подручјима који имају приступ јавном превозу, омогућава им бољи приступ економским и активностима заједнице као што су запошљавање, образовање, здравствена услуга, услуге социјалне заштите, куповина, забава, посета пријатељима и рођацима. Ако овај систем не би постојао, они који га користе били би принуђени да нађу алтернативни начини превоза.

На глобалном нивоу, више људи живи у урбаним срединама него у руралним подручјима, и то 54 % светске популације живело је у урбаним срединама у 2014. години (Слика 2.1). Током 1950. године, 30 % светске популације је живело у урбаним подручјима, а до 2050. године, очекује се да ће 66 % популације бити урбано (Department of Economic and Social Affairs, 2014).



Слика 2.1. Процент популације становника у приградским насељима на глобалном нивоу, Извор: <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>

Табела 2.1. Основни статистички подаци о руралним подручјима у свету (DESA, 2014)

Земља/Регион	Процент руралног становништва	Процент територије под руралним подручјима	Процент руралних становника старих 60 или више година	Стопа запослености
САД	25%	80%	19.4%	
Канада	22.1%	95%	12.6% <sup>1</sup>	73.7%
Аустралија	10.9%	99.7%	8%	5.2% <sup>2</sup>
Индија	68.8%		8%	1.6% <sup>3</sup>
Русија	26.8%		19.2%	9.7% <sup>2</sup>
Европска унија (EU-27)	56%	90%	18% <sup>4</sup>	62%
Белгија	32.6%	65.6%	16.7%	27.3%
Бугарска	83.9%	98.7%	20.0%	77.1%
Чешка	76.9%	85.4%	16.5%	72.4%
Немачка	57.5%	88.2%	20.7%	54.1%
Ирска	72.3%	98.7%	12.1%	68.0%
Грчка	53.7%	94.%	21.8%	51.6%
Француска	64.4%	91.9%	20.3%	60.7%
Мађарска	47%	87%	17.0%	75.5%
Холандија	28.9%	53.7%	21.7%	26.7%
Словенија	100%	100%	17.3%	100%
Шведска	78.9%	98.4%	21.6%	75.8%
Велика Британија	28.9%	74.4%	19.7%	28.3%
Швајцарска	26.2%	77%		
Србија	85.1%	55.5%	17.5%	
Хрватска	44.4%	91.6%	17.5%	
Јужна Африка	40%		6%	33.9% <sup>2</sup>

<sup>1</sup> - Процент становника који су стари 65 или више година; <sup>2</sup> - Стопа незапослености; <sup>3</sup> - Стопа незапослености за мушкарце; <sup>4</sup> - За земље ЕУ, укључујући и Хрватску; процент становника старих 65 или више година.

Приградско становништво у свету порасло је од 1950. године и сада износи близу 3,4 милијарде, а очекује се да ће пасти на 3,2 милијарде до 2050. године. Африка и Азија су дом за близу 90 % светске руралне популације. Индија има највећу сеоску популацију становништва - 857 милиона, а одмах затим Кина - 635 милиона (DESA, 2014).



## 2.1. ДЕФИНИСАЊЕ РУРАЛНИХ НАСЕЉА У ЕВРОПСКИМ ЗЕМЉАМА

Највећи број дефиниција урбаних/руралних подручја доступан је за земље чланице Европске уније. За потребе израде докумената и извештаја за заједничке европске институције уобичајено је да се рурална подручја на нивоу Европске уније дефинишу помоћу OECD методологије (ЕС, 2006; OECD, 2010), која се састоји из два корака (Ranković-Plazinić, 2015):

- Први корак: локалне заједнице (општине) се идентификују као руралне ако је њихова густина насељености мања од 150 становника/km<sup>2</sup>;
- Други корак: региони се идентификују као претежно рурални, средњи или претежно урбани у складу са следећим условима:
  - Претежно рурални региони: ако више од 50% становника живи у локалним руралним заједницама (са мање од 150 становника /km<sup>2</sup>);
  - Средњи региони: ако 15-50 % становника живи у локалним руралним заједницама;
  - Претежно урбани региони: ако мање од 15 % становника живи у локалним руралним заједницама.

Урбани центар у Европској унији је дефинисан као локална административна јединица LAU 2<sup>1</sup>, са густином насељености изнад 150 становника /km<sup>2</sup> и укупним бројем становника већим од 200 000 (ЕС, 2009).

Ова дефиниција је 2011. године даље проширена тако да додатно класификује рурална подручја као удаљена или као близу града (Brezzi i dr., 2011; ONEP, 2012). Проширење дефиниције се огледа у додавању критеријума времена путовања моторизованим превозним средством до града са најмање 50 000 становника (Ranković-Plazinić, 2015):

- Претежно рурални удаљени региони: ако најмање 50% становника региона треба да се вози бар 45 минута да стигне до урбаног центра са најмање 50 000 становника и
- Претежно рурални региони близу града: ако мање од 50% становника региона треба да се вози бар 45 минута да стигне до урбаног центра са најмање 50 000 становника.

Највећи број дефиниција је доступан за Велику Британију, јер постоји велики број институција које су развиле сопствене дефиниције за потребе својих истраживања. Дефиниције се углавном разликују за Енглеску и Велс, Шкотску и Северну Ирску. У појединим дефиницијама, у којима је основни критеријум број становника, кориснику се оставља могућност да сам изабере граничну вредност у складу са својим потребама (DCLG, 2001), мада се за опште сврхе препоручује гранична вредност од 10 000 становника (NISRA, 2005). Са аспекта саобраћајне приступачности посебно је занимљива дефиниција која се користи у Шкотској, а по којој се тип подручја одређује на основу броја становника и времена путовања моторним возилом до најближег насеља са најмање 10 000 становника (NISRA, 2005). По овој дефиницији се разликује шест типова подручја. У Северној Ирској се користи типологија са осам типова подручја, при чему се као критеријуми користе број

---

<sup>1</sup>LAU – Local Administrative Unit, локална административна јединица. Појављује се у два хијерархијска нивоа: LAU 1 (у Србији одговара нивоу општине) и LAU 2 (у Србији одговара нивоу месне заједнице).

становника и приступ услугама (NISRA, 2005). За потребе израде Националног плана развоја за период 2000-2006. године, у Ирској је 2002. године усвојена нова детаљна урбано-рурална типологија, која боље одсликава разлике између типова подручја (Dwyer, Maye, Thomson, & Pereira, 2008). По овој типологији, рурална подручја се сврставају у шест категорија, а при томе је коришћено чак 30 различитих променљивих за детаљан опис разлика између типова руралних подручја (Commins, 2005).

Скандинавске земље (Норвешка, Шведска, Данска и Финска) имају исту статистичку дефиницију руралних подручја. Према овој дефиницији (Bengs & Schmidt-Thomé, 2003), урбаним подручјима се сматрају изграђена подручја са најмање 200 становника, у којима су куће једне од других удаљене највише 200 метара; остала подручја се сматрају руралним. Поред ове дефиниције, појављују се и друге, засноване на различитим критеријумима (Hasler i dr., 2002; Kahila, 2008; Kahila & Hedström, 2008a, 2008b; Kristensen, 2004; Nordic Centre for Spatial Development [Nordregio], 2010; Statistics Finland, 2008). Примера ради, шведска Национална агенција за рурални развој прави типологију подручја на основу приступачности садржаја, мерене временом путовања аутомобилом до најближег урбаног центра са више од 3 000 становника (Kahila & Hedström, 2008b; Ranković-Plazinić, 2015).

Континенталне европске земље углавном имају своју званичну статистичку дефиницију руралних подручја, док дефиниције специјалне намене постоје само у најразвијенијим земљама. Најчешћи критеријуми су број становника и густина насељености, али граничне вредности ових критеријума значајно варирају од земље до земље.

## 2.2. ДЕФИНИСАЊЕ РУРАЛНИХ НАСЕЉА У ОСТАЛИМ ЗЕМЉАМА

У односу на европске земље, земље Северне Америке и Аустралију одликују већа површина и мања густина насељености. У таквим случајевима је лакше разликовати урбана од руралних подручја, при чему је довољно користити мали број критеријума (Ranković-Plazinić, 2015):

1. У Сједињеним Америчким Државама постоје три различите дефиниције, које имају различиту свху употребе. Оно што је заједничко овим дефиницијама јесте то што су то такозване „негативне“ дефиниције. У статистичке сврхе се користи дефиниција чији су основни критеријуми број становника и густина насељености (Reynnells & LaCaille, 2008; USGAO, 1993). Према овој дефиницији, сви становници урбаних подручја и насељених места (градова, мањих градова и села), са 2 500 или више становника, сматрају се урбаним становништвом; остали припадају руралном становништву. Економске институције такође користе дефиницију чији је критеријум број становника, али узимају у обзир и социо-економску интегрисаност подручја (округа) са централним градом (округом) (Reynnells & LaCaille, 2008; USGAO, 1993). Према овој дефиницији, свако урбано подручје мора да има бар 100 000 становника, при чему мора постојати бар један град са најмање 50 000 становника. Због природе ове дефиниције, подела подручја на урбана и рурална се ажурира након сваког пописа. Поред ове дефиниције, у економским истраживањима се користе и подела подручја на урбана и рурална, при чему се урбани окрузи разликују по броју становника, а рурални по степену урбанизације или удаљености од урбаних подручја

(USGAO, 1993). Овом дефиницијом су превазиђени учени недостаци претходне две дефиниције, везани за недиференцирање урбаних и руралних подручја.

2. По критеријумима који су на снази у Мексику и успостављени од стране Политичко-административног сектора, општине се класификују у три групе:

- Урбане општине са популацијом преко 15.000 становника
- Полуградске општине са популацијом од 2.500 до 15.000 становника
- Руралне општине са популацијама мање од 2.500 становника.

Такође се наводи да је класификација урбаног и руралног подручја приступ који се често користи у формулисању политичке и административне организације, доделе буџетских средстава или циљаних програма.

3. У Канади такође постоји више дефиниција руралних подручја (du Plessis i dr., 2001; McNiven i dr., 2000), које се бирају у складу са сврхом коришћења. Једна од њих је OECD дефиниција, а поред ње, као и у САД, користе се дефиниције засноване на критеријумима броја становника и густине насељености. По дефиницији која се користи у статистичке сврхе, руралним подручјима се сматрају насељена места са мање од 1 000 становника и са густином насељености мањом од 400 становника/км<sup>2</sup>. За статистичка истраживања у области економије користи се подела на зоне са различитом величином утицаја већих урбаних центара, која се мери процентом запослених који из дате зоне путују на посао у веће урбане центре. Поред ових општих дефиниција, поједине организације и институције користе дефиниције које дефинишу руралност са њима важног аспекта.

4. Аустралија је земља коју одликује велика површина територије и ниска густина насељености, због којих се многа подручја већ на први поглед могу окарактерисати као удаљена или изолована. Статистичка типологија подручја у Аустралији користи једнодимензионални приступ и класификује подручја у односу на број становника. Руралним подручјима се сматрају насељена места која се граниче са урбаним центрима, који имају најмање 1 000 становника, као и она подручја која немају физичку границу са урбаним центрима (ABS, 2011; Jones, 2000). Због значајних просторних неравномерности густине насељености, подручја се према приступачности класификују на: велике градове, унутрашња регионална подручја, спољашња регионална подручја, удаљена подручја и веома удаљена подручја (Australian Institute of Health and Welfare [AIHW], 2004; Baxter i dr., 2011; Jones, 2000). Приступачност се мери ARIA<sup>2</sup> индексом, чија се вредност налази у интервалу од 0 до 15. ARIA индекс представља чисту просторно-географску меру. У овој типологији подручја, удаљена и веома удаљена подручја се третирају као рурална.

5. У Африци постоји веома оскудан број дефиниција руралних подручја. Према сазнању аутора, дефиниције су доступне само за Јужноафричку Републику. Статистичка дефиниција руралних подручја у Јужноафричкој Републици не служи се уобичајеним социо-економским критеријумима за одређивање руралности. Наиме, руралним подручјима се сматрају сва подручја која нису урбана, при чему се под урбаним подручјима подразумевају она у којима постоји неки облик локалних власти (DESA, 2008). Према неким ауторима (Fobosi, 2013), руралним подручјима се, поред наведеног услова непостојања локалних власти, приписује и то да немају приступ основним јавним услугама, као што су водовод и канализација. За анализу руралног развоја користе се дефиниције засноване на броју сиромашних домаћинстава и

<sup>2</sup> ARIA – *Accessibility/Remotness Index of Australia*, аустралијски индекс приступачности/удаљености

приступачности основних ресурса (DSS, 1999; National Treasury of Republic of South Africa, 2011).

6. Азијске дефиниције руралних подручја су засноване на критеријумима броја становника, намене површина и доминантне функције (занимања становника). И у Индији и у Јапану се користи негативна дефиниција руралних подручја, тј. њима припадају она подручја која се не могу свстати у урбане. У Индији се руралним подручјима сматрају насељена места са мање од 5 000 становника и са густином насељености мањом од 400 становника/км<sup>2</sup>, где се више од једне четвртине одраслих мушкараца бави пољопривредом (Chandramauli, 2011; DESA, 2008). Према статистичкој дефиницији, руралним подручјима у Јапану се сматрају сматрају насељена места са мање од 50 000 становника, при чему је мање од 60% кућа смештено у главном изграђеном делу подручја и мање од 60% становника се бави такозваним „урбаним— делатностима (DESA, 2008; Kumagai, 2009; OECD, 1995). С друге стране, у истраживањима руралног развоја користи се дефиниција по којој се руралним подручјима сматрају општине где бар 80% територије чине шуме и пашњаци, као и општине са густином насељености мањом од 500 становника/км<sup>2</sup> (DESA, 2008; Kumagai, 2009; OECD, 1995). Рурална подручја се даље деле на равничарска, брдска и планинска пољопривредна подручја, у складу са учешћем површине под шумама и пашњацима у укупној територији.

### 2.3. ДЕФИНИСАЊЕ РУРАЛНИХ НАСЕЉА У СРБИЈИ

У Србији дефиниција руралних подручја, која је неопходна за спровођење било каквих истраживања, званично не постоји. У пописима из 1953., 1961. и 1971. године насеља су се класификовала на урбана, рурална и мешовита, у складу са величином насеља и односом броја становника запослених у пољопривреди и укупног броја становника (Vogdanov i dr., 2008). У каснијим пописима (1988., 1991. и 2002. године) је ова класификација одбачена, а насеља су се сврставала у урбана и остала насеља. Поделу на урбана и рурална подручја врше представници општинских власти према сопственој перцепцији урбаног насеља, а сва остала насеља се класификују као рурална.

### 2.4. КЛАСИФИКАЦИЈА РУРАЛНИХ НАСЕЉА

Класификација руралних подручја се може вршити у односу на референтну дефиницију, тј. у односу на то да ли су граничне вредности критеријума дефинисане за урбана или за рурална подручја (Ranković-Plazinić, 2015):

1. **Руралним се сматра све оно што није урбано („негативна“ дефиниција).** У овом приступу постоји само дефиниција урбаних подручја, на основу које је могуће одредити која подручја ће се сврстати у урбане, док дефиниција руралних подручја не постоји, већ се руралним подручјима сматрају сва она која нису класификована као урбана. Овај приступ се користи у САД-у (USGAO, 1993). Иако је једноставан за коришћење, овакав приступ има и своје недостатке, од којих је најважнија немогућност континуалног описивања разлика између руралних подручја. Наиме, нису сва рурална подручја иста: на пример, она која су близу градова, са добром саобраћајном

повезаношћу, свакако су у бољем положају од удаљених, изолованих руралних подручја, са малим бројем превозних опција и лошом инфраструктуром. Дакле, приликом примене овог приступа потребно је пазити да не дође до уопштавања услова у руралним подручјима, јер се може учинити битна грешка због постојања наведених и многих других разлика.

**2. Рурална подручја се посебно дефинишу („позитивна“ дефиниција).** У овом приступу, дакле, постоји дефиниција руралних подручја, која користи одређене критеријуме на основу којих се одређеном подручју даје статус руралног.

Основни проблем код класификације подручја јесте како третирати подручја која нису очигледно урбана или очигледно рурална. Начин решавања овог проблема налази се у коришћењу више критеријума руралности, како би се класификацијом суптилно диференцирала подручја која се налазе негде „између“. Који критеријуми руралности ће бити релевантни за диференцирање, то зависи од тога у коју сврху ће се користити класификација подручја.

Степен руралности се у Републици Србији разматра из контекста европске регионалне политике према којој се рурални региони као планске регије третирају као основна територијална јединица за спровођење политике руралног развоја (Trkulja i dr., 2014). Рурални региони се одређују на основу критеријума густине насељености и удела руралне популације у укупној популацији. И поред тога што није пуноправни члан Европске Уније, политика руралног развоја у Републици Србији следи политику руралног развоја Европске Уније, а уједначавање методологије израчунавања степена руралности, као и класификације региона према степену руралности, додатно је наглашено могућностима приступа фонду намењеном за подршку руралном развоју у оквиру IPA компоненте Инструмента за предприступну помоћ (IPA, Instrument for pre-accession assistance).

Методологија коју је прописала Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), заснована на густини насељености, спроводи се на нивоу LAU 2 (Local Administrative Unit). Према номенклатури статистичких функционалних територијалних јединица, локалне територијалне јединице, које у Републици Србији административно одговарају територији градова и општина (LAU 2) се идентификују као руралне, ако је њихова густина насељености испод 150 становника /km<sup>2</sup> (Trkulja i dr., 2014). Груписањем статистичких територијалних јединица LAU 2 према густини насељености и учешћу руралног становништва у укупном становништву, региони NSTJ 3 (NUTS 3 – No-menclature of Units for Territorial Statistics) класификовани су у три типа региона (Табела 2.2), и то:

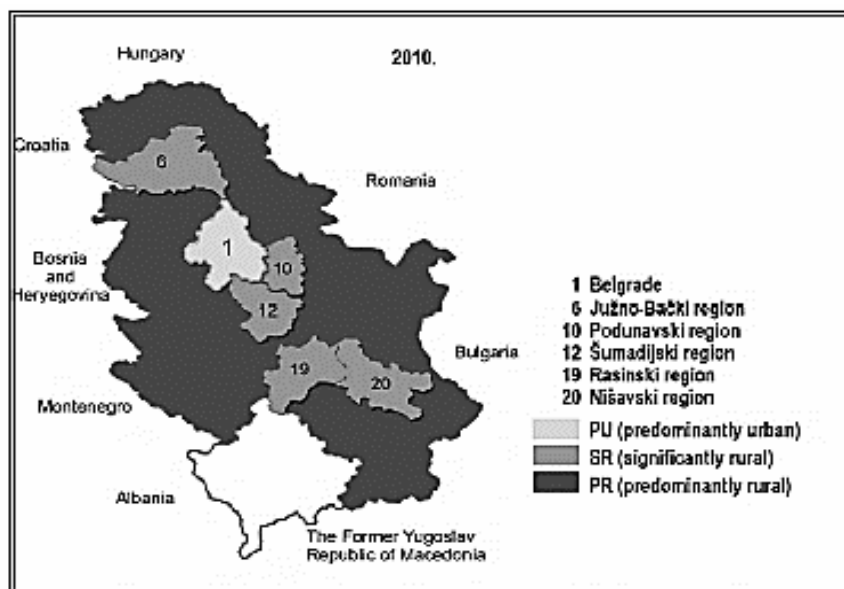
- Предоминантно урбани региони, ако је учешће популације која живи у претходно утврђеним руралним зонама нивоа LAU 2 у укупној популацији региона мање од 15%,
- Интермедијални региони, ако је учешће популације која живи у претходно утврђеним руралним зонама нивоа LAU 2 у укупној популацији региона између 15-50%,
- Предоминантно рурални региони, ако је учешће популације која живи у претходно утврђеним руралним зонама нивоа LAU 2 у укупној популацији региона преко 50%.

Табела 2.2. Степен руралности и класификација региона у Републици Србији према OECD методологији 2011. године

Региони Републике Србије - OECD методологија	Број становника	Удео у укупном броју становника (%)
1. Предоминантни урбани региони	1659440	23.1
2. Мешовити региони	1938995	27.0
3. Предоминантно рурални региони	3588427	49.9
УКУПНО	7186862	100

Извор: Републички завод за статистику Србије

Према последњем Попису становништва (2011. године), укупно становништво Србије износило је 7.186.862. Ако се примени класификација урбаног и руралног становништва на основу методологије OECD, региони Републике Србије су претежно руралног типа. У претежно руралним регионима 2011. године живело је 3 588 427 лица, односно 49.9% укупног становништва Србије. Предоминантно урбани регион обухватао је 23.1% укупног становништва Републике, док је становништво мешовитих региона учествовало са 27% укупног становништва. Године 2010., Република Србија је од укупно 25 области-округа (без КиМ) имала само један предоминантан урбани регион (Београдску област), док су свега пет области испуњавале услове мешовитих региона (Слика 2.2). Осталих 19 области налази се у групи предоминантно руралних региона. На основу анализе површине територије области и његове популационе величине, као и на основу упоредне анализе два временска периода (2003. и 2010. године) може се закључити да географски размештај региона према степену руралности зависи од величине територијалних јединица. Тако је учешће руралних региона у расподели укупне популације веће, уколико је територијална јединица посматрања већа (Trkulja i dr., 2014).



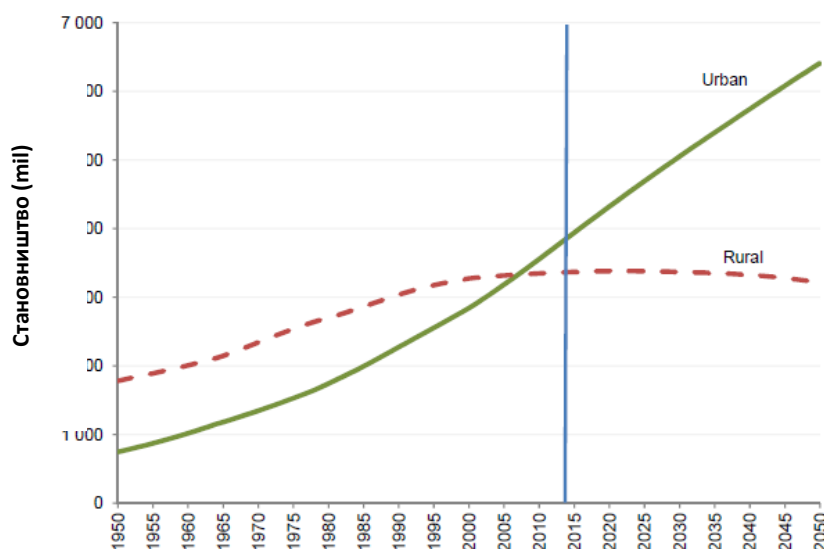
Слика 2.2. Дистрибуција 25 региона NUTS 3 (округа/области) у Републици Србији, према OECD методологији, Извор: Gligorijević i dr., 2010

## 2.5. УРБАНИЗАЦИЈА ПРИГРАДСКИХ НАСЕЉА

Процес урбанизације, или "урбана транзиција", описује промену становништва од оне која је распоређена кроз мала рурална насеља у којима је пољопривреда доминантна економска активност до становништва концентрисаног у већим, густим градским насељима које карактеришу индустријске и услужне делатности (Montgomery i dr., 2004). Историјски гледано, урбана транзиција је блиско повезана са економским развојем. У Европи и Северној Америци, брза урбанизација крајем деветнаестог века и почетком двадесетог века, пратила је индустријску револуцију и брз економски раст. Слично, иако генерално слабије, повезивање између урбанизације, индустријализације и економије, у скорије време приметио се у многим деловима Латинске Америке, Кариба и Источне Азије. У градовима ових земаља се генерише око 80% глобалног бруто домаћег производа (БДП) (Grübler and Fisk, 2013).

Данашњи градови расту двоструко брже у смислу земљишта као и броја становника (Angel i dr., 2011). Сходно томе, пројекције показују да би будући трендови у урбанизацији могли да произведу скоро троструко повећање у глобалном градском земљишту између 2000. и 2030. године (Angel i dr., 2011; Seto i dr., 2012), јер се стотине хиљада додатних квадратних километара развија у урбане нивое густине. Таква урбана експанзија прети да уништи станишта у кључним жариштима за биодиверзитет и доприноси емисијама угљеника везаних за тропско уништавање шума и коришћење земљишта.

На глобалном нивоу, више људи живи у урбаним срединама него у руралним подручјима. У 2007. години, по први пут у историји, глобално урбано становништво је превазишло глобално рурално становништво, а светско становништво је остало претежно урбано након тога (Слика 2.3).



Слика 2.3. Урбано и рурално становништво у свету, 1950-2050 (DESA, 2014)

Од 233 земље или подручја за које су извршене процене и пројекције урбаног и руралног становништва, 125 користи административне критеријуме за разлике између урбаних и руралних подручја. Шездесет пет ових земаља користи јединствени критеријум административних ознака. У 121-ом случају, критеријуми који се користе за карактеризацију урбаних подручја укључују густину популације или густину

насељености, а у 49 случајева такве демографске карактеристике су једини критеријум. Међутим, доња граница изнад које се насеље сматра урбаним разликује се значајно, у распону између 200 и 50.000 становника (Department of Economic and Social Affairs, 2015). Економске карактеристике су део критеријума који се користе за идентификацију урбаних подручја у 32 земље или подручја. Критеријуми који се односе на функционалну природу урбаних подручја, као што су постојање асфалтираних улица, водоводних система, канализационих система или електричног осветљења, били су део дефиниције урбаног у 54 случаја. На крају, у седам случајева није била доступна дефиниција "урбаног", а у осам случајева читава популација становништва неке земље или подручја сматра се урбаном (Department of Economic and Social Affairs, 2015).

Процес глобалне урбанизације се наставио брзо током протеклих шест деценија. У 2014. години 54 % светске популације било је урбано. Очекује се да ће се глобална урбанизација наставити, тако да ће до 2050. године свет бити једна трећина руралних и две трећине урбаних становника (Department of Economic and Social Affairs, 2014). Очекује се да ће светска урбана популација знатно порастати у наредним деценијама. До средине 21. века светско урбано становништво вероватно ће бити величине садашњег укупног броја становника (United Nations Economic Commission for Europe, 2015).

Због тога је интересантно посматрати трендове у различитим земљама одвојено, стопу раста односно опадања популације становника између 1990 - 2020. године (Слика 2.4) према United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) - Економска комисија Уједињених Нација.



Country	Region	Population change 1990-2020, 1990=100			Urban to Rural	
		Total	Urban	Rural	1990	2010
Eastern Europe, Caucasus and Central Asia	Armenia				2.07	1.78
	Azerbaijan				1.16	1.15
	Belarus				1.94	2.94
	Georgia				1.22	1.12
	Kazakhstan				1.29	1.16
	Moldova				0.88	0.88
	Russian Federation				2.76	2.80
Tajikistan				0.46	0.36	
South-Eastern Europe	Bulgaria				1.97	2.64
	Croatia				1.18	1.36
	Romania				1.14	1.12
	Serbia				1.02	1.27
Turkey				1.45	2.39	
Central Europe	Cyprus				2.01	2.37
	Czech Republic				3.04	2.77
	Estonia				2.46	2.27
	Hungary				1.93	2.22
	Latvia				2.25	2.10
	Lithuania				2.09	2.03
	Poland				1.58	1.56
	Slovakia				1.30	1.21
	Slovenia				1.02	1.00
Western Europe and North America	Austria				1.92	2.07
	Belgium				26.64	38.24
	Canada				3.27	4.14
	Denmark				5.60	6.57
	France				2.85	5.77
	Germany				2.72	2.82
	Greece				1.43	1.58
	Iceland				9.63	15.00
	Ireland				1.32	1.62
	Italy				2.01	2.15
	Netherlands				2.19	4.80
	Norway				2.57	3.79
	Switzerland				2.73	2.79
United Kingdom				3.57	3.88	

Слика 2.4. Урбано и рурално становништво у 36 држава чланица UNECE, 1990. - 2020, Извор: United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 2015

Посматрајући временски период између 1990. и 2020. године, већина земаља из Источне Европе, Кавказа и Централне Азије и из Југоисточне Европе и Турске, као и скоро половина земаља из централне Европе, се суочава са опадањем у укупном

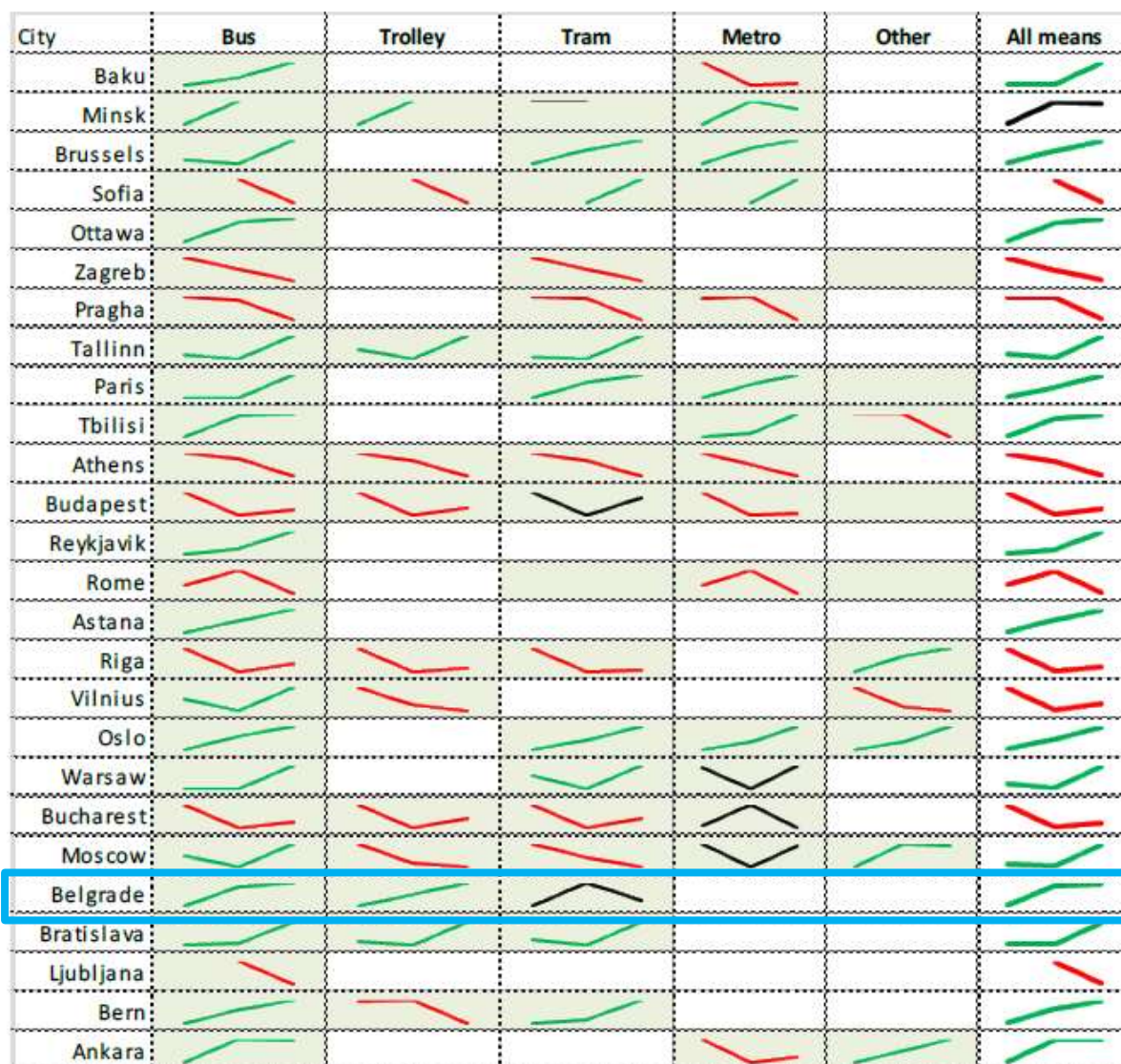
броју становника. У већини ових земаља смањење у броју руралних и урбаних становника, резултат је ниже стопе урбанизације у 2010. у односу на 1990. Објашњење за такав исход може бити миграција становништва у вези са одласком комунистичког система и распадом Совјетског Савеза почетком 1990. године, а касније и за земље које су се придружиле Европској унији, миграције радних места у Западној Европи и земљама Источне Европе и Централне Азије. Обично се урбано становништво сматра мање везаним за земљу и местом одрастања, што се може објаснити већом миграцијом.

У овим регионима постоји и више земаља, у којима је повећање руралног становништва било веће него у градској популацији, те је стога смањена стопа урбанизације. Овакав развој може се објаснити тиме да градско становништво, посебно из већих градова, креће за бољим животом у околним местима, што се често региструје као рурална подручја.

У случају западноевропских земаља укупна популација расте углавном као резултат раста урбане популације. У бројним случајевима и раст руралног становништва је био позитиван. Међутим, у сваком случају, стопа урбанизације се повећала између 1990. и 2010. године.

У главним градовима UNECE (Слика 2.5) постоје случајеви када јавни превоз губи путнике у периоду од 2009. до 2011. године. Иако је ово сувише кратак период за доношење значајних закључака, нивои потражње треба пажљиво пратити и идентификовати узроке за опадање. Затим треба предузети акције да се преокрену негативни трендови. Посматрајући период од три године, континуирано смањење потражње за свим врстама јавног превоза може се уочити у Атини, Прагу, Риму и Загребу од главних градова UNECE који су пружали податке о путницима. Истовремено, за Рим и Загреб такви подаци нису обезбеђени за све видове транспорта (одсуство линија на зеленој позадини).





Слика 2.5. Промене у употреби јавних превозних средстава између 2009. и 2011. године у 26 главних градова UNECE, Извор: UNECE Transport Division, 2015











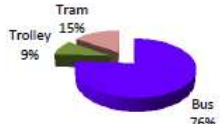






Профили за изабране главне градове UNECE створени су да пруже информације у погледу градског транспортног система. За пример је узет град Београд, као што је приказано на Слици 2.6, чији профил има следеће секције:

- Одређује податке о величини главног града, популацији и густини насељености. Пружа оквирно период за туристичке посете и њихов број, као и број доступних паркинг места (NR - нема резултата),
- Илустрuje кроз обојене или избледеле слике постојеће опције система јавног градског превоза. Обојене слике указују на врсте јавног превоза у граду (бус, трамвај, тролејбус, беовоз...),
- Одређује дужину у километрима линија које се пружају различитим режимима јавног превоза. Такође одређује дужину бицикличких стаза,
- Пружа информације о дистрибуцији путника различитим средствима јавног превоза илустрованим кроз „пита“ дијаграм,

- Детаљне информације о трошковима у америчким доларима за појединачне, сатне или месечне карте за превоз,
- Обавештава о активностима предузетим како би се унапредио квалитет јавног градског превоза и немоторизованог превоза или других активности у циљу постизања одрживог система градског превоза.

## Serbia Belgrade

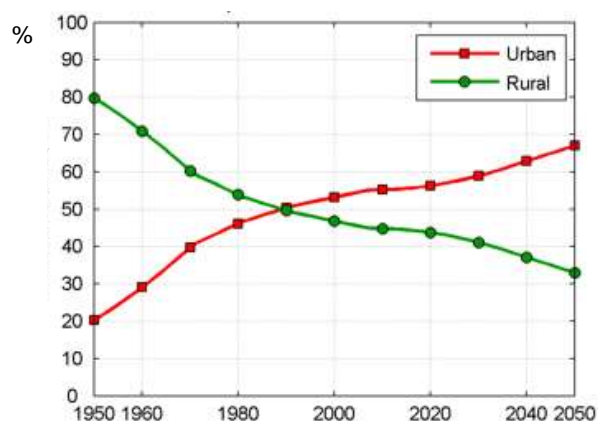


Size: 3,223 km <sup>2</sup>	Existing means of Public Transport in Belgrade:						
Population: 1.659 million							
Density: 515 inhabitants/km <sup>2</sup>	BUS	TRAM	METRO	TROLLEY	URBAN TRAIN	LIGHT TRAIN	MINIBUS
Tourist Season: NR		Lines in km	6,850	Number of stations	5,869		
Number of Tourists: NR		Lines in km	122	Number of stations	477		
Number of Parking: NR		Lines in km		Number of stations			
Distribution of passengers among modes of public transport:  Note: no passenger data for urban train		Lines in km	58	Number of stations	252		
		Lines in km	20	Number of stations	9		
		Lines in km		Number of stations			
		Lines in km		Number of stations			
		Lanes in km	NR				
		Cost of single / one hour ticket				\$0,84	
		Cost of monthly ticket				\$37.4	
Активности предузете за побољшање квалитета јавног градског превоза и немоторизованог транспорта: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Покретање интегрисаног електронског / бесконтактног система издавања карата (имплементирано)</li> <li>– Покретање ИТС-а за рад (коришћење GPS и GPRS за аутоматско лоцирање возила) (имплементирано)</li> <li>– Покретање ИТС-а за информације о путницима на возилу, на станицама, путем интернета и SMS-а (имплементирано)</li> </ul>							

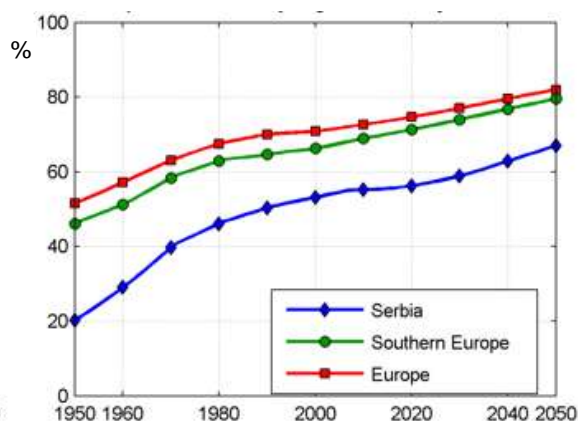
Слика 2.6. Профил Београда као једног од главних градова са пописа UNECE, Извор: UNECE, 2015

Одсек за становништво Одељења за економска и социјална питања Уједињених нација објављује од 1988. године на сваке две године ревидиране процене и пројекције урбаног и руралног становништва свих земаља у свету и њихових главних урбаних агломерација. Ова интернет презентација представља главне налазе ревизије Светске перспективе урбанизације за 2014. годину која су у складу са величином укупног броја становника сваке земље процењено или пројектовано у 2012. години ревизије светских перспектива становништва (Department

of Economic and Social Affairs, 2014; 2018). Светске перспективе за урбанизацију се широко користе у целој Уједињеној нацији и бројним међународним организацијама, истраживачким и академским центрима, и медијима.



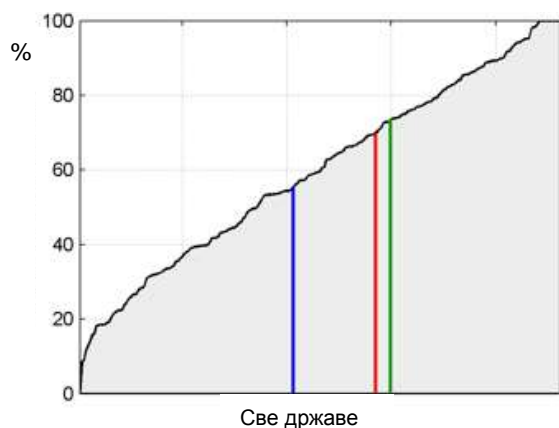
Слика 2.7. Однос урбаног и руралног становништва у Србији (DESA, 2014; 2018)



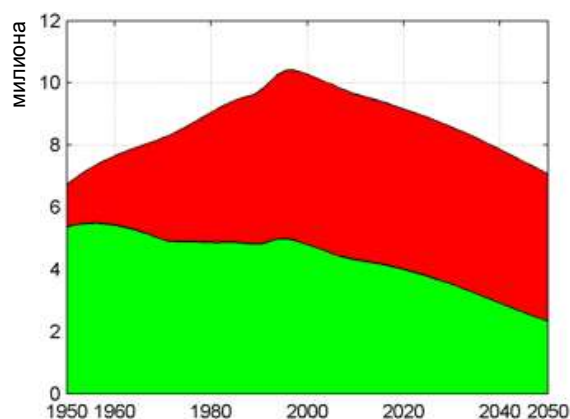
Слика 2.8. Однос урбаног становништва у Србији у односу на регион и континент (DESA, 2014; 2018)

На Слици 2.7 приказан је процентуални однос урбане и руралне популације у Србији у односу на укупно становништво од 1950. до 2050. године.

На Слици 2.8 приказан је однос урбане популације у Србији у поређењу са околним регионом и континентом на коме се налази. Изражава се у процентима броја становника између 1950. и 2050. године.

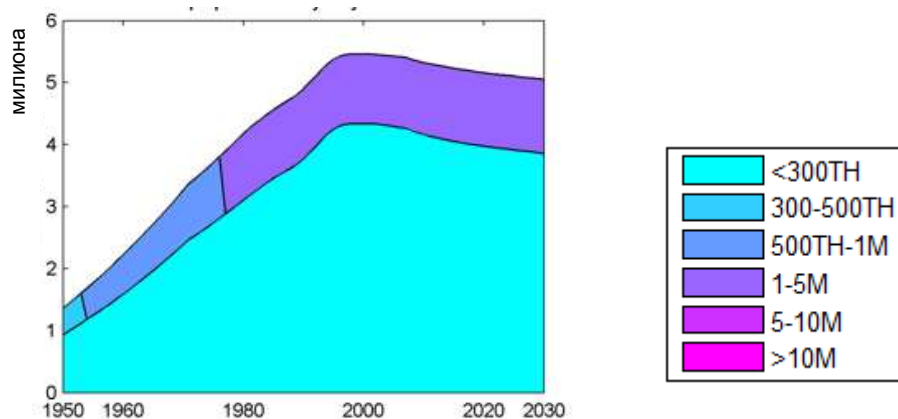


Слика 2.9. Однос становника који живе у граду и других земаља у региону (DESA, 2014; 2018)



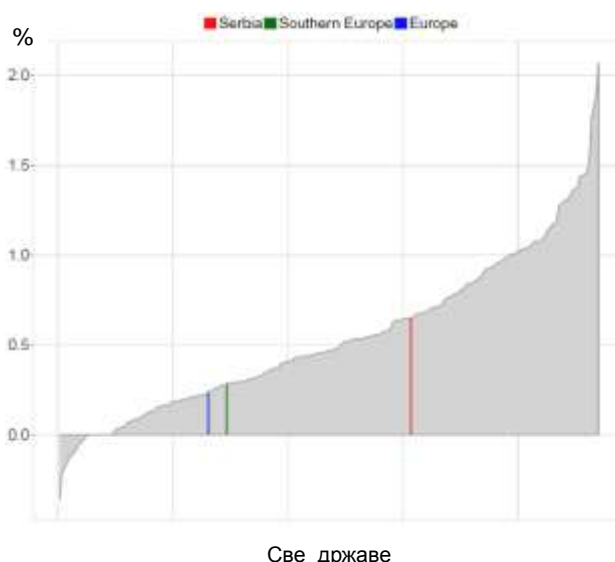
Слика 2.10. Број становника у Србији који живе на градском и приградском подручју (DESA, 2014; 2018)

Слика 2.9 приказује однос популације становника у Србији (плава линија), околним регионом (црвена линија) и континентом (зелена линија) у односу на проценат урбаних делова свих земаља света (сива површина). Вредности илуструју, који је ниво урбанизације Србије у поређењу са њеним околним регионом, у односу на све друге земље света.



Слика 2.11. Градско становништво сврстано по величини класа (DESA, 2014)

На Слици 2.11 приказан је број становника у урбаном подручју у Србији по величини класе своје урбане агломерације за 2014. годину. Светло плаво подручје је преостала категорија, која укључује све градове и урбану агломерацију са популацијом мањом од 300.000 становника. Величина класе одговара следећој легенди поред дијаграма.



Слика 2.12. Стопа раста становника у градовима у Србији (DESA, 2018)

Просечна годишња стопа раста урбане популације у Србији између 1950. и 2018. године приказана је на Слици 2.12 плавом линијом, у поређењу са просечном годишњом стопом раста урбане популације у свим земљама света (сива област). Овај дијаграм илуструје да је стопа урбане популације између 1950. и 2018. године биле позитивна у великом броју земаља света. Само неколико земаља имало је негативне стопе раста - што указује на смањење између 1950. и 2018. године.

## 2.6. СТАНОВНИЦИ ПРИГРАДСКИХ НАСЕЉА

Људи који живе у приградским насељима, у великој мери ослањају се на градове због радних места, продавница и других садржаја. Они бирају да живе у и око



градова, у урбаним градским центрима, мирним областима, у зависности од потреба које имају.

Једно од истраживања бавило се питањем због чега људи бирају да живе тамо где раде, у самим градовима или око њих (Thomas i dr., 2015). Утврђено је да:

- Становници у централним деловима градова (млади и студенти), кажу да ту живе да би били близу градских дешавања, културних објеката, јавног превоза, школе/факултета;
- Становници предграђа, који имају више од 30 година и живе са децом, рекли су да тамо живе због мањих трошкова, величине и врсте стамбеног објекта, да би били близу добре школе, као и због сигурности и безбедности комшилука;
- У сеоским областима, које имају тенденцију да у кућама живе људи старости преко 55 година, пре свега се одлучују да живе на том подручју да би били близу обрадивих и зелених површина и узгајења домаћих животиња.

Популација становника у централним деловима великих градова удвостручена је између 2001. и 2011. године, углавном због младих и студената. Они су одлучили да ту живе због доступности јефттинијег становања, али и због близине послова и других садржаја. Неки људи имају више избора него други када планирају где ће да живе. Да би се боље разумело зашто неки људи бирају да живе тамо где раде, извршено је Национално Истраживање широм Велике Британије (Thomas i dr., 2015):

#### *Студенти и млади узраста 18-24 године*

Старосна група у доби од 18-24 године је чешћа од других старосних група и њихов разлог да живе ту где су се родили, јесте само место рођења и њиховог одрастања, и ова старосна група чешће живи у домаћинству са својим родитељима. Такође, неизненађујући податак јесте да је 26 % младих навело међу главним разлозима и то да би били у близини пријатеља и породице. Док се млади ослањању на пријатеље и породицу, са друге стране мане се огледају у удаљености од клубова, ресторана, културних и рекреативних објеката (17 %) и доступности ЈГПП-а (19 %).

#### *Старосна група 25-34 године*

За оне који су у доби између 25-34 године, близина радног места значајан је разлог живота у градском насељу него било које друге старосне групе (24 %), јер се сматра већом вероватноћом за ову старосну групу да ради пуно радно време него било која друга старосна група. Такође, они имају одговорност и бригу за чување мале деце или старих родитеља више него друге старосне групе (Kingman, 2012).

#### *Породице и средња старосна група: 35-54 године*

Становници старости од 35 година па надаље, сматрају да је близина радног места основни разлог због чега се одлучују да живе тамо где раде (19 %). Уместо тога, сигурност и безбедност у самом насељу (17 %), близина добре школе за њихову децу (13 %), као и величина и тип стамбеног објекта (21 %), постају значајан фактор који се односи на потребу ових породица да имају безбедно окружење у коме ће се

васпитавати њихова деца. Трошкови становања (30 %) су посебно важан фактор за ову старосну групу.

### *Становници и пензионери преко 55 година старости*

Старосну групу људи преко 55 година, највероватније чине лица која су или ће бити пензионисана и који већ имају независну децу. Два главна разлога су да буду близу села и зелених површина (30 %), као и величина и тип стамбеног објекта (29 %). У овој фази живота, финансијска ограничења су мање значајна, јер је мали број испитаника трошкове становања навело као ману. Уместо тога, овој старосној групи приоритет су други фактори као што је саобраћајна приступачност насељу.

Поједини делови града имају различите природне погодности, или представљају прикладније локације за одређене погодности, од других.

Периферни делови града, који представљају првенствено изграђене делове града са мањом густином радних места и активности, али са већим бројем кућа и више отвореног простора, имају тенденцију да буду дом за већину породица из више разлога. Живот у кућама је главни разлог због кога су испитаници изабрали да живе у приградском насељу, а такође и трошкови становања (31 %), величина и тип становања (24 %), што је много важније него у градским центрима, где би становници жртвовали зелени простор зарад неког интереса. Они такође чешће бирају приступ добрим школама (12 %) него становници на другим местима, као и близину пријатељима и рођацима (29 %), што је такође чешћи разлог за приградске становнике.

## **2.7. МОБИЛНОСТ СТАНОВНИКА У ПРИГРАДСКИМ НАСЕЉИМА**

Повећање мобилности у приградским насељима је велики изазов. Приградски развој је имао неколико великих последица на пружање превозних услуга (TCRP, 1999):

- Приградски региони су већи од традиционалних градова и имају знатно мању густину. То практично значи дужа растојања за већину путовања, мању доступност ка дестинацијама на пешачкој удаљености и више пређених километара возилом у свакодневним активностима него у урбаним срединама;
- Уколико постоји различитост у сврхама путовања у једном приградском насељу, захтеви за путовањима ће бити израженији у појединим деловима дана у зависности од намене путовања. За одржавање нивоа услуге и ефикасности, услуга јавног превоза мора бити прилагодљива различитим обрасцима трасе пута и конфигурацијама терена;
- Мања просечна густина у приградским насељима значи не само мање настајања путовања, него и да је раздаљина путовања између тачака, у просеку виша. Недостатак повезаног уличног система доводи до мање директних путовања и више пређених километара возила за неке активности него у урбаним срединама.

Наведене разлике у вези са обрасцима путовања и коришћењем земљишта указују на то да не треба само услуга јавног превоза, већ и критеријуми за вредновање



треба да буду прилагођени начину становања у приградском насељу. Повећање мобилности у приградским насељима је велики национални изазов. Постојећа мреже улица историјски је дизајнирана да служи градским урбаним центрима.

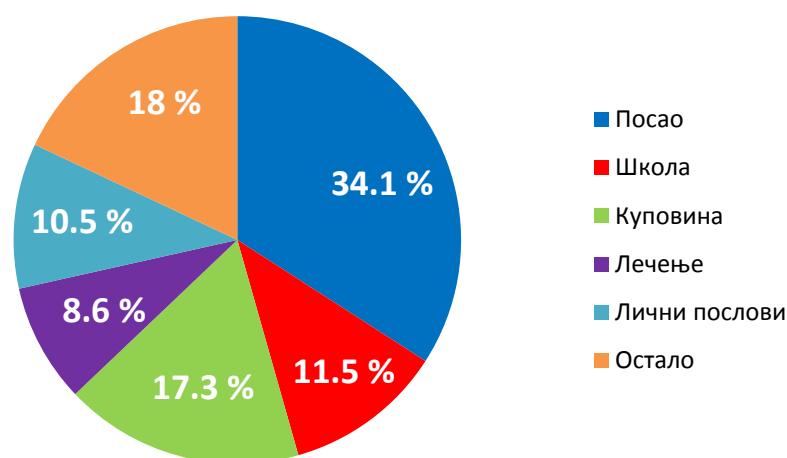
Разлике у обрасцима путовања и у просторним и институционалним уређењима између периферије и урбаног дела града, намећу тежњу не само да се превозне услуге прилагоде новим условима, него и да критеријуми коришћени за планирање и процену услуге буду другачији.

Приликом планирања јавног превоза, морају се узети у обзир и остали фактори као на пример, да буде конкурентан у односу на приватне аутомобиле, железницу, тако да (1) минимизира време путовања обезбеђујући добру повезаност; (2) обезбеђује везе са могућношћу кратких раздаљина за пешачење; (3) размотрити механизме за формирање једне цене целог путовања; и (4) обезбеди директну, удобну везу између станице и одредишта (TCRP, 1999).

Више од 75 % популације Европске уније (ЕУ) живи у урбаним срединама. Због тога, урбани транспорт чини значајан део укупне мобилности. Једна петина километара које људи пређу у путу унутар ЕУ су урбана путовања краћа од 15 km (Hidson i dr., 2003). Између 1995. и 2030. године, очекује се повећање за 40 % у укупним километрима у ЕУ у урбаним срединама. Урбана подручја „трпе“ у великој мери због загушења и гужве услед прекомерне употребе приватних аутомобила. Загађење, бука и незгоде су нарочито акутни проблеми у великим урбаним окружењима и утичу на животе хиљаде људи (Hidson i dr., 2003).

Велика урбана подручја нису одржива без јавног превоза. Велика густина становника и радних места чини простор врло оскудним ресурсом за нормалан живот. Јавни градски превоз је с тога један од најзначајнијих сектора у стварању одрживог урбаног окружења. Јавни превоз је најефикаснији начин транспорта у смислу потребног простора по путнику и тренутно је најбољи одговор на потребну мобилност у густо насељеним подручјима.

Мобилност у руралним подручјима је мања него у урбаним. У земљама, у којима не постоје велике разлике између урбаних и руралних подручја, обично нема ни великих одступања у мобилности. У општем случају, рурални становници реализују мањи број кретања, али при том прелазе већа растојања од извора до циља.



Слика 2.13. Сврха путовања становника у малим урбаним и руралним срединама  
Извор: АРТА (2007)

Примарно одредиште за кориснике јавног превоза у малим урбаним и руралним срединама је посао, што чини 34 % свих путовања (Слика 2.13). Куповина и вечерњи изласци чине 17 % путовања, образовање представља 12 %, лични послови 10 %, а одлазак код лекара 9 %. Све остале сврхе путовања, укључујући друштвене активности и рекреацију, представљају 18 % путовања (АРТА, 2007).

Јавни превоз нуди мобилност за милионе становника. Међутим, за становнике малих урбаних и руралних подручја, приступ јавном превозу би требало да буде знатно проширен. Скоро две трећине свих становника у овим заједницама има неколико опција превоза. Иако су велики кораци учињени у последњој деценији да се обезбеди већи избор превоза, много већа подршка је потребна у тим заједницама.

Поред тога што нуди алтернативни метод превоза, јавни превоз игра значајну улогу у економији једне државе, укључујући приступ послу, уштеду времена за путнике, уштеда трошкова превоза за послодавце и приступ за све. Скоро 6 % сеоских домаћинстава и више од 6 % малих урбаних домаћинстава немају приступ приватним возилима (ФНА, 2011).

Јавни саобраћај је веома неекономичан у ретко насељеним подручјима, а решења која су имала за циљ да ограниче употребу приватних аутомобила и да задовоље потребе становника без аутомобила, имала су делимичан успех. Просечан број аутомобила по једном домаћинству расте много брже на периферији него у центру града - на пример, 0,5 аутомобила на једно домаћинство у Паризу, према 1,5 аутомобила на једно домаћинство у париском предграђу. Притисак да се смањи време путовања дневних миграната, упркос великим раздаљинама између места становања и места рада, довео је до изградње специјализоване и скупе транзитне инфраструктуре, која генерише ограничен степен буке, а има за последицу неорганизовану урбану морфологију и разарање околине (Јанић, 1997).

### 3. САОБРАЋАЈНА ПРИСТУПАЧНОСТ

Појам приступачности треба посматрати са становишта колико је потенцијалним путницима који имају одређене превозне захтеве, доступан систем јавног превоза, а самим тим и градско подручје, узимајући у обзир ограничавајуће факторе.

Приступачност се може оценити према различитим географским скалама. У финој зони, на приступачност утиче квалитет пешачких услова и груписане активности у оквиру локације, тржног центра или комерцијалног центра. На локалном и регионалном нивоу, на приступачност утиче квалитет тротоара и бицикличких стаза, повезаност улица и густине путне мреже. Међурегионална приступачност односи се на квалитет аутопутева, ваздушне, аутобуске и железничке услуге.

Густина путне мреже има тенденцију да обезбеди добру приступачност због вишеструких могућности, директнијих веза између дестинација и ужим улицама са мањим брзинама које су погодније за пешачење и бициклизам. Слично томе, двосмерне улице имају тенденцију да пруже директнији приступ дестинацијама него једносмерне улице (Gayah, 2012).

Постоје компромиси између различитих видова приступачности. Ово се дешава јер пројектовање саобраћајница и обрасци коришћења земљишта, често су оптимални само за један начин кретања и углавном мање погодни за друге начине. Као резултат:

1. Аутопутеви пројектовани за максималну мобилност возила имају лошу доступност, док путеви пројектовани за максималну приступачност (многи прилазни путеви и раскрснице) не могу безбедно примити велике брзине.
2. Обрасци коришћења земљишта који максимизирају приступ аутомобилу (развој ниске густине са активностима смештеним дуж градских артерија и раскрсница аутопута) имају тенденцију лошег немоторизованог приступа, док оријентисан развој (груписани развој са ограниченим паркингом и добар пешачки приступ) може повећати саобраћај и загушење паркинга.
3. Шири путеви и веће брзине кретања често стварају препреке за пешачење, тако да су путање возила и пешака често у сукобу.

Квалитет приступачности има изузетно директан и индиректан утицај. Планирање транспорта и коришћења земљишта често укључују компромисе између различитих форми приступачности. На пример, особености пројектовања путева који максимизирају брзину возила, могу смањити доступност активног транспорта (пешачење и бициклизам).

С обзиром на то да је приступачност коначни циљ већине транспортних активности (осим мањег броја путовања која немају жељену дестинацију), планирање транспорта треба да буде засновано на саобраћајној приступачности. Међутим, конвенционално планирање има тенденцију да процени перформансе саобраћајног система базираног пре свега на условима путовања моторним возилима користећи индикаторе као што су ниво услуге пута, брзина саобраћаја и трошкови рада возила, док су остали фактори приступачности често занемарени или подцењени (Litman, 2017).

Груписани концепт се може приказати на следећи начин - саобраћај је подгрупа мобилности, а мобилност је подскуп приступачности, као што је приказано у наставку на Слици 3.1:



Слика 3.1. Саобраћај, мобилност и приступачност (Duranton and Guerra, 2016)

Транспорт се може посматрати из различитих перспектива: саобраћај возила је подскуп мобилности, што је подскуп приступачности. Приступачност је најшира перспектива и тако нуди оптимална решења за проблеме са транспортом, укључујући и равномернији развој земљишта.

Планирање засновано на приступачности је пожељно јер је оно коначни циљ за већину транспортних активности, изузев када је мобилност сама по себи циљ, као што је трчање или пловидба; чак и рекреативно путовање обично има одредиште.

У већини случајева планирања транспорта, претпоставља се да повећана приступачност и мобилност пружају нето корист друштву. На пример, многи људи сањају да живе на изолованој сеоској заједници или острву због мирне приватности и сложене заједнице. Ширење транспортних капацитета и повећани саобраћај возила намећу значајне екстерне трошкове (као што су повећани трошкови инфраструктуре, загушење, ризик од удеса, поремећаји у суседству, потрошња енергије и емисије загађења). Због тога свеобухватна анализа доступности и мобилности требала би објаснити ове екстерне трошкове, а не претпоставити да је повећана доступност и мобилност нужно корисна.

### 3.1. ДЕФИНИСАЊЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ

Приступачност (или само приступ) односи се на могућност приступа жељеној роби, услугама, активностима и дестинацијама (VTPI, 2002). Приступачност је крајњи циљ за већину путовања, осим малог дела у којима је кретање само по себи циљ (трчање, јахање коња, пловидба, ужитак возача), без одредишта. Ова перспектива претпоставља да може постојати много начина за побољшање транспорта, укључујући побољшану мобилност, побољшану доступност коришћења земљишта (што смањује растојање између дестинација).

Приступачност се оцењује на основу времена, новца, нелагодности и ризика (генерализовани трошак) који је потребан да се постигну могућности. Приступачност је релативно тешко измерити, јер може утицати велики број фактора. На пример, на приступачност запошљавању утиче локација одговарајућих послова, квалитет и путни трошкови. Модели путовања на основу активности и интегрисани модели превоза и коришћења земљишта су најпогоднији за квантификацију приступачности (BTS, 2001).

Многи људи желе да живе у руралној заједници, али да раде и купују у граду. Као резултат тога, често постоји значајна потражња за унапређењем приступачности урбаних граница. Ипак, ово може покварити погодности које желе градски становници. Домаћинства која су прешла 10 км од града да уживају у сеоском животу ускоро откривају да је њихово подручје нарушено развојем, па њихов одмор и мир представља ограничен фактор. Овај тренд континуирано шири урбанистичку границу и повећава трошкове транспорта, погоршавајући проблеме у урбаним подручјима и проблеме са транспортом, као што су загушење, незгоде и загађење.

У наставку су наведене неке од препорука из праксе које би требало да помогну приликом оцене везе између транспорта и приступачности (Litman, 2017):

- Транспорт би требао бити процењен на основу доступности поред мобилности.
- Процењом приступачности треба узети у обзир све факторе који могу утицати на приступачност, укључујући потребе и способности људи, расположивост и квалитет различитих приступних опција, фактори коришћења земљишта, мрежна повезаност и шеме коришћења земљишта.
- Планирање превоза треба да идентификује одређена ограничења приступачности у одређеној ситуацији (одређени људи, времена, локације, врсте путовања итд.). На пример, загушење саобраћаја може бити главно ограничење у неким ситуацијама, док у другим случајевима ограничење представља неадекватна информација о кориснику или високи финансијски трошкови.
- Процењом приступачности требало би посебно посветити пажњу потребама угрожених група, укључујући особе са инвалидитетом и ниске приходе. Квалитет њиховог приступа може се проценити у односу на просечне нивое приступачности.

Такође се може дефинисати као потенцијал за интеракцију и размену (Engwicht, 1993). На пример, продавнице прехранбених производа омогућавају приступ прехрани. Библиотеке и интернет клубови обезбеђују приступ информацијама. Путеви и аеродроми омогућавају приступ дестинацијама и према томе активностима (такође назване и могућности). Приступачност се може дефинисати у смислу потенцијала (могућности које се могу постићи) или у смислу активности (могућности које се постигну).

Приступачност је широк појам који се односи на лакоћу приступања одређеним садржајима. Дефинише се на различите начине (Ranković-Plazinić, 2015):

„Приступачност је способност или лакоћа доласка до различитих дестинација или места које нуде могућности за жељену активност (Creightney, 1993);

„Приступачност описује локацију подручја у односу на могућности, активности или средства која постоје у другим подручјима или у самом подручју, где „подручје“

може бити регион, град или коридор (Wegener, Eskelinen, Fürst, Schürmann & Spiekermann, 2001);

„Приступачност подразумева да људи до одређеног садржаја могу стићи уз разумне трошкове, за разумно време и са разумном лакоћом (SEU, 2003);

„Приступачност представља опсег могућности и избора које људи имају у вези са радним местима, услугама, пријатељима и породицом (DfT, 2007);

„Приступачност се односи на лакоћу допирања до робе, услуга, активности и дестинација, које се заједно називају могућностима (Litman, 2008).

Према Donngesu (1999), приступачност се темељи на три елемента:

1. Локацији домаћинства;
2. Локацији садржаја и услуга и
3. Транспортном систему који повезује прва два елемента.

Међутим, набројани елементи су физички и регулативни елементи приступачности, а изостављене су карактеристике домаћинства и појединаца. На пример, домаћинства са ниским приходима можда не могу приступити одређеном садржају, јер је транспортна услуга скупа. Свеобухватнији концепт приступачности подразумева обједињено деловање намене површина (тј. лоцирање садржаја), квалитета транспортног система, степена моторизације домаћинства и финансијских, физичких и психолошких ограничења појединца (Ranković-Plazinić, 2015).

Приступачност може бити:

- *Просторна* – односи се на просторни распоред садржаја у односу на кориснике који испостављају захтев за његовим коришћењем и
- *Временска* – односи се на време пружања одређене услуге у току дана, недеље или дужег временског периода у односу на расположиво време корисника за коришћење услуге.

Просторна приступачност се, према Handy (1993), даље може поделити на:

- Локалну – приступачност која се односи на близину локалних садржаја: прехрамбених радњи, апотека и других основних садржаја и
- Регионалну – приступачност која се односи на удаљеност од већих градских центара и садржаја који се не посећују често.

Велика Британија је земља у којој је највише урађено на пољу приступачности. Приступачност је постала важан део руралне транспортне политике, дефинисани су индикатори за праћење напретка на овом пољу и кроз бројна истраживања ради се ревизија и планирање приступачности различитих садржаја за различите друштвене групе. При том се узима у обзир мрежа линија јавног превоза, јер се претпоставља да је јавни превоз на располагању сваком појединцу и да се мењањем оперативних услова може утицати на побољшање или погоршање приступачности.

С друге стране, поседовање путничког аутомобила такође побољшава приступачност садржајима, међутим, на повећање степена моторизације се не може утицати у кратком временском року – промене су могуће, али је потребно време. Такве промене су заправо непожељне, јер повећање степена моторизације, иако боље за личну приступачност, није у складу са принципима одрживе транспортне политике. Управо то је место у коме одржива транспортна политика постаје контрадикторна: истовремено треба и да омогући и да смањи транспорт људи, а рурални становници доспевају у незавидан положај због мањка превозних опција (Weir & McCabe, 2009;

Ranković-Plazinić, 2015). Поседовање путничког аутомобила у руралним подручјима је кључни фактор који одређује ко ће искувати лошију или бољу приступачност садржајима, те су и стандарди минималне приступачности везани за време путовања аутомобилом до одређеног садржаја (Halden i dr., 2002; Ranković-Plazinić, 2015).

У Табели 3.1 је дат преглед проблема везаних за приступачност, условљених лошим квалитетом услуге транспортног система, за различите друштвене групе.

Табела 3.1. Транспортни проблеми угрожених друштвених група

<b>Друштвена група</b>	<b>Проблеми узроковани транспортом</b>
<i>Чланови домаћинства са ниским приходом</i>	Мали хоризонти путовања; одустајање од здравствене заштите или образовања; потребна финансијска помоћ како не би изгубили посао због трошкова путовања; ризик од социјалне искључености
<i>Незапослени</i>	Неодговарајуће линије или трошкови превоза су препрека за тражење посла
<i>Родитељи из домаћинства са ниским приходима</i>	Отежан приступ друштвеним и културним догађајима, здравственој заштити и продавницама здраве хране
<i>Особе са посебним потребама</i>	Потребна помоћ приликом путовања; ризик од социјалне искључености
<i>Стара лица</i>	Недостатак одговарајућег облика јавног превоза; ризик од социјалне искључености; неповезаност линија јавног превоза са здравственим центрима

Извор: DfT (2007)

Међутим, на тај начин се маскира лоша приступачност за кориснике који не поседују аутомобил, јер је за њих реалније да се оцењује време путовања неким другим видом превоза, првенствено јавним превозом. Зато се последњих година приступачност оцењује у односу на јавни превоз, између осталог зато што је циљ да што већи број корисника пређе са приватог на јавни превоз. У том циљу се и јавни превоз ширио као појам, јер је давно утврђено да су традиционални облици јавног превоза (аутобуси, возови) са унапред дефинисаним режимом рада, неефикасни и скупи, те су се развили други облици, који функционишу на захтев или са променљивим параметрима функционисања (Ranković-Plazinić, 2015).

У Извештају SEU (2003) идентификоване су и квантификоване последице лоше приступачности најзначајнијих садржаја. Резултати су дати у Табели 3.2:

Табела 3.2. Квантификоване последице лоше приступачности

Садржај	Последице
Радна места	- За 40% незапослених је недостатак превозних опција препрека за добијање посла - За 25% људи трошкови транспорта су препрека за одлазак на разговор за посао - 25% младих није у последњих 12 месеци конкурисало за одређен посао због транспортних проблема
Образовне установе	6% младих је одустало од образовања због проблема са транспортом
Здравствене установе	- За 31% људи без аутомобила је отежан приступ здравственој установи, у поређењу са 17% људи који имају аутомобил - Више од 1.4 милиона људи је у последњих 12 месеци пропустило, престало или изабрало да не тражи медицинску помоћ због транспортних проблема
Прехрамбене радње	За 16% људи без аутомобила је отежан приступ супермаркетима, у поређењу са 6% укупног становништва
Друштвене, спортске и културне активности	- За 18% људи без аутомобила је отежано виђање са пријатељима и породицом због транспортних проблема, у поређењу са 8% људи који имају аутомобил - За људе без аутомобила је двоструко већа вероватноћа да тешко приступају рекреативним центрима (9%) и библиотекама (7%)

Извор: SEU (2003)

### 3.2. ПРИСТУПАЧНОСТ У ФУНКЦИЈИ КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА

Различито коришћење земљишта утиче на приступачност (Litman, 2005), укључујући густину путне мреже, повезаност и проходност. Типичан приступ домаћинству може се предвидети као троугао који повезује кућу, рад и услуге. Дужина путовања и међусобна повезаност са дестинацијама утичу на општу доступност. На пример, повећање разноврсности услуга (продавница, школа, ресторани, паркови, итд.) у склопу суседства, и побољшање могућности путовања од куће до радног места, има тенденцију повећања приступачности и смањења трошкова путовања.

Просечан човек посети десетак дестинација сваке недеље (нпр. радно место, продавнице, одлазак код пријатеља, у биоскоп или позориште...). Уколико се предпостави да се ове дестинације равномерно налазе уз главни пут са домом на једном крају. Што је више разбацаних дестинација, потребно је дуже време путовања да би се до њих дошло. Ако су дестинације веома близу, може се до њих доћи пешачењем (Слика 3.2).



Слика 3.2. Приступачност са локације А на једном крају и дестинација на другом крају; Извор: Litman, 2017

Регионална приступачност се односи на локацију у односу на регионални урбани центар (било централни град или централни пословни округ), или број радних места и јавних услуга доступних унутар одређене путне дистанце или времена



(Kuzmyak and Pratt, 2003). Иако регионална приступачност има мали утицај на укупно генерисање путовања, тенденција је да има значајан утицај на дужину путовања и избор начина, а самим тим и путовања по становнику (SACOG, 2008). Људи који живе и раде далеко од урбаних центара имају тенденцију да прелазе знатно више километара годишње него они који се налазе у сличном суседству ближе центру.

### 3.3. ИНДИКАТОРИ МЕРЕЊА ПРИСТУПАЧНОСТИ

Мерење приступачности је комплексан задатак и може да се посматра са различитих аспеката. Постоје многа истраживања у којима се приступачност посматра као скуп малог или великог броја индикатора релевантних за мерење приступачности.

Најраспрострањенији начин је да се приступачност мери временом путовања до одређеног садржаја или бројем људи који се налазе на локацији у оквиру прихватљивог времена путовања до садржаја (Ranković-Plazinić, 2015). Овакви индикатори се понекад узимају и као основа за поделу подручја на урбана и рурална. С друге стране, приступачност се може мерити и са аспекта појединца или групе. На пример, чак и када намена површина и квалитет система јавног превоза обезбеђује добру приступачност одређеног садржаја, појединац, који услед старости није у могућности да користи аутомобил или приступи систему јавног превоза, искусиће мању приступачност у односу на другог који живи у истом насељу. Оваква мера приступачности је свеобухватнија и тачнија, али захтева поседовање мноштва података, до којих је тешко доћи.

Grieso (2003) је предложио да један од индикатора приступачности може да буде разлика у времену путовања јавним превозом и путничким аутомобилом, па мере приступачности могу бити:

- *Просторне мере* – односе се на оцену локације садржаја у односу на путеве и линије јавног превоза који су на располагању корисницима садржаја;
- *Мере засноване на специфичностима одређених друштвених група* – односе се на мерење незадовољених транспортних потреба старијих људи, особа са инвалидитетом, жена и сл. услед финансијских ограничења, старости, слабости, страха од криминала у возилима јавног превоза и других препрека;
- *Мере личног доприноса* – односи се на коришћење информационо-комуникационих технологија у возилима јавног превоза како би се на систематичан начин прикупљали подаци о путовањима корисника и на основу тога идентификовали захтевани параметри квалитета услуге.

#### 3.3.1. Приступачност мерена према времену путовања

Временска приступачност је динамичка карактеристика система превоза. На такву приступачност утиче се организацијом превоза. Када се јави одређена потреба за путовањем, путник који има мању временску приступачност имаће мању вероватноћу да путовање са одређеном сврхом уклопи у расположиво време, док код веће приступачности и вероватноћа реализације већег броја путовања је већа, те самим тим и већа мобилност, односно бржи процес урбанизације, пораст вредности земљишта и рационалнија организација града (Veselinović, 1997).

Временска приступачност са становишта система јавног превоза има два нивоа. Ти нивои могу се дефинисати на следећи начин:

- Ниво I (приступачност са становишта времена трајања путовања).
- Ниво II (приступачност са становишта времена опслуживања у току дана, броја полазака, односно велићине интервала слеђења возила)

Приступачност се може дефинисати као реципрочна вредност времена путовања. Смањењем времена путовања приступачност се повећава. Због различитог реда величина времена путовања и интервала и њихове међусобне повезаности, може се говорити о различитим нивоима приступачности. Према томе потребно је уочити приступачност по времену као полазну основу бихевиористичког доживљавања реалне приступачности.

### 3.3.2. Приступачност мерена према просторној компоненти

Може се рећи да је просторна приступачност за приградска насеља статичког карактера. То је због тога што та насеља леже на коридорима по којима је организована мрежа приградских линија. Самим тим просторна приступачност приградских насеља је највећим делом већ задовољена. Гледано појединачно приградска насеља унутар себе немају мреже линија, већ једну, те ретко за већа насеља две или три линије које се са различитих приградских терминала сливају у један правац према граду. Дакле, већина приградских насеља је урбанизована дуж главног путног правца, тако да са једном линијом, а уз више стајалишта и краћа пешачења, просторна приступачност је сведена у временску приступачност (Veselinović, 1997).

Просторну меру приступачности у Аустралији представља ARIA индекс (Accessibility/Remoteness Index of Australia – индекс приступачности и удаљености у Аустралији). Метод за израчунавање ARIA индекса заснива се на мерењу најкраћег растојања (мерено по саобраћајницама) између насељених места и пет категорија садржајних центара, до којих људи путују како би приступили роби и услугама (Rostami, 2005; Ranković-Plazinić, 2015).

У мерењу саобраћајне приступачности подручја у Јужној Африци разматрају се лакоћа приступа следећим садржајима: најближој здравственој амбуланти, болници, основној школи, средњој школи, прехрамбеној радњи, стајалишту јавног превоза, пошти и центру за социјални рад (Serwadda-Luwaga & Shabalala, 2002; Ranković-Plazinić, 2015). Није посебно дефинисано у односу на који вид превоза се разматра приступачност, већ се мери временом путовања „уобичајеним” видом превоза.

На основу критеријума просторне приступачности, корисници услуга јавних служби сврставају се у следећих пет категорија (Ranković-Plazinić, 2015):

1. Становници Београда, Новог Сада, Ниша и Крагујевца, којима су на удаљености мањој од 45-60 минута превозом доступне квалитетне услуге из обе групе;
2. Становници градова средње велићине (регионалних центара), којима су на удаљености мањој од 45-60 минута доступне услуге из основне групе и највећи број услуга вишег ранга;
3. Становници мањих градова са доступним основним услугама и мањим бројем услуга вишег ранга;

4. Становници сеоских насеља у рубним зонама великих градова којима је доступност услуга условљена мрежом и квалитетом локалних путева и квалитетом јавног превоза, а временска доступност услуга, по правилу, је у оквиру или прелази границу од 45-60 минута; доступност јавних служби за грађане из ове групе могуће је значајно унапредити побољшањем путне мреже и јавног превоза; и
5. Становници сеоских насеља у периферним подручјима општина и у брдско-планинским и изолованим селима, са дефицитарним и субстандардним основним услугама; они због удаљености од места пружања услуге и/или непостојања превоза, не могу да користе услуге јавних служби у општинском центру или другом већем насељу.

Да би се пратио напредак у области доступности услуга, предложено је дефинисање минималних стандарда за сваку врсту услуге. Према RAPP (2010), стратешки приоритет до 2014. године је остваривање минималних стандарда и потпуног обухвата у категорији основних услуга. Иначе, увођење минималних стандарда за приступачност руралних подручја је идеја која је дала добре резултате у Швајцарској и Великој Британији (Halden i dr., 2002; Payet, 2010). На пример, у Шкотској је постављен циљ да до 2010. године трећина руралног становништва живи на максимално 10 минута пешачења до стајалишта јавног превоза са фреквенцијом од најмање једног поласка на сат времена (Halden i dr., 2002). Постојање стандарда се може дефинисати и на нивоу државе и на нивоу локалне заједнице, као иницијатива за предузимање мера за побољшање приступачности.

Дакле, индикатори приступачности могу бити веома различити у зависности од тога који садржаји се узимају у обзир када се мери приступачност, као и у односу на шта или у односу на кога се мери. Пре свега, они могу бити прости и сложени. Прости индикатори представљају једноставне мере приступачности и њихова употреба је карактеристична за земље у развоју. Обично се односе на квалитет саобраћајне инфраструктуре и приступ основним животним ресурсима. На пример, индикатори руралне приступачности у Пакистану представљају процене руралне популације који имају приступ путевима на којима је могуће кретање моторних возила, тј. да ли су ти путеви проходни у свим временским условима, да ли су асфалтирани и колико проценат популације живи у насељу у коме постоји стајалиште јавног превоза (аутобус или воз) (Essakali, 2005; Ranković-Plazinić, 2015).

Сложени индикатори не узимају у обзир само квалитет саобраћајне инфраструктуре и транспортног система, већ и намену површину, угрожене друштвене групе и препреке различитих врста. Приликом израде ESPON пројекта у Европској унији (Mathis i dr., 2004; Ranković-Plazinić, 2015) сложени индикатори приступачности су подељени у следеће категорије:

- Индикатори трошкова путовања – мере акумулиране или просечне трошкове путовања до унапред дефинисаних циљева путовања (пример: просечно време путовања до града са више од 500 000 становника);
- Индикатори дневне приступачности – засновани су на фиксном временском буџету за путовање до циља који обично представља радно место (пример: максимално време путовања у једном смеру);
- Индикатори потенцијалне приступачности – засновани су на претпоставци да привлачност локације расте са њеном величином (мереном у виду БДП

или просечног прихода), а опада са удаљеношћу, трошковима и временом путовања.

### 3.3.3. Приступачност мерена кроз цену превоза

Генералисани трошак се састоји од: процењеног комфора, процењеног времена путовања, процењене безбедности, процењених физичких напора према вредностима времена сврхе путовања и непосредних трошкова путовања.

Трошкови путовања обухватају непосредне трошкове из џепа јер су сва претходна улагања већ извршена, па се њихова оправданост потврђује све већим коришћењем. За путнички аутомобил директни трошкови су трошкови бензина, наплата паркирања и сл., а у јавном превозу плаћање цене превоза у возилу. Претплатна карта која се добија у предузећу елиминише утицај цене превоза, а цена претплатне картице које купује корисник има утицај само при одлучивању о куповини. Пре тога цена превоза утиче у целини, а после куповине не утиче као трошак путовања. Према томе путник упоређује само непосредне трошкове у издатом новцу, а што није реално, али се корисник одлучује на бази тренутног биланса својих могућности, па се због тога респектује његово мишљење јер је оно основа за одлуку. Из тог понашања произилазе и све последице од урбанизације приградских насеља, мобилности, реурбанизације градова до рационалне просторне организације градова и њиховог окружења (Veselinović, 1997).

## 3.4. РЕВИЗИЈА И ПЛАНИРАЊЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ

Ревизија приступачности се односи на испитивање просторне и временске приступачности одређеног садржаја за појединце и друштвене групе (Grieco, 2003). Карактеристична је за високо развијене земље, као што је Велика Британија, где се рурални проблеми већ годинама решавају у оквиру руралне транспортне политике. Ревизија просторне приступачности односи се на испитивање повољности просторног распореда садржаја, док се ревизија временске приступачности односи на испитивање доступности одређеног садржаја у току дана, недеље или дужег временског периода.

Судећи према искуству Велике Британије, на основу Извештаја SEU (2003) и DfT (2007), главне препреке за приступање садржајима су (Ranković-Plazinić, 2015):

- *Доступност и физичка приступачност превоза.* Јавни превоз не постоји у сваком руралном насељу, а и тамо где постоји, питање је у којој мери се транспортне потребе могу задовољити, тј. да ли се људи могу превести на право место у право време, колика је фреквенција полазака, да ли је потребно преседати да би се стигло до одређеног циља путовања и сл. Удаљеност стајалишта је још један битан чинилац. Поред тога, здравствено стање одређеног броја људи не омогућава коришћење или приступ систему јавног превоза. Доступност и физичка приступачност превоза нарочито погађа домаћинства која не поседују аутомобил.
- *Трошкови превоза.* Приходи у руралним подручјима су обично мањи него у урбаним, а када се узме у обзир да су новчана издвајања за превоз у руралним подручјима много већа него у урбаним, онда је јасно да трошкови превоза чине значајан део буџета руралног домаћинства. Штавише, поједина домаћинства са ниским приходима не могу себи да приуште

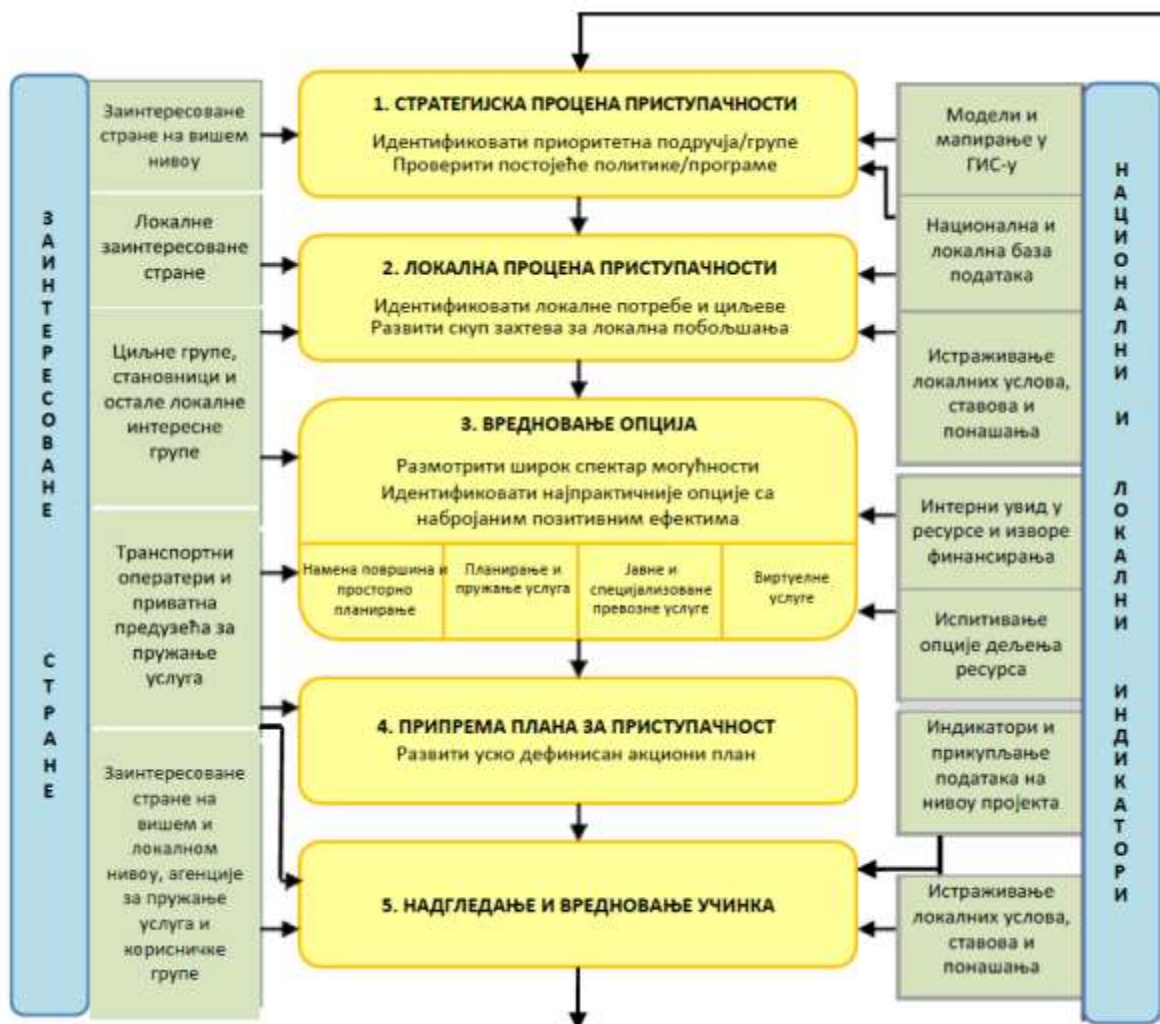
приватни или јавни превоз сваки пут када имају потребу за путовањем, па се тако повећава број путовања и активности од којих се одустаје. У Великој Британији је утврђено да трошкови путовања моторизованим превозним средством чине чак 24% прихода сиромашнијих домаћинстава који поседују аутомобил (SEU, 2003).

- *Безбедност и сигурност*. Није редак случај да људи одустају од појединих садржаја или коришћења јавног превоза уколико им се путовање чини небезбедним. То је нарочито изражено код жена, када је потребно да у току сумрака или ноћу чекају на стајалишту и путују јавним превозом. У неким земљама су и возила јавног превоза места на којима се често одвијају криминалне радње, па је и то један од разлога непопуларности јавног превоза. У неким случајевима, у друштвима који себи могу да приуште комфор путничког аутомобила, јавни превоз једноставно није популаран, осим код старијих људи и деце. На пример, у руралним подручјима Шкотске утврђено је да се значај постојања аутобуског превоза смањује са повећањем прихода домаћинства (Halden i dr., 2002).
- *Хоризонт путовања*. Хоризонт путовања се може описати као лична перцепција сложености путовања од извора до циља. Неки људи нерадо путују уколико је потребно прећи велике удаљености, проводити дуже време у превозу или пажљиво пратити информације на саобраћајној мрежи. Такође, на тешко одлучивање за путовање утиче и губљење поверења у систем, уколико се редови вожње често мењају, а информације не ажурирају редовно.
- *Избор места становања*. У литератури се често води расправа да ли и како треба третирати проблеме са којима се појединац среће у датом подручју, уколико је он сам изабрао да живи на датој локацији. Истраживањем у више руралних подручја Шкотске утврђено је да су људи, који изабере да живе у руралним подручјима, свесни лошије приступачности и да пристају на то зарад добрих страна живота у руралној средини (Halden i dr., 2002). Најчешћи разлог за бирање руралног подручја за место становања јесте пријатност амбијента.
- *Локација садржаја*. Лоцирањем садржаја на одређеном месту у насељу он постаје приступачан одређеној групи корисника. Стога треба водити рачуна да се изабере оптимална локација у датим условима, тј. да се обезбеди приступачност за највећи број корисника. То се постиже разматрањем траса линија јавног превоза, временом рада садржаја и сл.
- *Непостојање услуге „кућне доставе“*. У насељима у којима постоји облик достављања робе или пружања услуге на адреси становања обезбеђен је већи ниво приступачности услуге за људе који су слабије покретни, стари или имају мало времена ван основних обавеза. Заправо, у овом случају се проблем приступачности решава смањењем потребе за мобилношћу. То је нарочито важно обезбедити у области здравствене заштите.

Процес планирања приступачности (Слика 3.3), према SEU (2003), треба да се састоји из:

- **Ревизије приступачности** – испитивања да ли људи могу за разумно време и уз разумне трошкове путовања, безбедно и сигурно, да приступе основним садржајима (фазе 1 и 2 на слици 3.3);

- **Ревизије ресурса** – процене потенцијалних или постојећих ресурса за решавање проблема приступачности (фаза 3 на слици 3.3);
- **Акционог плана** – за одређивање приоритетних решења и за израду стратегије (фаза 4 на слици 3.3) и
- **Имплементације и мониторинга** (фаза 5 на слици 3.3).



Слика 3.3. Главне фазе процеса планирања приступачности

Извор: DfT (2004)

Планирање приступачности односи се на мере које се предузимају у циљу будућег побољшања приступачности одређених садржаја. То, на пример, може бити измештање линија јавног превоза или реорганизација начина функционисања услуге (не само у оперативном смислу, већ и у финансијском, као што је промена цене транспортне услуге) како би одређени садржај постао доступан већини људи. Такође, испитивањем оптималне локације за постављање одређеног садржаја планира се да он буде приступачан одређеном броју корисника. На пример, у Европи се крајем прошлог века тежило да се тржни центри смештају ван центра града, а при том у многим градовима трасе линија јавног превоза нису прилагођене новонасталим променама. То није представљало проблем за оне којима је аутомобил на

располагању, али за људе који се ослањају на јавни превоз није обезбеђена приступачност тим садржајима (Ranković-Plazinić, 2015).

У свакој фази процеса планирања приступачности учествују одређене заинтересоване стране. Највећи број заинтересованих страна учествује у изради акционих планова и вредновању имплементираних решења. Такође, за сваку фазу се дефинишу одговарајући индикатори на основу којих се доносе одлуке. Индикатори, у зависности од фазе, могу бити дефинисани и праћени на локалном или националном нивоу (Табела 3.3).

Табела 3.3. Индикатори приступачности

Елемент приступачности	Индикатори
Времена путовања и удаљеност од аутобуских стајалишта	Процент људи који се налазе на највише 10 минута пешачења од трасе аутобуске линије која има поласке на [5, 10 или 15] минута
	Процент људи који могу доћи од врата до врата [радног места/ болнице/прехрамбене трговине] за највише [45] минута путовања јавним превозом
	Процент деце старе 5-11 година која могу до [одређене] основне школе стићи не прелазећи растојање веће од [1 километра]
	Препреке за коришћење јавног превоза
	Процент потпуно приступачних аутобуса на одређеним рутама у датом подручју
Број путовања	Процент људи који не користе јавни превоз због страха од криминала
	Број путовања по особи по виду превоза или сврси путовања
	Брига о кориснику и задовољство корисника
Утицаји	Процент транспортног особља које је обучено да брине о кориснику и његовим посебним потребама
	Опште задовољство корисника услугама јавног превоза
	Број деце која као пешаци страдају у саобраћајним незгодама на 1000 деце
Приступ аутомобилу/вожњи	Процент домаћинстава која имају приступ аутомобилу
Трошкови путовања	Просечни трошак путовања локалним аутобусом по милји
	Просечни трошак путовања аутобусом
Приступ садржајима	Процент људи који сматрају да им је отежан приступ одређеним садржајима (на пример, болницама, школама, факултетима итд.)
Приступ прехрамбеним трговинама	Процент људи који се налазе на удаљености од највише [500 м] од прехрамбене трговине

Извор: SEU, 2003

Farrington (2007) је такође предложио увођење стандарда приступачности, формираних на основу општих друштвених стандарда у датој заједници или усвајањем универзалних вредности. Стандардизацијом нивоа приступачности створили би се конкретни услови за праћење побољшања приступачности и идентификовања подручја „добре“ или „лоше“ приступачности. Добра приступачност подразумева висок ниво приступачности у датом подручју, обезбеђен путем заједничког, планског деловања у области транспорта, намене површина и обезбеђења основних услуга. Лоша приступачност подразумева да су нивои приступачности нижи, јер нема интегрисаног приступа између сектора политике који утичу на приступачност (Ranković-Plazinić, 2015).

## 4. УТИЦАЈ ЈАВНОГ ГРАДСКОГ ПРЕВОЗА НА ОКРУЖЕЊЕ

Недавна анкета утврдила је да 92 % Канађана мисли да јавни градски путнички превоз чини њихову заједницу бољим местом за живот, док 73 % испитаника осећа директне користи (CUTA, 2002). Чак и тада, природне везе између јавног превоза и квалитета живота можда не могу бити одмах очигледне. Јавни превоз чини значајан допринос у свим друштвеним областима. Јавни превоз представља драгоцену алтернативу за употребу аутомобила за већину градског становништва.

ЈГПП помаже градском становништву у свакодневним активностима у заједници, и омогућава им да имају нормалан живот. Јавни превоз, с друге стране, помаже да се побољша мобилност.

Јавни превоз је од кључног значаја за будућност једне нације. Јача привреду, бави се очувањем енергије и ресурса, смањује загушења, мање је глобално загревање и побољшан квалитет ваздуха и здравље, критична помоћ у ванредним ситуацијама и катастрофама, повећава вредност и развој непокретности, мобилност у малим урбаним и руралним заједницама, већи приступ за групе свих узраста и околности, нижи здравствени трошкови... – све ово доприноси бољем квалитету живота.

На националном нивоу, јавни превоз подржава интересе становника и политике, укључујући смањење зависности од нафте из иностранства, и пружање адекватног одговора у хитним случајевима. На индивидуалном нивоу, јавни превоз штеди новац, пружа људима изборе, слободу и могућности.

У 2005. години, становници САД-а су остварили 9.7 милијарди путовања јавним превозом (BTS, 2006). Од 1995. до 2005. године, путовања јавним превозом повећана су за 25 % (APTA, 2006).

Такође, јавни превоз је од изузетног значаја за транспортни систем једне државе и од суштинског значаја за економски и социјални квалитет живота грађана. Нове информационе технологије упозоравају путнике преко е-маила или мобилног телефона када следећи аутобус или воз долази. Људи планирају своје путовање преко интернета. Помаже свима, породицама, студентима, пензионерима, особама са инвалидитетом, док покушавају да остваре своје личне послове, задовоље дневне потребе и одржавају висок ниво саобраћајне независности.

Имплементација ефикасног система за приградска насеља може повећати доступност основних услуга, олакшавање личних путовања и повећање квалитета живота грађана у приградским заједницама. Председници Месних заједница приградских насеља морају идентификовати кључне проблеме система за рурални саобраћај пре свега развијање стратешких планова и препознати потребу за успостављање система руралног саобраћаја и боље планирање будућности.

### 4.1. ЕКОНОМСКИ УТИЦАЈ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА У ПРИГРАДСКИМ НАСЕЉИМА

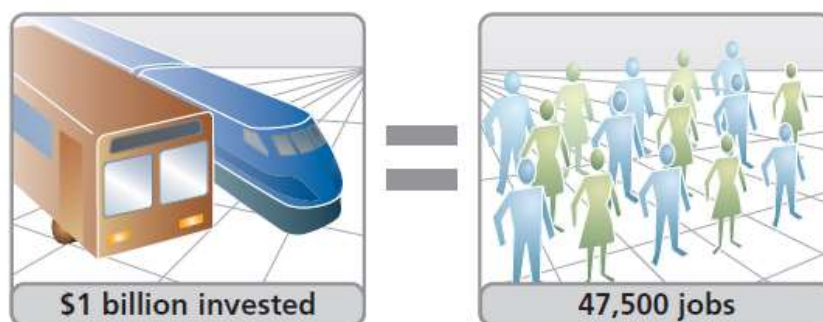
Постоји више економских утицаја јавног превоза у приградским подручјима. Ови утицаји се могу свести на неколико главних области, укључујући запошљавање и пословне активности, мобилност, утицај трошкова корисника система, и утицаја на економски раст приградске заједнице.



Улагање у јавни превоз је добра инвестиција за повећање обима посла, генерално. Процењује се да сваких 10 милиона долара капиталног улагања у јавни превоз, даје 30 милиона долара у повећање обима посла продаје, и да се на сваких 10 милиона оперативних улагања у ЈГПП, враћа 32 милиона долара кроз повећање обима посла (Cambridge Systematics, 1999).

Већина Канађана се ослања на запосленост као главни извор прихода. Немогућност путовања на посао може створити препреке запосленима у приградским заједницама. Систем ЈГПП-а може довести до повећања запослености и локалних пословних активности (Litman, 2011). Пословна активност се лако може пратити кроз приходе од нелокалних купаца, а повећање запослености се може мерити у односу на плате или запосленост по глави становника.

ЈГПП је такође добар за раднике и њихове фирме. Према (FHA, 2002) свака милијарда федералних инвестиција у саобраћајну инфраструктуру подржава и ствара 47.500 радних места (Слика 4.1). Могућност приступа образовању и различитим програмима обуке може драстично повећати дугорочне перспективе запошљавања грађана (Transportation Research Board, 1998).



Слика 4.1. Улагање у јавни превоз ствара нова радна места  
Извор: АРТА, 2007b

Јавни превоз не само да помаже одрживост и стварање нових радних места, већ и омогућава људима да дођу до њих односно, врате се са посла. Компаније које се налазе у близини трасе линија јавног превоза, искуство говори, да је поузданији долазак радника и да су мања кашњења.

Приградски превоз је обично много јефтинији по путнику, у поређењу са другим начинима превоза, као што су такси услуге. Уштеда трошкова јавног превоза се може мерити и упоређивати са основном вредношћу, а доказано смањење трошкова може довести до здравог буџета и побољшања услуга.

Употреба јавног превоза смањује трошкове домаћинства и ослобађа се више прихода за друге потребе. Трошкови аутомобила су значајни јер за сваки зарађени долар, просечно домаћинство потроши 18 центи на превоз, од којих 94 % је за куповину, одржавање и управљање аутомобила (АРТА, 2007b).

## 4.2. УЛОГА ЈАВНОГ ПРЕВОЗА У ПРУЖАЊУ ПОДРШКЕ У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА

Мобилност, слобода и могућност да се путује, одувек је био важан део начина живота. Међутим, како је све више и више возила на путевима, ствара се саобраћајна

гужва, што има за последицу смањење квалитета живота. Према најновијем Texas Transportation Institute (TTI) извештају о саобраћајном загушењу, у 85 градова у САД, загушења су изазвала 3.7 милијарди сати кашњења и 2.3 милијарде литара губитка гориво у 2003. години. Студија је показала да је просечно годишње кашњење по путнику повећало са 16 сати 1982. године на 47 сати у 2003. години (TTI, 2005). Без јавног превоза, кашњења би се повећала за 27 %.

TTI извештај је анализирао утицај јавног превоза (2003.) у 85 градова, који су сврстани у веома велике, велике, средње и мале градове:

- *Веома велики градови (преко 3 мил. стан.):* У Њујорку, Њу Џерсију и Конектикату, спречена су додатна кашњења и уштеђено 52 милиона сати у времену путовања и 6 милијарди долара у трошковима горива.
- *Велики градови (1 - 3 мил. стан.):* Сијетл је оцењен као најбољи град у овој категорији. Градски превоз годишње уштеди путницима 6 милиона сати у времену путовања и 566 милиона долара трошкова горива.
- *Средњи градови (500.000 - 1 мил. стан.):* Солт Лејк Сити, оцењен је као најбољи град у овој категорији. Јавни превоз годишње уштеди путницима 1.3 милиона сати у времену путовања и 73 милиона у трошковима горива.
- *Мали градови (мање од 500.000 стан.):* Колорадо Спрингс оцењен је као најбољи град у малим срединама са јавним превозом, који уштеди путницима 189000 сати у времену путовања и 3.5 милиона у трошковима горива.

Доступност јавног превоза током ванредних ситуација је пресудна у одржавању основног приступа, мобилности и сигурности за појединце. У хитним случајевима, људима који никад нису користили градски превоз, ова услуга може буквално да значи питање живота или смрти.

Током земљотреса 1989. Лома Приета у Сан Франциску, Bay Bridge је био затворен месец дана. Систем ЈГПП је обавио превоз путника и то 75 % више него када мост није био затворен - 35 % (Sedway Group, 1999).

У августу 2005. године, ЈГПП југозападног Охаја, помогао је у евакуацији становника из кућа, школа и предузећа по откривању хемијског цурења из вагон цистерне (Weathers i dr., 2005; SORTA, 2005).

Широм земље, аутобуси се користе као загрејана или климатизована склоништа и центри за третман хитних збрињавања на местима пожара или елементарних непогода (Higgins i dr., 2000).

Искуства у свету су бројнија и свеобухватнија (Derolo, 1996). Данас се у свету развијају и унапређују методе анализе утицаја које посматрају однос система саобраћаја у целини (његове сегменте) и окружења. Ове методе оријентисање су на анализу, систематизацију и квантификацију утицаја, као и на прогнозирање могућих промена у окружењу који могу да буду последица различитих интервенција у систему саобраћаја.

### **4.3. ВРЕДНОВАЊЕ УТИЦАЈА СИСТЕМА ЈАВНОГ ГРАДСКОГ ПРЕВОЗА НА ОКРУЖЕЊЕ**

Истраживања су показала да су корисници спремни да плате више за становање лоцирано у областима која представљају нове урбанистичке принципе или

су "традиционални суседско развијени." Ова насеља су проходна, веће густине, и имају приступ радним местима и садржајима.

Tu и Erpli (2013) су утврдили да би купци платили од 4.1 до 14.9 % више за становање у новим урбанистичким деловима. У другој студији, аутори су открили да су домаћинства спремна да плате више за домове у насељима са боље повезаном уличном мрежом, мањим блоковима, пешачкој доступности комерцијалним садржајима и близина Лаког шинског система (LRT).

Како се наводи у (Depolo, 2006) поступци планирања транспорта и вредновања утицаја на окружење спроводе се, у идеалном случају, као интегрални задаци који се узајамно прожимају и подржавају. Поступак планирања је квалитетнији уколико се обезбеди благовремена идентификација друштвених, економских и физичких ограничења алтернативе масовног транспорта. Планирање система за масовни превоз путника и локација за изградњу, односно пројекти развоја инфраструктура и намене земљишта у градовима уопште, могу бити знатно ефикаснији, а усаглашавање сукоба између развоја ЈГПП-а (инфраструктуре) и потенцијала локација, благовремена идентификација и минимизирање супротстављених утицаја, биће олакшани ако се анализе друштвених, економских и утицаја на физичку средину спроводе још у току израде иницијалних планерских студија.

Израз „вредновање утицаја пројекта на окружење“ односи се на мерење или процену услова везаних за постојеће или будуће стање окружења и вредновање значаја измерених утицаја пројекта на окружење.



Слика 4.2. Општи алгоритам методологије вредновања утицаја пројекта ЈГПП-а на окружење, Извор: Depolo, 2006.

У методолошком смислу, утицаји које један пројекат јавног масовног превоза путника генерише ка окружењу сврстани су у три основне групе: Утицај на друштвену средину, на економију-привреду и на физичку средину (Derolo, 2006). Анализа утицаја односно његових компоненти започиње идентификацијом питања која су значајна за њихово вредновање, затим следи систематизација и класификација сваког утицаја (Слика 4.2).

Одређени значај дат је двома компонентама утицаја – на економију (привредне активности) и на друштвену средину. За њихову оцену битне су методе и технике анализе и прогнозе које се односе на подкомпоненте: запосленост, доходак, пословне активности и стамбена изградња, а за утицај на друштвену средину, техника и методе којима се анализирају и прогнозирају утицаји који генеришу стајалишта у свом окружењу.

Како се наводи у (Derolo, 2006), основне области инвестирања у непокретности које су методологијом обухваћене везује се за становање, пословни и малопродајни простор, хотеле и индустријске објекте. Повећање обима изградње у свакој од ових области може да буде индуковано у подручјима опслуженим новом инфраструктуром масовног превоза уколико се, као резултат инвестирања, испољи квалитетнији ниво приступачности, па та подручја постану конкурентнија на тржишту некретнина. Обим и тип нове изградње у функцији су потенцијала изградње на читавом урбаном подручју и трендова на могућем тржишном подручју ових локација.

Посебна пажња посвећена је могућностима здружене изградње, где се објекти јавног превоза (станице и терминуси) користе као средство подстицаја нове изградње. Прогнозе потреба за новом изградњом пословног и простора за остале намене заснивају се на веома софистицираним методама. За прогнозу на ширем и на осталим нивоима посматрања, веома је важно познавање економије некретнина. Методе прогнозе нове изградње узимају у обзир стање коришћења простора, удео незаузетог (неиздатог) простора, амортизацију и замену фонда, апсорпциону моћ тржишта непокретности и нормативе коришћења (по намени простора) и сличне показатеље.

Раст процента поседовање аутомобила има директан утицај на коришћење јавног превоза. Као прво, појединац који има сопствени аутомобил тежиће да га користи. Његова или њена путовања ће бити минимална јавним превозом, осим повремених путовања. Поред тога, остали чланови домаћинства могу такође да обаве нека од својих путовања као путници у аутомобилу, на пример дете које се повози у школу, или када породица путује заједно негде викендом. Смањење путовања јавним превозом ће на тај начин бити веће него када само једна особа иде аутом, али може да зависи и од цене и квалитета услуге која се нуди.

#### **4.4. РЕЛАЦИЈА ИЗМЕЂУ КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА И ЈАВНОГ ПРЕВОЗА**

Однос између коришћења земљишта и транспорта је сложен. Заједно чине динамички систем и интеракцију у урбаној средини или на нивоу града кроз урбане делове и шире. Начин коришћења земљишта је такође тешко квантификовати. Генерално, област коришћења земљишта у одрживом развоју, представља различите карактеристике као што су удаљеност од градског центра, величина насеља, намене земљишта, пружање локалних објеката, густина развоја, близина транспортних мрежа, облик насеља и урбана форма. Voarnet и Crane (2001) су утврдили да је однос између употребе земљишта и транспорта, веома осетљив на избор емпиријских методологија.

Различите карактеристике коришћења земљишта су често повезане међусобно. На пример, историјске области са великим бројем становника имају тенденцију да буду лоциране у близини градских центара у областима са добрим јавним превозом.

Однос између коришћења земљишта и транспорта је компликован још више од стране блиске повезаности оба елемента са бројним социо-економским факторима, као што су поседовање властитог аутомобила и приход, који су међусобно повезани (Stead i dr., 2001).

Maat (1999) сугерише да коришћење земљишта има највећи утицај на свакодневна путовања становника који живе ту. Што је већа густина града, то је већи захтев за јавним превозом у смислу реда возње, али и краће су дужине путовања. Треба препознати да фактор као што је велика стамбена густина има тенденцију да буде повезан са нижим примањима домаћинства, док се мала стамбена густина повезује са високим примањима. Поред тога ниски приходи повезани су са ниском стопом поседовања аутомобила.

Утицај стајалишта манифестује се на нивоу области којој гравитира, кроз промену начина и интензитета коришћења земљишта и последично, као и промену саме области. Други утицај огледа се у повећаном обиму саобраћаја који стајалиште производи (посебно пешачког) и потребама за паркирањем. Подједнако важан јесте утицај стајалишта на јавну безбедност, пре свега простора у њеном непосредном окружењу и самог објекта стајалишта, и на крају сметње у току њене изградње.

Систем јавног превоза поседује супериорну приступачност у односу на остале, посебно површинске видове превоза (који се може исказати кроз временске или новчане уштеде између зона уз комфор путовања и удобност) и капацитет (исказан бројем особа које може да пропусти кроз коридор до одредишта) (Derolo, 2006). Захваљујући тим особинама, станице дуж траса линија у своје окружење често привлаче нову и интензивнију изградњу. Унутар гравитационог подручја стајалишта често се испољавају веће густине корисника (насељености). Концентрација урбаних функција изазива повећану цену грађевинског земљишта, а узрок томе такође се везује за повећану приступачност ових зона.

Као последица интензивирања запослености и становања, као и због великог броја преседања између различитих видова превоза, у зонама стајалишта расту потребе за робама и услугама. Тако настала „потражња“ ствара „притисак“ на изградњу новог малопродајног и пословног простора и на повећање концентрације јавних садржаја.

#### 4.5. КОНКУРЕНТНОСТ ЛОКАЦИЈЕ

Истраживање друштвених ефеката инвестиција у саобраћају, захтевају знатно сложеније и комплексније методологије од оних које се заснивају на теорији вредности.

Када се анализира конкурентност локација, њу могу да опредељују два основна скупа критеријума (Derolo, 2006):

**Скуп I - Критеријуми на бази анализе приступачности.** Односе се на промене у функционисању система пре и после инвестиције. Када је у питању становање, у пракси се могу користити два показатеља приступачности, од којих се методама генерализације може оформити један - композитни. Први показатељ односи се на приступачност локације становања у односу на локације радних места. Други

показатељ приступачности прорачунава се у односу на локације комерцијалних и јавних садржаја. Исказује се директно, квантитативно (индексом приступачности који је неименован број) или као релативни однос. Будући да се најквалитетнијом локацијом сматра она чији је индекс највећи, метод у коме се користи релативни однос заснива се на облику:

$$RIP_i = \frac{IP_i}{IP_j^{max}} \tag{1}$$

где су:

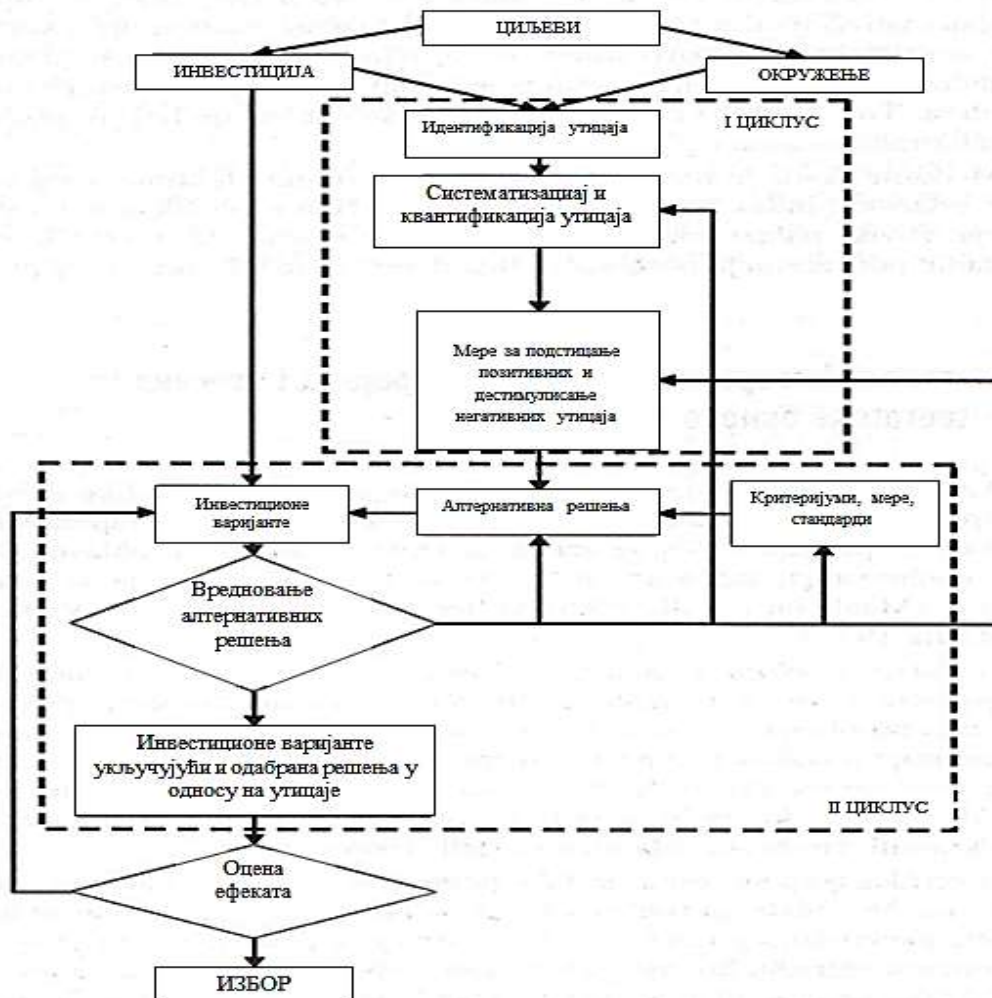
$RIP_i$  - Релативна (стандардизована) вредност индекса приступачности локације „i“

$IP_i$  - Индекс приступачности локације „i“

$IP_j^{max}$  - Максимална вредност индекса приступачности унутар урбаног подручја локације „j“

**Скуп II - Остали критеријуми.** Они покривају широк спектар својстава локације, почев од природних (нагиб, носивост, осунчаност...), преко опремљености јавном инфраструктуром, па до еколошких карактеристика.

Сагласно општем планском развоју урбаног подручја, врши се његова просторна дистрибуција по процедури описаној алгоритмом на Слици 4.3:



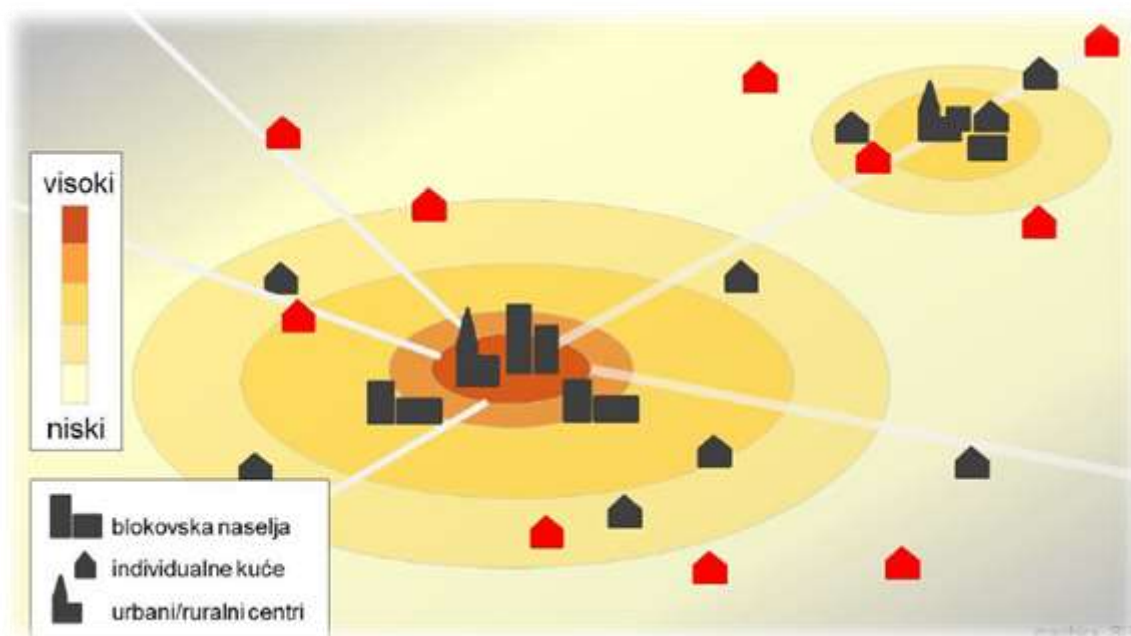
Слика 4.3. Поступак алоцирања нето прираштаја изградње одговарајуће намене на глобалном нивоу, Извор: Depolo, 2006.

#### 4.6. РЕЛАЦИЈА ИЗМЕЂУ ТРОШКОВА СТАНОВАЊА И МОБИЛНОСТИ

Мере управљања просторним развојем и развојем транспорта представљају кључне факторе који утичу на будућу мобилност, односно на избегавање "принудне" индивидуалне моторизоване мобилности. Али оне се у садашњости суочавају са великим проблемима (Gulič, 2014):

- Већина возњи аутомобилом почиње и завршава се на адреси пребивалишта, а локација пребивалишта са значајном стопом, одређују потребе мобилности, изгледе за одрживи саобраћај (пешачење, бицикл, јавни превоз), доступност и дугорочне трошкове становања и превоза. Пракса показује да већина домаћинстава у свом одлучивању не разматра дугорочне ефекте и углавном су у потрази за јефтинијим грађевинским земљиштем и нижим стамбеним трошковима.
- Политичке одлуке власти често прате стамбене потребе на тржишту, занемарујући ефекте неприкладног просторног развоја и утицаје на животну средину. Главни изазов партнерства пројекта MORECO био је подршка развоју јавног превоза преко утицаја на просторно планирање и управљање од локалног до транснационалног нивоа. Главни циљ био је побољшање доступности и подстицање одрживе мобилности помоћу оптимизације полицентричког развоја насеља у Алпском простору.

Трошкови становања и мобилности су међусобно уско повезани. Трошкови земљишта и станова су релативно високи у средишњим центрима снабдевања и запошљавања (Слика 4.4).



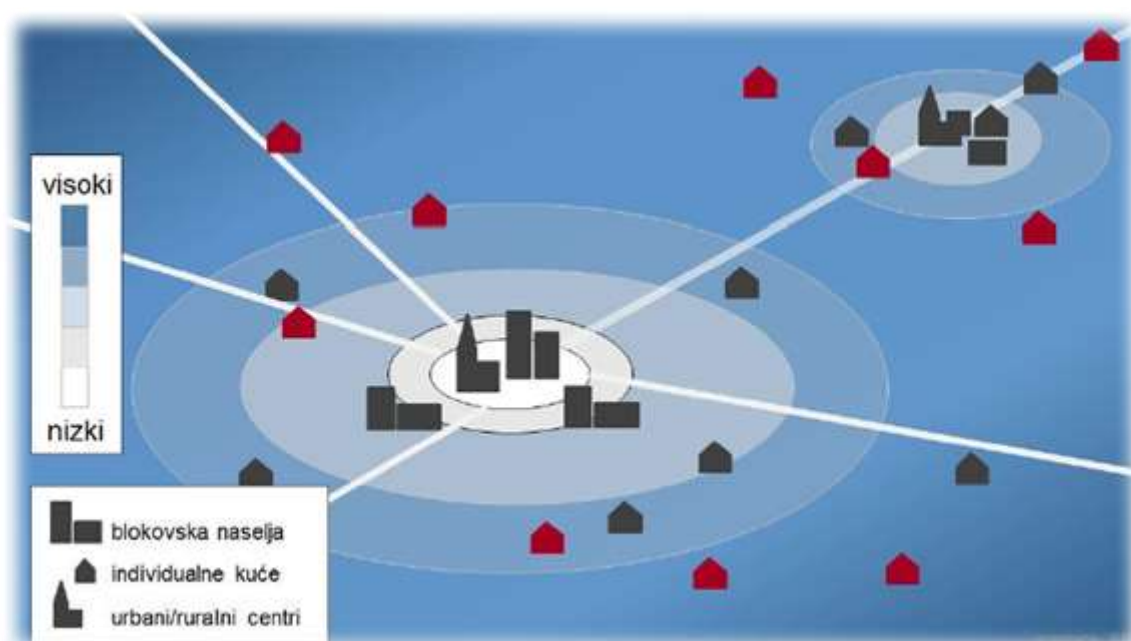
Слика 4.4. Последице високих трошкова становања - стамбена изградња је атрактивна на удаљеним локацијама (Gulič, 2014)

Истовремено високе цене земљишта утичу на повећање густине изграђености насеља. Цене земљишта су ниже у приградским насељима и у близини локалних центара. То доводи до повећања удела сегмента индивидуалних кућа на удаљеним



локацијама, из чега произилази размишљање појединаца: поседовати кућу са великим вртом, у зеленом и мирном окружењу. Мотивације које се јављају воде, између осталог, у следеће: жеља за ширим животним простором, приватност, већа слобода у пројектовању куће и околине, наслеђивање земљишта, стицање власништва. Пошто трошкови земљишта представљају значајан део укупних трошкова улагања у куповину изградњу куће, "реализација сна" зависи од могућности добијања доступне локације. То изазива велику потражњу за грађевинским земљиштем и раст насеља на јефтинијим локацијама удаљеним од центра градова.

Са друге стране то има озбиљне импликације на повећање раздаљина, дужине путовања и трошкова мобилности. Повећавају се приватни трошкови коју између осталог укључују куповину и одржавање аутомобила, куповину горива, повећање стреса и физичке неактивности. Повећавају се и друштвени трошкови који укључују изградњу потребне саобраћајне инфраструктуре, повећану потрошњу земљишта, пораст количине разних загађујућих материја, буке, болести итд. Поред тога повећавају се различити краткорочни и дугорочни изазови као што су нпр. трајни раст цена енергената, повећање саобраћајних гужви, демографске промене у животном циклусу становника (старење становништва), промене у ценама непокретности. Приватни трошкови мобилности су обрнуто пропорционални трошковима становања. Они се повећавају са повећањем удаљености од центара снабдевања и запошљавања (Слика 4.5).

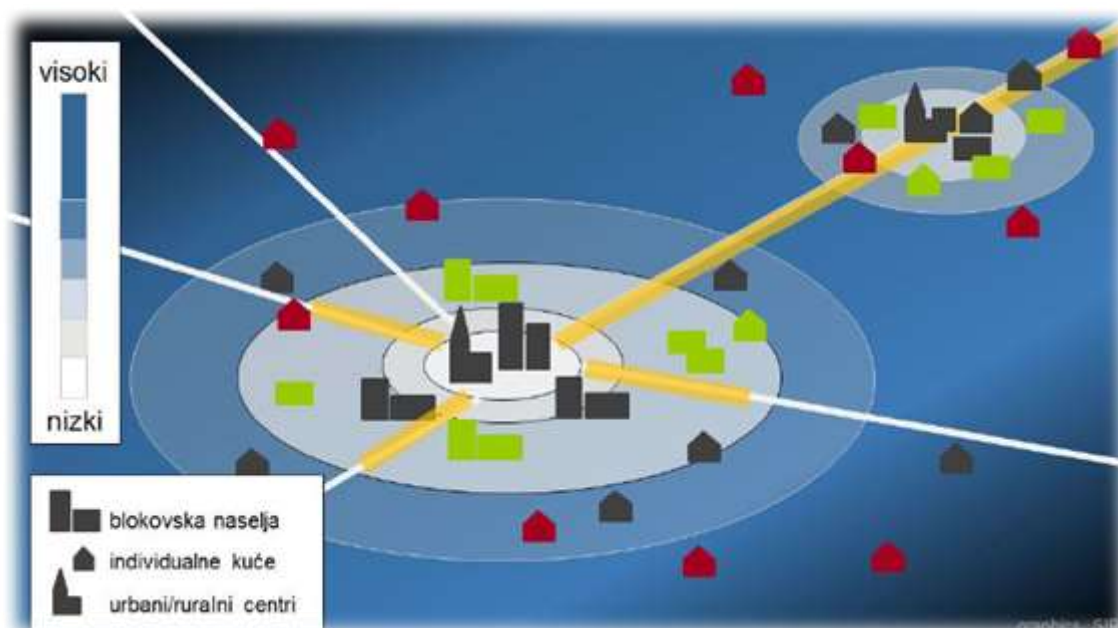


Слика 4.5. Последице ниских трошкова становања на периферији – повећани трошкови мобилности према центрима запошљавања и снабдевања (Gulić, 2014)

Слика 4.6 на шематски и идеализован начин приказује проблематику раста трошкова мобилности. Јавни превоз омогућава ефикасну и економичну мобилност у близини подесно опремљених стамбених подручја. Ово нарочито важи уз редовно коришћење претплатних карата за јавни превоз. Основни циљ пројекта MORECO јесте подршка развоју природним ресурсима и животној средини одрживих насеља која прате постојеће и планиране смерове јавног превоза на тзв. паметним локацијама.



Становање на тзв. паметним локацијама биће мање „рањиво“ на растуће трошкове мобилности изазване предвидљивим растом цена енергената у блиској будућности.



Слика 4.6. Усмеравање смештаја нових станова на паметне локације са ефикасним јавним превозом и одговарајућим капацитетима снабдевања (Gulić, 2014)

#### 4.6.1. Последице повећања трошкова за становништво и домаћинства

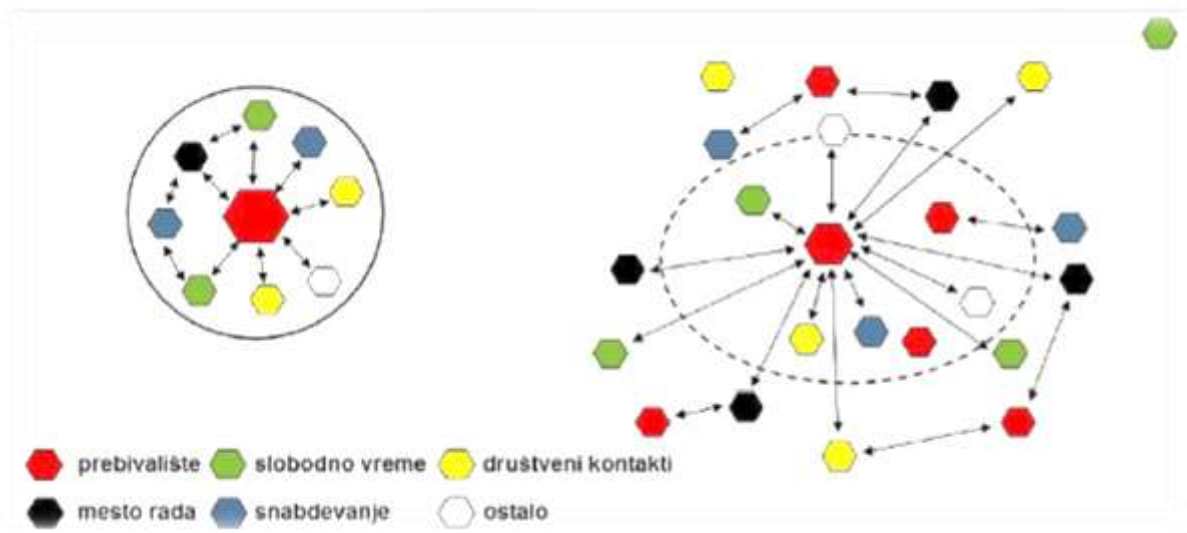
Због карактеристичности постојећих физичких структура насеља и са њим повезане мобилности, домаћинства се налазе под притиском због повећања потрошње енергије. С обзиром да је (у већини случајева) буџет домаћинства ограничен, пораст трошкова становања и мобилност, смањују обим преосталих средстава за задовољавање других свакодневних потреба.

Удео издатка домаћинства према мобилности, зависи од локалне густине становништва. У урбаним срединама са високим густинама, у просеку, око 13 % издатака домаћинства даје се за потребе мобилности. У подручјима са мањом густином насељености, у сеоским и другим ретко насељеним подручјима, овај удео у издацима износи преко 16 % (Henry, 2004). Удео трошкова коришћења аутомобила повећава се са снижавањем густине насељености, као што се на другој страни смањују трошкови употребе средстава јавног превоза. Стога „принудна“ мобилност - као фактор трошкова који смањује буџет домаћинства - погађа посебно домаћинства у ређе насељеним подручјима.

Неефикасно просторно планирање повећава трошкове становништва и домаћинства који се одражавају у:

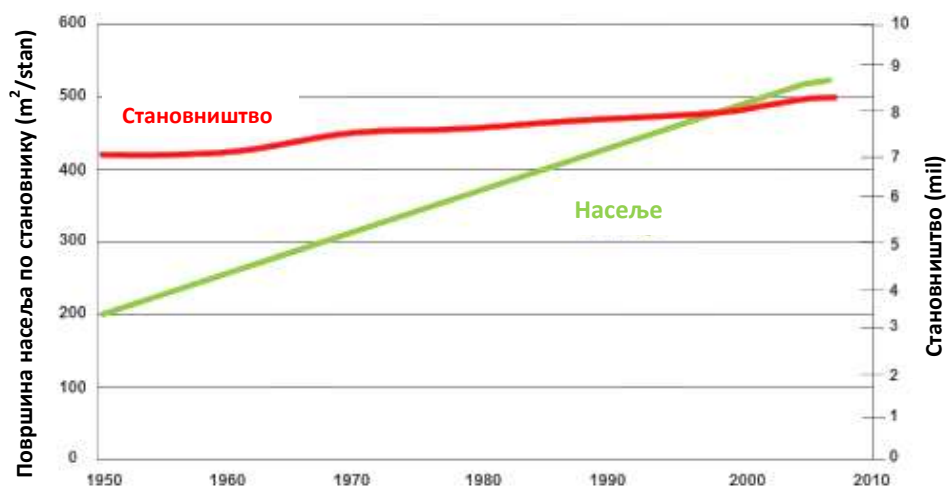
- Потреби да се има у власништву и да се за транспортне сврхе користи аутомобил.
- Сталном порасту трошкова мобилности.
- Недостатку квалитетних транспортних услуга за старије особе и друге угрожене групе становништва.

Узроци дисперзивне и ретке насељености утичу на повећање растојања између различитих функција. То неминовно утиче на повећање удаљености коју је неопходно свакодневно прелазити, а у многим случајевима ови узорци мобилности изводљиви су само кроз употребу аутомобила. То повећава притисак на искључиву приватну употребу аутомобила (Слика 4.7).



Слика 4.7. Узорци насељености који не омогућавају избор (Gulić, 2014)

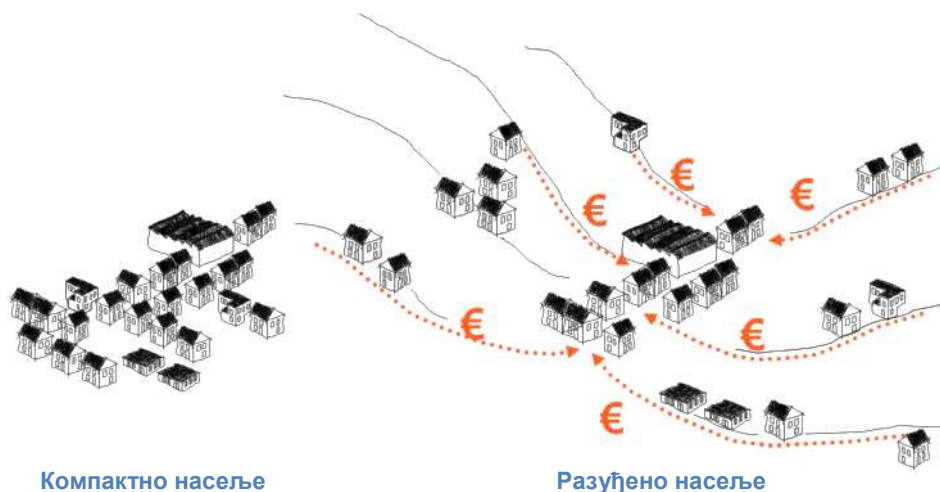
До прекомерног коришћења земљишта и дисперзивних узрока насељености, долази у случају погоршавања демографске ситуације (стагнација или пад броја становника). Коришћење грађевинског земљишта у државама и регијама Алпског простора константно расте (Gulić, 2014). У Аустрији нпр. у просеку 16 хектара новог грађевинског земљишта на дан користи се за стамбену изградњу или изградњу саобраћајне инфраструктуре. Подручја стамбене новоградње расту брже него што расте становништво (Слика 4.8).



Слика 4.8. Повећање површина зона насеља по становнику (Gulić, 2014)

С обзиром на индикатор „површина насеља по становнику“, постоји значајан диспарат између руралних подручја ( $750 m^2$  земљишта за транспорт, рекреацију, индустрију, трговину, становања по становнику) и урбаним срединама ( $340 m^2$  по становнику).

Трошкови инвестиција у приступне путеве и комуналну инфраструктуру два до пет пута су већи у разуђеним него у компактним насељима (Слика 4.9). Док градови и насеља са компактном структуром и вишеспратним зградама имају у просеку 0 до 60 стамбених јединица/ха и дужину путева од око 5 до 20 m на стамбену јединицу, поменути просек у разуђеним насељима је знатно нижи и износи 0.4 стамбене јединице/ ха, и 5 до 50 m дужине путева на стамбену јединицу (Doubek i dr., 1999).



Слика 4.9. Трошкови неефикасног система насеља (Gulić, 2014)

Неефикасно просторно планирање повећава трошкове становништва и домаћинства који се одражавају у:

- Потреби да се има у власништву и да се за транспортне сврхе користи аутомобил;
- Сталном порасту трошкова мобилности;
- Недостатку квалитетних транспортних услуга за старије особе и друге угрожене групе становништва.

#### 4.7. СИСТЕМ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА У ФУНКЦИЈИ ПОВЕЋАЊА ВРЕДНОСТИ ИМОВИНЕ

Становници широм света су препознали да је услуга јавног превоза у потпуности функционална, високог капацитета, од суштинског значаја за раст заједнице на начин који повећава и промовише развој коришћења земљишта. И поред тога, заједнице које улажу у јавни превоз привући ће више посетилаца и купаца, трговинских предузећа и послодаваца, остварујући и високе економске приходе.

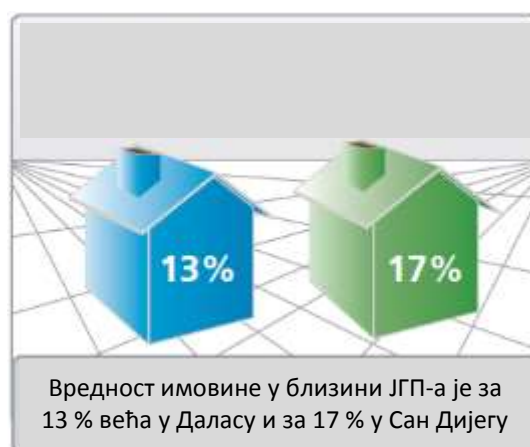
У Арлингтону, развој два метро коридора је концентрисан на 6 процената земљишта у пречнику, али даје скоро половину прихода од пореза на имоовину (ULI, 2003).

У Портланду, намена простор условљена је јавним превозом у оквиру оријентисаног развоја. Више од 6 милијарди долара је дошло услед добре пешачке доступности до стајалишта лаког шинског система од 1980. године (Tri-Met, 2006).

Метро у Лос Анђелесу, има веома успешан заједнички развојни програм који представља више од 4 милијарде долара инвестиција у локални развој (Metro News Pressroom, 2004).

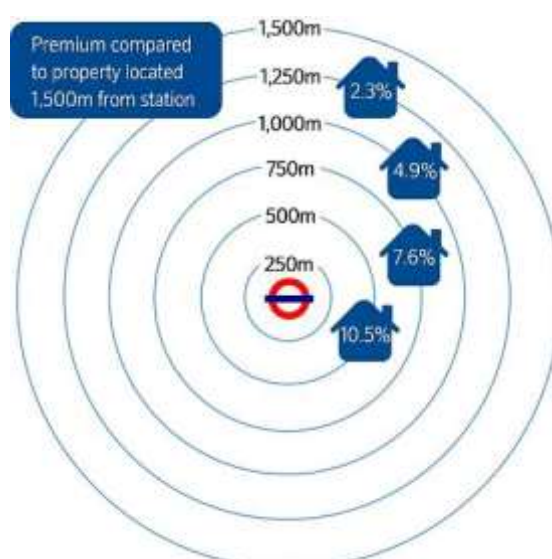
Студија Универзитета у Северном Тексасу је показала да су између 1997. и 2001. пословни објекти који се налазе у близини DART (Dallas Area Rapid Transit) станице, повећале вредност од 24.7 %, док објекти који нису зависни од тог система железнице, повећање вредности је од само 11.5 %. Вредности стамбених објеката у близини станице порасла 32.1 % у поређењу са повећањем од само 19.5 % за стамбене објекте који нису у близини железничке станице. Укупна вредност нових инвестиција од 1999. до 2005. године била је више од 3.3 милијарде долара (Weinstein, 2005).

Према Urban Land Institute, стамбени објекти за продају у близини приградске железничке станице у Калифорнији доследно уживају премије; Према (ULI, 2003), у Сан Дијегу ови објекти имају 17 % већу вредност имовине (Слика 4.10).



Слика 4.10. Јавни превоз повећава вредност имовине (APTA, 2007b)

Nationwide Building Society је спровела истраживање о томе како близина подземне железнице или железничке станице утиче на вредност непокретности у Лондону, Манчестеру и Глазгову, као део најновијег индекса цена куће (Blackmore, 2014).



Слика 4.11. Увећана вредност имовине која се налази на 1500 m од станице (Blackmore, 2014)

Утврђено је да је утицај највише изражен у Лондону, где се на удаљености од 500 m од станице, привлачи 10.5 % цене у иначе идентичном својству као и 1500 m од станице (Слика 4.11). Ово је еквивалентно приближно 42000 фунти засновано на вредности типичног лондонског дома (Blackmore, 2014).

#### 4.8. СИСТЕМ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА У ФУНКЦИЈИ КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА

У општем смислу, транспорт утиче на располагање доступности земљишта за развој и просторни распоред економских активности. То има утицај на цену земљишта, стамбену доступност, трошкове пословања, продуктивност и, на крају, економске резултате.

Урбана подручја захтевају добро функционисање саобраћајне инфраструктуре, тако да саобраћај може да допринос повећању вредности, тако што ће омогућити да боље лоцирана земљишта често достигну највишу вредност (Banister i dr., 2000).

Када се транспорт не обавља ефикасно, вредност земљишта може бити умањена од активности које не стварају профит, на пример бесплатан паркинг (Shour, 1997). Повезивањем транспорта са коришћењем земљишта, могуће је направити урбано подручје ефикаснијим, омогућавајући тиме већи економски развој. Саобраћајна инфраструктура одређује колико људи може доћи до локације на основу дате површине простора и постављене инфраструктуре, укључујући поједине видове превоза (Bannister, 2002).

Транспорт такође може утицати на здравље становништва, у смислу квалитета ваздуха, безбедности, нивоа учешћа у раду и социјалне интеракције (TfGM, 2013). Смањењем површине простора потребног за превоз људи, омогућавајући брже време путовања и правећи што више простора за забаву и остале активности, саобраћајна инфраструктура може да трансформише урбано подручје, повећавајући тиме вредност урбаног простора.

Саобраћајна инфраструктура има могућност да промени географију урбаним срединама, утичући на степен раздвајања између локација (Townroe, 1995). Ефикасност транспортних мрежа омогућује већу доступност и густину развоја, која ствара економску корист.

Voltera (2008) показује да ће ширење манчестерског метроа имати много користи у централном Манчестеру кроз повећање цена кућа дуж трасе. Омогућује повећање радних места у централном Манчестеру, а вредности стамбених објеката су порасле за чак 5,4 % у радијусу од 1 миље око станице.

Слично томе, АРТА је утврдила да вредност кућа у САД-у остварују 41 % више цене када се налазе у близини квалитетног јавног превоза. Људи који живе у близини јавног превоза имају приступ до три пута већем броју радних места по квадратној миљи.

Кроз привлачење инвеститора и купаца, приступачност може да утиче на природу урбане форме и будући развој (Vickerman, 2007). Саобраћајна инфраструктура је директно повезана са коришћењем земљишта, где неки корисници захтевају већи простор од других. Shour (1997) је утврдио да је саобраћај често био лоше планиран, заузимајући површине далеко од битних активности и спречавања економског развоја. Тамо где јавни превоз није доступан или адекватан, људи су принуђени да путују аутомобилима, компликујући тако иницијални проблем

саобраћајног загушења и постављањем повећаних захтева за транспортним простором.

Урбану форму чине и обликују транспорт и одређени обрасци путовања, са ефикасношћу и трошковима транспортног система утврђујући начин на који се развија подручје. Интеракција између транспорта и шире области политике планирања, као што је становање, обликује транспортне опције (Servero i dr., 1997).

Британско Одељење за саобраћај у локалном Белом часопису: „Стварање могућности пораста, смањење нивоа угљеника: направити одрживи локални саобраћај“, (2011) наводи да: „Тамо где су продавнице, радионице и друге службе смештене у близини места где људи живе, значајан су фактор у одређивању колико људи желе или имају потребу да путују. То је значајно јер је одрживи транспорт главни фактор у раним фазама локалног планирања - на пример, кад год се праве нове куће или малопродајни објекти“. У Табели 4.1 приказане су просечне дужине путовања у зависности од начина кретања:

Табела 4.1. Просечне дужине путовања у зависности од начина кретања (NTS, 2013)

Начин	Просечна дужина путовања (miles)
Пешачење	0.8
Бицикл	3.3
Локални аутобус	4.9
Аутомобил	8.5
Брза железница	30.8

Многа места су се трудила да следе примере који произилазе из Скандинавије, где је политика планирања помогла да се 80% путовања оствари некоришћењем путничког аутомобила.

„Градови са великом концентрацијом централизованих радних места, а самим тим и бољом развијеношћу система јавног превоза, имају много мању потрошњу енергије у односу на градове у којима су радна места разбацана“ (Banister, 1995).

TfQL (2011) наводи да веза између саобраћаја и урбанизације треба да буде централна политичка одлука како би се омогућила ефикаснија одрживост градова. Значај стављања планирања саобраћаја у центар збивања се све више препознаје да би се постигли бројни политички циљеви, укључујући повећање економске конкурентности, побољшање квалитета живота, смањење саобраћајне гужве, ниже трошкове транспорта, побољшање квалитета ваздуха, као и смањење трошкова за пружање различитих услуга.

Transport for London (2012) развио је алат којим се вреднују и процењују елементи транспортних интервенција. Плановима који подстичу прелазак на активне видове и на јавни превоз, утврђено је да имају позитиван утицај на вредност земљишта. Овај принцип је примењен на недавном *Crossrail* пројекту у Лондону са 190.000 квадратних метара простора, побољшање животне средине и стварање нових 1.335 паркинг места за бицикле. Смањење доминације аутомобила, *Crossrail* омогућује развој модерне урбане области и процењује се да ће генерисати 10 % повећања у вредности непокретности, додајући 5.5 милиона фунти на непокретности на траси до 2021.године (*Crossrail-undated C*, 2012).

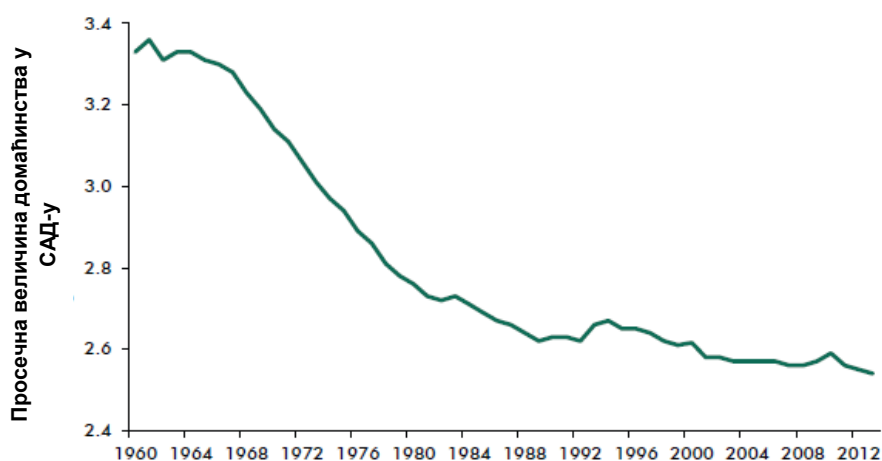


## 4.9. КОМЕРЦИЈАЛНО ИНВЕСТИРАЊЕ У ПРИГРАДСКИМ НАСЕЉИМА

Начин на који многи људи бирају да живе, годинама се мења. У 2011. години, по први пут у скоро сто година, стопа урбаног раста становништва надмашила је приград. Прелазак на градски начин живота постаје постепен и много тога се заправо одвија у приградским подручјима. За комерцијалне инвеститоре ово представља одличну могућност за ширење бизниса широм земље.

Градови су постали прљави и опасани након индустријске револуције, паралелно са повећањем броја фабрика и криминала. Централни делови градова су постали не само места за рад, него и за живот. Неколико фактора допринело је обнављању интереса за урбаним животом (Wirth i dr., 2015):

1. Деиндустријализација централних градова,
2. Промена стила живота,
3. Променљива демографија:
  - а) *Живе сами* - укупан удео у браку Американаца опао је са 72 % у 1960. на 51 % у 2010. години;
  - б) *Удају се касније* - Просечна старост у првом браку никада није била већа, за девојке (26.5 година) и момке (28.7 година);
  - в) *Мале породице* - 3.33 члана је просечна величина домаћинства у 1960., до 2.58 члана у 2010. години (Слика 4.12).



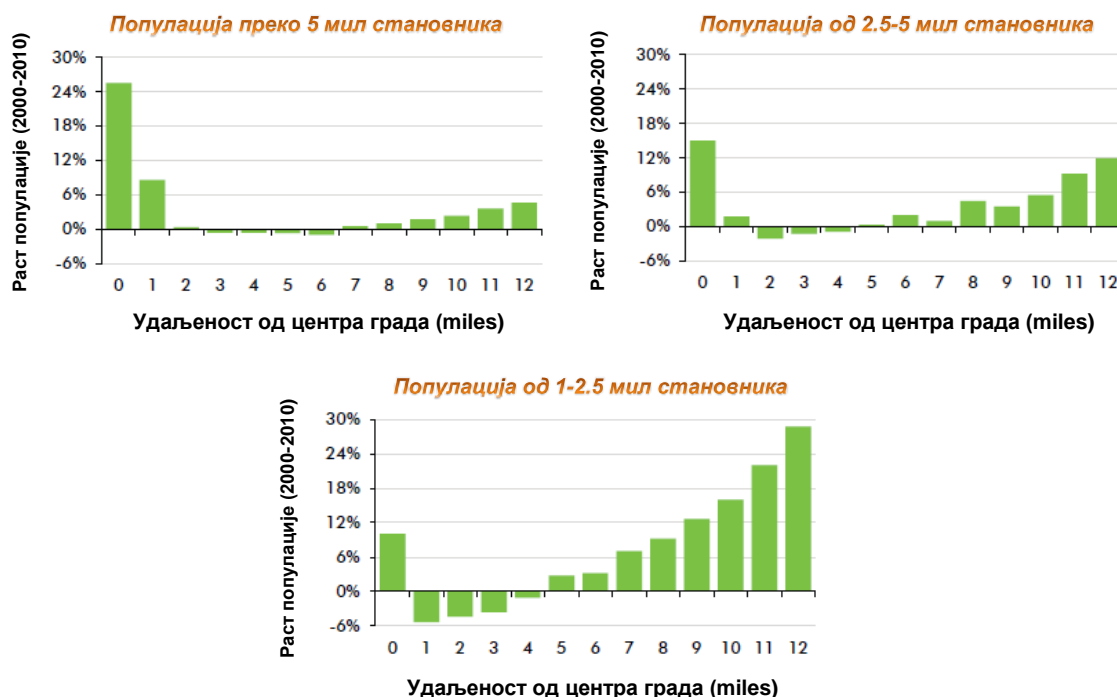
Слика 4.12. Просечна величина америчког домаћинства у опадању  
Извор: U.S. Census Bureau

Још један разлог за спорији раст јесте тај што многи градови данас полако достижу своје границе у просторном смислу, а то онда представља проблематично грађење на нелегалној земљи.

### 4.9.1 Кретање становништва

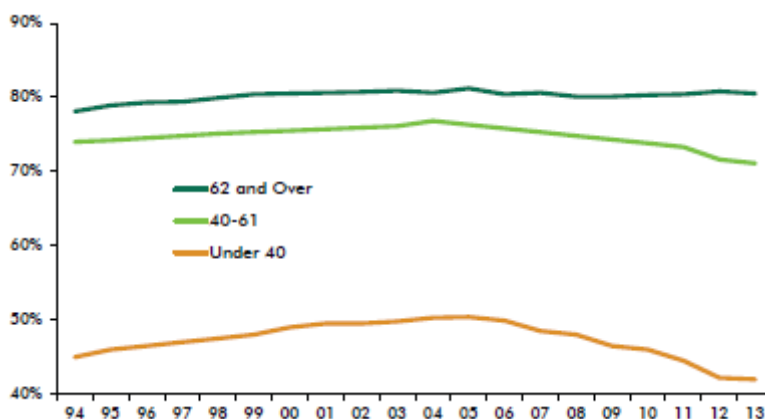
Темпо раста становништва у САД-у има тенденцију опадања. Међутим, Америка има 39 округа са више од милион људи, и скоро сви окрузи расту много брже. У метрополама које имају пет и више милиона становника, повећана је стопа насељавања у периоду између 2000. и 2010. године (Слика 4.13). Град који је имао највеће повећање броја становника у центру (дефинисаним као две миље од градског

централног подручја) био је Чикаго, где се 48.000 људи преселило у том подручју (Wirth i dr., 2015).



Слика 4.13. Скорашњи раст становништва концентрисан у централним деловима града, Извор: U.S. Census Bureau

Одељење за стамбени развој и урбанизам и Амерички Пописни завод (The Department of Housing and Urban Development and the U.S. Census Bureau) су издали статистику која каже да ће 2025., само 10% - 25% нових домаћинстава имати децу - одрасла деца напуштају домаћинства својих родитеља, самци одлазе из колективног становања итд. (Wirth i dr., 2015). На Слици 4.14 приказана је стопа старости главног члана породице у домаћинству:

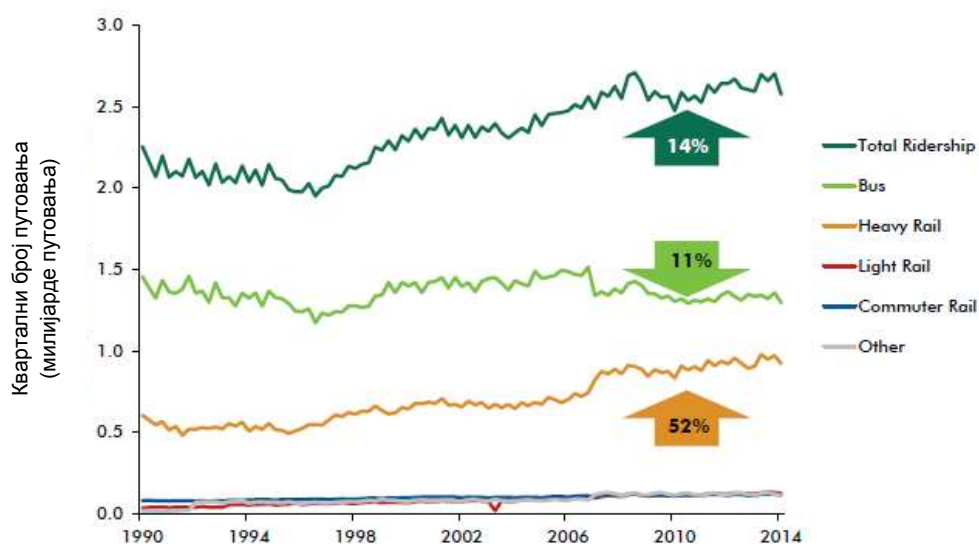


Слика 4.14. Стопа старости главе породице у домаћинству Извор: U.S. Census Bureau



## 4.9.2. Коришћење јавног превоза

Коришћење услуге јавног превоза у САД-у у 2013. години порасла је на 10.7 милијарди путовања - највећи број у последњих 57 година. Међутим, овај пораст броја путовања јавним превозом се може приписати повећању броја путника метроом чија се траса најчешће налази у изузетно урбаном подручју. Број путника Лаког шинског система, трамваја и аутобуса порастао је, али много спорије, или чак опао, током протекле деценије (Слика 4.15) (Wirth i dr., 2015).



Слика 4.15. Однос броја превезених путника према различитим начинима превоза  
Извор: АРТА, % change represents cumulative change from 1990Q1 - 2014Q1

Више од половине Американаца живи на периферији градова. Приближно 75 % становника од послератне градње се доселило у предграђа. Многа предграђа имају створене „урбане џепове“ изградњом високо квалитетног јавног превоза како би се олакшала саобраћајна гужва и градили објекти мешовите намене или високоградња уместо више једнопородичних становања.

Вилијам Фреј, један од најугледнијих демографа у САД-у, написао је да се разлика између градова и предграђа распада. Он сматра да предграђа постају разноврсни етнички, социо-економски простори, са више стамбених и продајних опција у непосредној близини канцеларија, флексибилног и другог простора. Он такође наводи да се корист од градова огледа у (Wirth i dr., 2015):

- Више од 10 % глобалног раста БДП-а до 2025. године ће доћи из великих градова у САД-у;
- 80 % становника САД-а живи у великим градовима, насупрот 60 % становника у Европи.

Убрзани раст предграђа Мелбурна ствара значајан заостатак захтеваног проширења мреже јавног превоза. BusVic (2011) процењује да је 43 % приградских насеља, која су се развила између 2004. и 2009. године, изван домета постојеће мреже линија јавног превоза - и то: 400 метара од аутобуске или трамвајске линије или 800 метара од железничке станице. У неким случајевима, цела предграђа су ван домета јавног превоза.

## 5. ПРИКАЗ МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА

Методе вишекритеријумског одлучивања у највећем броју случајева требало би да помогну доносиоцу одлуке у избору решења на основу већег броја критеријума који се међусобно упоређују. Избор релевантних критеријума представља главни задатак вишекритеријумског одлучивања и рангирања критеријума у циљу доношења коначне одлуке.

Постоји велики број метода вишекритеријумске анализе, погодне за решавање проблема рангирања и изналажења најбољег критеријума (решења) задатој проблеми. Развијено је више метода за решавање овог проблема, међу којима се могу издвојити Вишекритеријумска Симплекс метода, методе ELECTRE, PROMETHEE, TOPSIS, АНР и др.

За све ове методе значајно је објаснити следеће аспекте (Ћирић и др., 2003):

- Квантификација квалитативних атрибута,
- Нормализација и линеаризација атрибута и
- Дефинисање тежинских коефицијената критеријума.

Квантификација квалитативних атрибута - Природа критеријума је таква да критеријумске вредности за варијанте често није могуће изразити бројним вредностима, већ се оне изражавају описно. Модели ВКО (вишекритеријумског одлучивања) захтевају коришћење квантитативних бројних података, па је неопходно наћи начин, како у случајевима када постоје квалитативни (описни) подаци претворити их у бројне податке. У ту сврху развијено је, и у пракси се примењује, више метода, као што су линеарна скала за квантификацију квалитативних атрибута и експертско оцењивање.

Нормализација и линеаризација атрибута - Да би се могли упоредити критеријуми различитих вредности и различитих јединица мере врши се нормализација и линеаризација критеријумских варијанти. Трансформацијом атрибута врши се елиминација јединица мере и свођење критеријумских вредности на бездимензионалне вредности.

Дефинисање тежинских вредности коефицијената критеријума (пондера) - Важност појединих критеријума и одређивање њихових релативних тежина у моделима вишекритеријумског одлучивања представља специфичан проблем. Проблем одређивања тежина критеријума, с обзиром на субјективност онога ко одлучује, као и његов велики утицај на крајњи резултат захтева посебну пажњу. Ако збир тежинских коефицијената износи 1 онда се ради о нормализованим тежинама.

*Вишекритеријумска Симплекс метода* настала је уопштавањем обичне симплекс методе (намењене решавању проблема једнокритеријумске оптимизације), а намењена је одређивању ефикасних решења линеарног проблема вишекритеријумске оптимизације.

Основна идеја вишекритеријумске симплекс методе је следећа (Ковачић, 2004): Ради одређивања почетног базичног решења минимизира се само једна критеријумска функција, па се одреди која база одговара добијеном решењу. Након тога се све остале базе упоређују с њом како би се одредило које од њих су доминантне. Притом се узима да је нека база доминантна ако за њу нити једна вредност критеријумских функција не постаје боља, а бар једна вредност критеријумских функција постаје

лошија. Поступак упоређивања аналоган је поступку упоређивања база код обичне симплекс методе. Након што се одреде све доминантне базе, прелази се на базе чију доминантност није било могуће утврдити. За њих се посебним алгоритмом утврђује јесу ли доминантне или нису.

Метод *ELECTRE* (Elimination Et Choice Translating Realiti) састоји се од упоређења парова варијанти, и прво се испитује степен сагласности између тежина преференције и упарених веза доминације (између појединих варијанти), а потом степен несагласности по коме се оцена тежина појединих варијаната међусобно разликује. Недостаци ове методе су несавршеност инструмената као што су просечни индекси сагласности и несагласности, немогућност одређивања редоследа потпуних преференција (доминација) i dr. (Čičak, 2003).

Метод *PROMETHEE (I-IV)* (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evolution) намењене су вишекритеријумској анализи скупа алтернатива и примењују се за њихово рангирање. Карактеристика ове методе представља коришћење шест тзв. генерализованих критеријума (функција преференције) за дефинисање преференција доносиоца одлуке о конкретним критеријумима проблема (Čičak, 2003).

Основна идеја је увођење функције преференције  $P$  за алтернативе вредноване помоћу критеријумских функција. Притом се алтернатива  $a$  сматра бољом од алтернативе  $b$  према функцији  $f$  ако је  $f(a) < f(b)$ . Споменута функција преференције односи се на једнокритеријумско упоређивање алтернатива. Помоћу функције преференције одређује се тзв. вишекритеријумски индекс преференције алтернативе  $a$  над алтернативом  $b$ .

*TOPSIS* представља једну од најчешће примењиваних класичних метода ВКО. Ова метода рангира алтернативе према удаљености од тзв. Позитивно Идеалног Решења (ПИР) и Негативно Идеалног Решења (НИР). ПИР представља решење које максимизира атрибуте који представљају корист (*eng. benefit attribute*) и минимизира атрибуте који представљају трошак за пословање (*eng. cost attribute*). НИР поседује супротну логику, односно максимизира трошковне атрибуте и минимизира корисне атрибуте (Benitez i dr. 2007). Рангирање алтернатива се заснива на релативној сличности са идеалним решењем, чиме се избегава ситуација да алтернатива има истовремено једнаку сличност са ПИР и НИР.

Популарност методе *AHP* у свету потиче пре свега из њеног фундаменталног квалитета: „увек у паровима поредити само два елемента одлучивања и при томе користити једноставну семантичку скалу са само пет основних степена градације важности (једнако, мало важније, много важније, врло много важније, апсолутно важније)“ уместо упоређивања с неком стандардном мерном јединицом (Hot, 2014). На тај начин, метода је приближена човеку кога у суштини не мора уопште занимати „математика“ на којој је АНР научно заснована и призната. Метода АНР је врло раширена у употреби и развијен је већи број софтвера за њену подршку у примени.

Карактеристике дате методе које осликавају њену погодност за решавање дефинисаног проблема су (Blagojević, 2016):

- Процес доношења одлуке укључује процес учења, дебатована и ревидирања приоритета и могућности. Доносиоцима одлуке потребно је време да би размислили, прикупили додатне информације, да би преговарали пошто се ради о групном одлучивању различитих нивоа значајности. Све то АНР омогућује.

- Због више учесника и конфликтних интереса процес одлучивања код дефинисања релевантних критеријума може да буде компликован и да траје. АНР помаже и скраћује процес одлучивања кроз увиде које ова метода може да генерише.
- АНР указује где су тачке највећег неслагања, где је потребно више информација. Идући кроз процес, финални резултат може бити различит од првобитних наговештаја или ће се интуитивни ставови променити после детаљног разматрања проблема. АНР треба, и помоћи ће, природни процес доношења одлуке који је често заправо и најверљивији.
- АНР, за разлику од других метода, дозвољава доносиоцима одлуке да праве грешке приликом дефинисања преференције. АНР не захтева од доносилаца одлуке да буду конзистентни, већ обезбеђује меру неконзистентности, као и метод за смањивање те мере уколико се сматра да је она висока.

Велики број метода из ове области свакодневно се примењује у решавању различитих проблема. За одређивање значаја критеријума и формирање модела у овој дисертацији, коришћена је метода fuzzy логике и fuzzy скупова. Такође, поред FАНР методе примењена је и једна од метода из теорије грубих бројева.

## 5.1. FUZZY ЛОГИКА

Fuzzy логика (енг. „fuzzy“– нејасно, неодређено) представља генерализацију класичне логике. Развијена је над теоријом fuzzy скупова, предложена од стране Lotfi Zadeh-а (1965). Теорија fuzzy скупова (енг. *Fuzzy set theory*) је ефикасан начин да се математички представе неизвесне и непрецизне људске процене. Ова теорија сматра се најпогоднијом методом за управљање неодређеним и нејасним проблемима. За разлику од класичне Булове логике која се базира на вредностима 0 или 1, fuzzy логика омогућава рад са било којом међувредношћу на интервалу [0,1].

Ова логика је погодна за рад са језичким изразима, на тај начин што омогућава трансформацију лингвистичких варијабли у нумеричке вредности. Лингвистичке варијабле су променљиве чије вредности нису бројеви, већ речи и реченице из свакодневног говора. Сам Zadeh је констатовао да је рад са речима веома важан јер су оне саставни део људског говора. Осим тога, лингвистички изрази су лакши за коришћење приликом исказивања субјективних и непрецизних људских ставова (Mandić, 2015).

Fuzzy логика представља општији концепт у односу на класичну логику, па је њена примена у реалним системима који пут једноставнија него употреба класичних метода. Тиме што се непрецизним изразима представљају информације, не мора значити да ће и закључци бити непрецизни.

### 5.1.1. Fuzzy скупови, fuzzy бројеви и операције

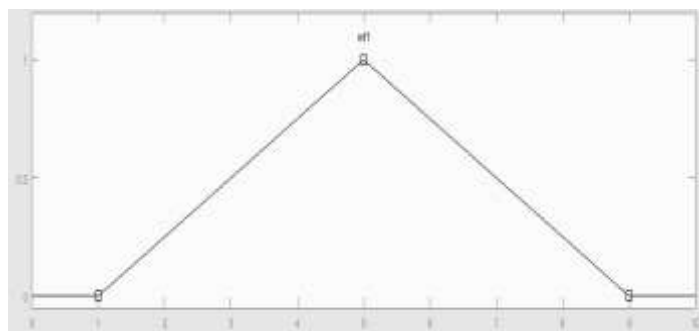
Теорију fuzzy скупова, коју је први представио Zadeh 1965., омогућено је доносиоцима одлуке да на ефикасан начин изађу на крај са неизвесностима. Док су Bellman и Zadeh (1970) први пут укључили теорију fuzzy скупова у процес одлучивања у ситуацијама када се примењују нејасни, непрецизни и неизвесни подаци за

генерисање одлуке, док Chan и Kumar (2007) у својој студији решавају проблем избора понуђача користећи и квалитативне и квантитативне критеријуме.

Самом применом теорије fuzzy скупова, доносиоцима одлуке је дата могућност да се успешно изборе са неизвесностима. Модели засновани на fuzzy логици користе fuzzy скупове да би се описале непрецизне и комплексне ситуације и да би се извели закључци на основу употребе fuzzy логичких оператора. Улазне променљиве у fuzzy системима су тзв. „лингвистичке“ променљиве чије су вредности исказане речима или реченицама. Улазне променљиве се називају fuzzy променљивама. Вредност fuzzy променљиве се кроз процес fuzzyфикације често субјективно процењује искуством, посматрањем, интуицијом. Правила по којима се обрађују улазне променљиве су типа „АКО-ОНДА“ (engl. „IF–THEN“). Процес подразумева наглашавање и коришћење искуства и знања експерата. Излазне променљиве зависе од вредности улазних променљивих које пролазе кроз сва „правила“. Свакој вредности излазне променљиве је придружен одговарајући степен припадности. Коначни резултати се defuzzyфикују чиме се добија резултат представљен „обичним“ бројем (Stojanović G, 2016).

Fuzzy скупови генерално користе троугласте, трапезоидне и Гаусове fuzzy бројеве, који конвертују неизвесне бројеве у fuzzy бројеве. Fuzzy скуп је према Xu и Liao (2014) класа објеката окарактерисана функцијом припадности у коме се сваком објекту додељује степен припадности на интервалу (0, 1). Троугласти fuzzy бројеви који се користе у овом раду, означавају се као  $(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ . Параметри  $(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$  су најмања могућа, најперспективнија и највећа могућа вредност која описује неки fuzzy догађај, респективно. Најчешће коришћени типови функција припадности биће приказани у наставку:

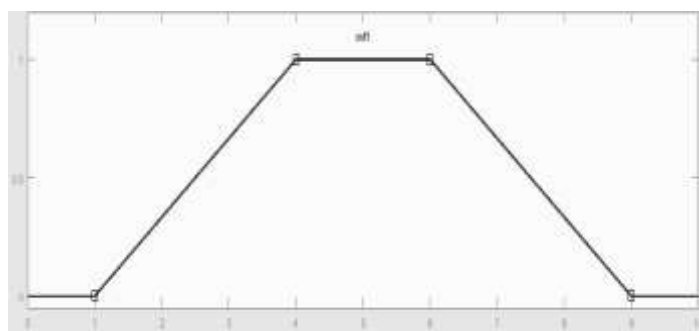
1. Троугаони fuzzy број, приказан на слици 5.1, се дефинише на следећи начин:



Слика 5.1. Троугаони fuzzy број

$$\mu_{A(x)} = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x \geq c \end{cases} \quad (2)$$

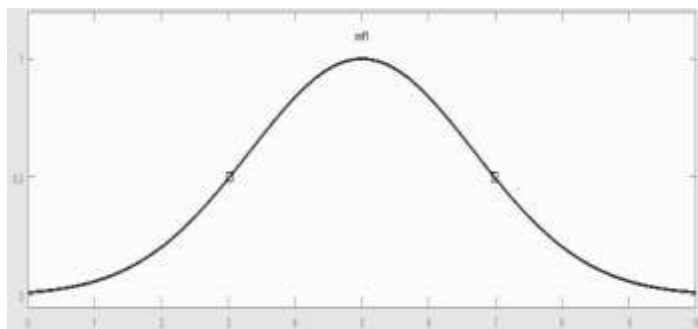
2. Трапезоидни fuzzy број је приказан на слици 5.2, а дефинише се на следећи начин:



Слика 5.2. Трапезоидни fuzzy број

$$\mu_{A(x)} = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & x \geq d \end{cases} \quad (3)$$

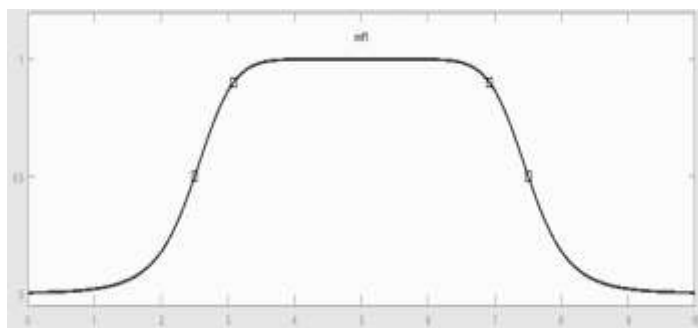
3. Гаусов fuzzy број је приказан на слици 5.3, а његова карактеристична функција је:



Слика 5.3. Гаусов fuzzy број

$$\mu_{A(x)} = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

4. Званаста fuzzy број је приказан на слици 5.4, а његова карактеристична функција је:



Слика 5.4. Званаста fuzzy број

$$\mu_{A(x)} = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}} \quad (5)$$

### 5.1.2. Fuzzy АНР метода

Врста проблема као и количина информација које га описују опредељују методу за одлучивање. Да би се донела одлука о избору критеријума утицаја саобраћајне приступачности, неопходно је вредновање предложених решења путем различитих критеријума. Широк је спектар критеријума који могу бити проучавани када је у питању саобраћајна приступачност приградских насеља. У већини случајева постоји више критеријума који су врло често међусобно конфликтни. За избор најбоље методе вредновања или одлучивања код избора критеријума досадашња искуства и литература из ове области указују да проблем треба решавати методама вишекритеријумског одлучивања. У овој дисертацији примењена је једна од најпопуларнијих метода за доношење одлука данас - Fuzzy Аналитичко Хијерархијски Процес (FАНР). Због тога ће у наставку бити детаљније објашњена ова метода.

Нека је  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  скуп објеката, а  $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$  скуп циљева. Према методологији проширене анализе коју је поставио Chang (1992), за сваки узети објекат врши се проширена анализа циља  $u_j$ . Вредности проширене анализе  $m$  за сваки објекат могу бити представљене на следећи начин:

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, M_{gi}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

где су  $M_g^j, j = 1, 2, \dots, m$ , fuzzy троугаони бројеви. Chang-ова проширена анализа садржи следеће кораке:

Корак 1: Вредности fuzzy проширења за  $i$ -ти објекат дате су једначином:

$$S_i = \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \times \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (7)$$

Да би се добио израз  $\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$  потребно је извршити додатне fuzzy операције са  $m$  вредностима проширене анализе, што је представљено следећим изразима:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (9)$$

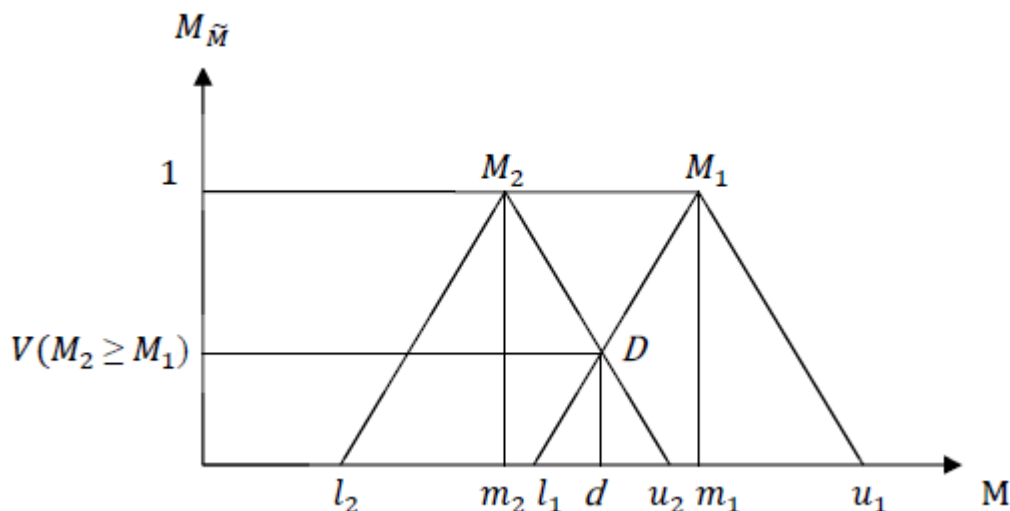
Затим је потребно израчунати инверзни вектор:

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \left[ \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right] \quad (10)$$

Корак 2: Степен могућности  $S_b > S_a$  је дефинисан:

$$V(S_2 \geq S_1) = \begin{cases} 1, & \text{ako je } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{ako je } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{ostalo} \end{cases} \quad (11)$$

где је  $d$  ордината највећег пресека у тачки  $D$  између  $\mu_{M_1}$  и  $\mu_{M_2}$  као што је приказано на Слици 5.5:



Слика 5.5. Пресечна тачка између  $M_1$  и  $M_2$  (Mandić, 2015)

За поређење  $S_1$  и  $S_2$ , потребне су обе вредности  $V(S_1 \geq S_2)$  и  $V(S_2 \geq S_1)$ .

*Корак 3:* Степен могућности да конвексни fuzzy број буде већи од  $k$  конвексног броја  $S_i$  ( $i=1, 2, \dots, k$ ) може се дефинисати изразом:

$$V(S_i \geq S_1, S_2, \dots, S) = \min V(S \geq S_i), \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (12)$$

Тежински вектор је дат следећим изразом:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T, \quad (13)$$

где је

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k), \quad k \neq i, \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

где је  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )  $n$  елемената

*Корак 4:* Путем нормализације, тежински вектор се своди на израз:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T, \quad (15)$$

где  $W$  не представља fuzzy број.

## 5.2. ТЕОРИЈСКА ОСНОВА ГРУБИХ БРОЈЕВА

Поред fuzzy теорије, веома погодан алат за третирање неизвесности без утицаја субјективизма је теорија грубих скупова, коју је први пут представио Pawlak (1982). У процесу доношења одлука интенција интервалне fuzzy технике је трансформација crisp бројева у fuzzy бројеве који помоћу функције припадности приказују неизвесности које постоје у реалном окружењу. За разлику од теорије fuzzy скупова чија примена захтева дефинисање парцијалне функције припадности без јасних граница скупа, у теорији грубих скупова се користи гранична област скупа за изражавање нејасноћа. За разлику од fuzzy теорије и теорије вероватноће у којима се степен неодређености дефинише на основу претпоставке, у теорији грубих скупова неодређеност се одређује на основу апроксимације која представља основни концепт теорије грубих скупова (Stević, 2018).

У теорији грубих скупова се користе искључиво интерна знања, односно оперативни подаци и нема потребе за ослањањем на моделе претпоставки. У грубим скуповима мерење неодређености се врши на основу неизвесности која је већ садржана у подацима (Khoo и Zhai, 2001; Stević 2018). Тиме се долази до објективних показатеља који су садржани у подацима. Осим тога, теорија грубих скупова је погодна примену на скуповима које карактерише мали број података, а за које статистичке методе нису погодне (Pavlak 1991, 1993; Stević 2018).



### 5.2.1. Операције са грубим бројевима

Ако се претпостави да у  $U$  универзум који се састоји од свих објеката,  $Y$  је произвољан објекат од  $U$ ,  $R$  је скуп од  $t$  класа ( $G_1; G_2; \dots; G_t$ ) које укључује све објекте у  $U$ ,  $R (G_1; G_2; \dots; G_t)$ . Ако су ове класе одређене као  $G_1 < G_2 < \dots < G_t$ , онда  $\forall Y \in U, G_q \in R, 1 \leq q \leq t$  доња апроксимација ( $\underline{Apr} (G_q)$ ), горња апроксимација ( $\overline{Apr} (G_q)$ ) и гранични регион ( $Bnd (G_q)$ ) класе  $G_q$  према Zhu i dr, (2015) дефинисани су као:

$$\underline{Apr} (G_q) = \cup \{ Y \in U / R(Y) \leq G_q \} \quad (16)$$

$$\overline{Apr} (G_q) = \cup \{ Y \in U / R(Y) \geq G_q \} \quad (17)$$

$$Bnd (G_q) = \cup \{ Y \in U / R(Y) \neq G_q \} = \{ Y \in U / R(Y) \geq G_q \} = \cup \{ Y \in U / R(Y) \leq G_q \} \quad (18)$$

Онда се  $G_q$  може приказати као груби број ( $RN(G_q)$ ), који је одређен одговарајућим доњим лимитом ( $\underline{Lim} (G_q)$ ) и горњим лимитом ( $\overline{Lim} (G_q)$ ), где је:

$$\underline{Lim} (G_q) = \frac{1}{M_L} \sum R(Y) \mid Y \in \underline{Apr} (G_q) \quad (19)$$

$$\overline{Lim} (G_q) = \frac{1}{M_U} \sum R(Y) \mid Y \in \overline{Apr} (G_q) \quad (20)$$

$$RN (G_q) = [ \underline{Lim} (G_q), \overline{Lim} (G_q) ] \quad (21)$$

где су  $M_L, M_U$  бројеви објеката који се састоје у  $\underline{Apr}(G_q)$  и  $\overline{Apr}(G_q)$ , респективно.

Разлике између њих су изражене као груби гранични интервал ( $IRBnd (G_q)$ ):

$$IRBnd (G_q) = \overline{Lim} (G_q) - \underline{Lim} (G_q) \quad (22)$$

Операције за два груба броја  $RN(\alpha) = [ \underline{Lim} (\alpha), \overline{Lim} (\alpha) ]$  и  $RN(\beta) = [ \underline{Lim} (\beta), \overline{Lim} (\beta) ]$  према Zhai i dr., (2009) су:

Сабирање (+) два груба броја  $R(\alpha)$  и  $RN(\beta)$

$$RN (\alpha) + RN (\beta) = [ \underline{Lim} (\alpha) + \underline{Lim} (\beta), \overline{Lim} (\alpha) + \overline{Lim} (\beta) ] \quad (23)$$

Одузимање (-) два груба броја  $R(\alpha)$  и  $RN(\beta)$

$$RN (\alpha) - RN (\beta) = [ \underline{Lim} (\alpha) - \overline{Lim} (\beta), \overline{Lim} (\alpha) - \underline{Lim} (\beta) ] \quad (24)$$

Множење ( $\times$ ) два груба броја  $R(\alpha)$  и  $RN(\beta)$

$$RN (\alpha) \times RN (\beta) = [ \underline{Lim} (\alpha) \times \underline{Lim} (\beta), \overline{Lim} (\alpha) \times \overline{Lim} (\beta) ] \quad (25)$$

Дељење ( $\div$ ) два груба броја  $R(\alpha)$  и  $RN(\beta)$

$$RN(\alpha) \div RN(\beta) = [\underline{Lim}(\alpha) \div \overline{Lim}(\beta), \overline{Lim}(\alpha) \div \underline{Lim}(\beta)] \quad (26)$$

Скаларно множење грубог броја  $R(\alpha)$ , где је  $\mu$  вредност различита од нуле.

$$\mu \times RN(\alpha) = [\mu \times \underline{Lim}(\alpha), \mu \times \overline{Lim}(\alpha)] \quad (27)$$

### 5.2.2. Груби АНР

Груби АНР се састоји из следећих корака (Zhai i dr., 2009; Stević, 2018):

*Корак 1: Идентификација циља истраживања, након тога идентификација критеријума и потенцијалних решења.* У овом кораку потребно је формирање хијерархијске структуре као што је случај и код класичног АНР-а.

*Корак 2: Формирање групне матрице поређења у паровима од  $e_{th}$  експерата, изражна као:*

$$B_e = \begin{bmatrix} 1 & x_{12}^e & \cdots & x_{1m}^e \\ x_{21}^e & 1 & \cdots & x_{2m}^e \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1}^e & x_{m2}^e & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (28)$$

где је  $x_{gh}^e$  ( $1 \leq g \leq m$ ,  $1 \leq h \leq m$ ,  $1 \leq e \leq s$ ) релативни значај критеријума  $g$  на критеријум  $h$  изражен од стране експерта  $e$ ,  $m$  представља број критеријума, док  $s$  представља број доносилаца одлуке (ДО) или експерата.

Прорачунати максимални сопствени вектор  $\lambda_{max}^e$  од  $B_e$ , а затим израчунати индекс конзистентности  $CI = (\lambda_{max}^e - n) / (n - 1)$ .

Извући из табеле ( $RI$ ) у зависности од  $n$  и израчунати степен конзистентности  $CR = CI / RI$ .

Након тога, групна матрица поређења  $\tilde{B}$  је изражена као:

$$\tilde{B} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{x}_{12}^e & \cdots & \tilde{x}_{1m}^e \\ \tilde{x}_{21}^e & 1 & \cdots & \tilde{x}_{2m}^e \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1}^e & \tilde{x}_{m2}^e & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (29)$$

где је  $\tilde{x}_{gh}^e \{x_{gh}^1, x_{gh}^2, \dots, x_{gh}^s\}$ ,  $\tilde{x}_{gh}^e$  секвенца релативног значаја критеријума  $g$  на критеријум  $h$ .

*Корак 3: У овом кораку је потребно формирати грубу матрицу поређења.*

Сви елементи  $x_{gh}^e$  у  $\tilde{B}$  морају бити преведени у груби број  $RN(x_{gh}^e)$  користећи једначине (16) – (21):

$$RN(x_{gh}^e) = [x_{gh}^{eL}, x_{gh}^{eU}] \quad (30)$$

где је  $x_{gh}^{eL}$  доњи лимит грубих бројева  $RN(x_{gh}^e)$ , док је  $x_{gh}^{eU}$  горњи лимит грубог броја.

Онда је груба секвенца  $RN(\tilde{x}_{gh}^e)$  представљена као:

$$RN(\tilde{x}_{gh}^e) = \{[x_{gh}^{1L}, x_{gh}^{1U}], [x_{gh}^{2L}, x_{gh}^{2U}], \dots, [x_{gh}^{sL}, x_{gh}^{sU}]\} \quad (31)$$

Након тога извршава се конверзија у просечан груби број  $RN(x_{gh})$  примењујући једначине (22) – (26):

$$RN(x_{gh}^e) = [x_{gh}^{eL}, x_{gh}^{eU}] \quad (32)$$

$$x_{gh}^L = \frac{x_{gh}^{1L} + x_{gh}^{2L} + \dots + x_{gh}^{sL}}{s} \quad (33)$$

$$x_{gh}^U = \frac{x_{gh}^{1U} + x_{gh}^{2U} + \dots + x_{gh}^{sU}}{s} \quad (34)$$

где је  $x_{gh}^L$  доњи лимит грубог броја  $RN(x_{gh})$  и  $x_{gh}^U$  горњи лимит грубог броја.

Груба матрица поређења  $M$  изражена је као:

$$M = \begin{bmatrix} [1, 1] & [x_{12}^L, x_{12}^U] & \dots & [x_{1m}^L, x_{1m}^U] \\ [x_{21}^L, x_{21}^U] & [1, 1] & \dots & [x_{2m}^L, x_{2m}^U] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [x_{m1}^L, x_{m1}^U] & [x_{m2}^L, x_{m2}^U] & \dots & [1, 1] \end{bmatrix} \quad (35)$$

*Корак 4: Прорачун грубе тежине  $w_g$  за сваки критеријум примењујући наредне две једначине:*

$$w_g = \left[ \sqrt[m]{\prod_{h=1}^m x_{gh}^L}, \sqrt[m]{\prod_{h=1}^m x_{gh}^U} \right] \quad (36)$$

$$w'_g = W_g / \max(w_g^U) \quad (37)$$

где је  $w'_g$  нормализована тежина критеријума.

### 5.2.3. Груби TOPSIS

Груби TOPSIS се састоји од пет корака (Song i dr., 2014; Stević, 2018):

*Корак 1: Формирање  $crisp$  матрице вредновања  $A_i (i=1,2,\dots,m)$  према вреднованим критеријумима  $C_j (j=1,2,\dots,n)$ . Изабрани експерти користе конвенционалну скалу (1,2,3,...,10) да би извршили вредновање у односу на сваки критеријум  $C_j (j=1,2,\dots,n)$ . Претпостављајући да тим има  $l$  експерта за доношење одлуке, може се размотрити као вишекритеријумски модел и изразити у облику матрице вредновања  $D$  на следећи начин:*

$$D = \begin{bmatrix} x_{11}^k & x_{12}^k & \cdots & x_{1n}^k \\ x_{21}^k & x_{22}^k & \cdots & x_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1}^k & x_{m2}^k & \cdots & x_{mn}^k \end{bmatrix} \quad (38)$$

где је  $k=1,2,\dots,1$ , и  $x_{ij}^k$  ( $i=1,\dots,m$ ) и представља процену од  $k^{th}$  експерта за  $i^{th}$  у односу на критеријум  $j$ .

*Корак 2: Конвертовани crisp елементе  $x_{ij}^k$  у групну матрицу одлучивања.* Матрицу  $\tilde{D}$  конвертовати у форму грубих бројева како би се добила групна матрица одлучивања  $R$ . Груби број  $RN(x_{ij}^k)$  од  $x_{ij}^k$  може се добити применом једначина (16)-(21). У суштини процедура прорачуна у овом кораку идентична је као процедура трећег корака код грубог Аналитичко Хијерархијског Процеса.

*Корак 3: Прорачунати отежану нормализовану матрицу одлучивања у облику грубих бројева.* Да би се извршила трансформација различитих скала критеријума у компатибилну скалу, потребно је применити следећи нормализовани метод:

$$x_{ij}^{\prime L} = \frac{x_{ij}^L}{\max_{i=1}^m \{\max[x_{ij}^L, x_{ij}^U]\}}, \quad x_{ij}^{\prime U} = \frac{x_{ij}^U}{\max_{i=1}^m \{\max[x_{ij}^L, x_{ij}^U]\}} \quad (39)$$

где  $[x_{ij}^{\prime L}, x_{ij}^{\prime U}]$  представља доњу и горњу границу нормализованог облика интервала  $[x_{ij}^L, x_{ij}^U]$

Метод нормализације поменут претходно чува особину према којој рангови нормализованог интервалног броја припадају  $[0,1]$ . Након тога, може се израчунати отежана нормализована матрица на следећи начин:

$$v_{ij}^L = w_j^L \times x_{ij}^{\prime L}, i = 1,2, \dots, m, j \quad (40)$$

$$v_{ij}^U = w_j^U \times x_{ij}^{\prime U}, i = 1,2, \dots, m, j \quad (41)$$

где  $w_j^L$  и  $w_j^U$  представљају доњу и горњу границу тежине критеријума у облику грубог броја, респективно.

*Корак 4: Позитивно идеално решење (ПИР) и негативно идеално решење (НИР) може се одредити на следећи начин:*

$$v^+(j) = \{ \max_{i=1}^m (v_{ij}^U), \text{ ако } j \in B; \min_{i=1}^m (v_{ij}^L), \text{ ако } j \in C \} \quad (42)$$

$$v^-(j) = \{ \min_{i=1}^m (v_{ij}^L), \text{ ако } j \in B; \max_{i=1}^m (v_{ij}^U), \text{ ако } j \in C \} \quad (43)$$

где је  $v^+(j)$  и  $v^-(j)$  вредности ПИР и НИР према критеријуму  $j$ ,  $B$  и  $C$  су означени као корисни и трошковни критеријум, респективно.

*Корак 5: У овом кораку потребно је израчунати Еуклидиско растојање и то примењујући следеће једначине:*

Еуклидиско растојање од ПИР:

$$d_j^+ = \left\{ \sum_{j \in B} (v_{ij}^L - v^+(j))^2 + \sum_{i=1}^m j \in C (v_{ij_{i=1}}^U - v^+(j))^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad i = 1, 2 \dots m, \quad (44)$$

$$d_i^- = \left\{ \sum_{j \in B} (v_{ij}^U - v^-(j))^2 + \sum_{i=1}^m j \in C (v_{ij_{i=1}}^L - v^-(j))^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad i = 1, 2 \dots m \quad (45)$$

Коефицијент релативне блискости респектујући сваки критеријум дефинисан је следећом једначином:

$$CC_1 = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, \quad i = 1, 2, \dots m \quad (46)$$

#### 5.2.4. Груби DEMATEL

Метода DEMATEL (eng. Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) је веома погодна за пројектовање и анализирање структурног модела. То се постиже кроз дефинисање узрочно последичних односа између комплексних фактора (Ратићар и Ћиговић, 2015). Узрочно последични односи добијају се на основу укупних директних и индиректних утицаја који су предати са сваког фактора на остале факторе, али и примљени од осталих фактора.

Коришћењем DEMATEL методе разматрају се зависни фактори и утврђује се степен зависности између њих. Метод је заснован на теорији графа и омогућава визуелно планирање и решавање проблема. Тако се релевантни фактори могу поделити на узрочне и последичне у циљу бољег разумевања међусобних односа. Тиме се постиже боље разумевање комплексне структуре разматраног проблема, одређују везе између фактора, везе између нивоа структуре и јачине утицаја фактора (Gigović i dr., 2017a)

У наредном делу приказани су кораци грубог DEMATEL метода (Stević, 2018):

*Корак 1: Експертска анализа фактора.* Под претпоставком да постоји  $m$  експерата и  $n$  фактора (критеријума) који се посматрају, сваки експерт треба да одреди степен утицаја фактора  $i$  на фактор  $j$ . Упоредна анализа пара  $i$ -тог и  $j$ -тог фактора од стране  $k$ -тог експерта означава се са  $x_{ij}^e$  при чему је:  $i=1, \dots, n; j=1, \dots, n$ . Вредност сваког пара  $x_{ij}^e$  узима једну целобројну вредност са следећим значењем: 0 – нема утицаја; 1 – мали утицај; 2 – средњи утицај; 3 – велики утицај; 4 – веома велики утицај. Одговор  $e$ -тог експерта приказује се ненегативном матрицом ранга  $n \times n$ , а сваки елемент  $e$ -те матрице у изразу  $X^e = [X_{ij}^e]_{n \times n}$  означава цео ненегативан број  $x_{ij}^e$ , при чему је  $l \leq e \leq m$ .

$$X^e = \begin{bmatrix} 0 & X_{12}^e & \dots & X_{1n}^e \\ X_{21}^e & 0 & \dots & X_{2n}^e \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1}^e & X_{n2}^e & \dots & 0 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad ; \quad 1 \leq i, j \leq e \leq m \quad (47)$$

где  $x_{ij}^e$  представља лингвистичке изразе из унапред дефинисане лингвистичке скале којима експерт  $e$  представља своје поређење у паровима критеријума.

Према томе, матрице  $X^1, X^2, \dots, X^m$  су матрице одговора сваког од  $m$  експеримента. Дијагонални елементи матрице одговора свих експерта узимају вредност нула јер исти фактор немају утицаја.

**Корак 2: Одређивање матрице просечних одговора експерата.** На основу матрица одговара  $X^e = [X_{ij}^e]_{n \times n}$  ( $1 \leq e \leq m$ ) од стране свих  $m$  експерата, добија се матрица агрегираних секвенци експерта  $X^*$

$$X^* = \begin{bmatrix} x_{11}^1, & x_{11}^2, & \dots, & x_{11}^m & x_{12}^1; & x_{12}^2; & \dots; & x_{12}^m & x_{1n}^1; & x_{1n}^2, & \dots, & x_{1n}^m \\ x_{21}^1, & x_{21}^2, & \dots, & x_{21}^m & x_{22}^1; & x_{22}^2; & \dots; & x_{22}^m & x_{2n}^1; & x_{2n}^2, & \dots, & x_{2n}^m \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & & & \vdots & \vdots & & & \vdots \\ x_{n1}^1, & x_{n1}^2, & \dots, & x_{n1}^m & x_{n2}^1; & x_{n2}^2; & \dots; & x_{n2}^m & x_{nn}^1; & x_{nn}^2, & \dots, & x_{nn}^m \end{bmatrix} \quad (48)$$

где  $x_{ij} = \{x_{ij}^1, x_{ij}^2, \dots, x_{ij}^m\}$  представљају секвенце којима се описује релативни значај критеријума  $i$  у односу на критеријум  $j$ . Применом израза (16)-(21) секвенца

$X^e = [X_{ij}^e]_{n \times n}$  ( $1 \leq e \leq m$ ) трансформише се у грубу секвенцу  $RN(x_{ij}^e) = [\underline{Lim}(x_{ij}^e), \overline{Lim}(x_{ij}^e)]$ , где је  $\underline{Lim}(x_{ij}^e)$  и  $\overline{Lim}(x_{ij}^e)$  представљају доњу границу (engl. Upper limit) и горњу границу грубе секвенце  $RN(x_{ij}^e)$ , респективно.

Овакве грубе секвенце дефинишу се у матрице (48). Тиме се добија матрица  $X^1, X^2, \dots, X^m$  (где  $m$  представља број експерата). Тако се за групу грубих матрица  $X^1, X^2, \dots, X^m$  на позицији  $(ij)$  добија груба секвенца:

$$RN(x_{ij}) = \{[\underline{Lim}(x_{ij}^1), \overline{Lim}(x_{ij}^1)], [\underline{Lim}(x_{ij}^2), \overline{Lim}(x_{ij}^2)] \dots [\underline{Lim}(x_{ij}^m), \overline{Lim}(x_{ij}^m)]\} \quad (49)$$

Применом израза (50) добијамо осредњене грубе секвенце

$$RN(z_{ij}) = RN(x_{ij}^1, x_{ij}^2, \dots, x_{ij}^m) = \begin{cases} \underline{Lim}(z_{ij}) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij}^e \\ \overline{Lim}(z_{ij}) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij}^e \end{cases} \quad (50)$$

где  $e$  представља  $e$ -тог експерта ( $e=1, 2, \dots, m$ ), а  $RN(z_{ij})$  представља групну секвенцу.

Тако се добија осредњена груба матрица просечних одговора  $Z$ .

$$Z = \begin{bmatrix} 0 & RN(z_{12}) & \dots & RN(z_{1n}) \\ RN(z_{21}) & 0 & \dots & RN(z_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ RN(z_{n1}) & RN(z_{n2}) & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (51)$$

Матрица  $Z$  приказује почетне ефекте које фактор  $j$  проузрокује, као и почетне ефекте које фактор  $j$  добија од осталих фактора. Сума сваког  $i$ -тог реда матрице  $Z$  представља укупне директне ефекте које је фактор  $i$  предао осталим факторима, а суму сваке  $j$ -те колоне матрице  $Z$  представља укупне директне ефекте које је фактор  $j$  добио од осталих фактора.

**Корак 3: Нормализација групне директне релационе матрице.** На основу матрице  $Z$  израчунава се нормализована матрица (енг. initial direct - relation matrix)

$D = [RN(D_{ij})]_{n \times n}$ , израз (52). Нормализацијом сваки елемент матрице  $D$  узима вредност између нуле и један. Матрица  $D$  се добија када се сваки елемент  $RN(Z_{ij})$  матрице  $Z$  подели са грубим бројем  $RN(s)$ , изрази (52)-(55):

$$D = \begin{bmatrix} RN(t_{11}) & RN(t_{12}) & \cdots & RN(t_{1n}) \\ RN(t_{21}) & RN(t_{22}) & \cdots & RN(t_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ RN(t_{n1}) & RN(t_{n2}) & \cdots & RN(t_{nn}) \end{bmatrix} \quad (52)$$

где се  $RN(d_{ij})$  добија применом израза (53):

$$RN(d_{ij}) = \frac{RN(z_{ij})}{s} = RN\left(\frac{\underline{Lim}(z_{ij})}{s}, \frac{\overline{Lim}(z_{ij})}{s}\right) \quad (53)$$

где је

$$s = \max\left(\sum_{j=1}^n RN(z_{ij})\right) = \max\left(\sum_{j=1}^n \underline{Lim}(z_{ij}), \sum_{j=1}^n \overline{Lim}(z_{ij})\right) \quad (54)$$

односно

$$s = \max\left[\max\left(\sum_{j=1}^n \underline{Lim}(z_{ij})\right), \max\left(\sum_{j=1}^n \overline{Lim}(z_{ij})\right)\right] \quad (55)$$

*Корак 4: Одређивање матрице укупних утицаја.* Применом израза (56) и (57) израчунава се матрица укупних утицаја ( $T = [RN(t_{ij})]_{n \times n}$ ) (енг. total relation matrix) ранга  $n \times n$ . Елемент  $RN(t_{ij})$  представља директан утицај фактора  $i$  на фактор  $j$ , а матрица  $T$  одражава укупне односе између сваког пара фактора.

Пошто се сваки груби број састоји од две секвенце, односно од доње и горње апроксимације, тада нормализовану матрицу просечне перцепције  $D = [RN(d_{ij})]_{n \times n}$  можемо да поделимо на две подматрице односно,  $D = [D^L, D^U]$ , где  $D^L = [\underline{Lim}(d_{ij})]_{n \times n}$  и  $D^U = [\overline{Lim}(d_{ij})]_{n \times n}$ .

Такође,  $\lim_{n \rightarrow \infty} (D^L)^m = 0$  и  $\lim_{n \rightarrow \infty} (D^U)^m = 0$ , где 0 представља нулту матрицу.

$$\left. \begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} (I + D^L + D^{2L} + \cdots + D^{mL}) &= (I - D^L)^{-1} \\ \text{and} \\ \lim_{n \rightarrow \infty} (I + D^U + D^{2U} + \cdots + D^{mU}) &= (I - D^U)^{-1} \end{aligned} \right\} \quad (56)$$

На основу тога матрица укупних утицаја  $T$  добија се прорачуном следећих елемената:

$$\left. \begin{aligned} T^L &= \lim_{n \rightarrow \infty} (I + D^L + D^{2L} + \cdots + D^{mL}) = (I - D^L)^{-1} = [\underline{Lim}(t_{ij}^L)]_{n \times n} \\ \text{и} \\ T^U &= \lim_{n \rightarrow \infty} (I + D^U + D^{2U} + \cdots + D^{mU}) = (I - D^U)^{-1} = [\overline{Lim}(t_{ij}^U)]_{n \times n} \end{aligned} \right\} \quad (57)$$

где је  $D^L = [\underline{Lim}(d_{ij})]_{n \times n}$  и  $D^U = [\overline{Lim}(d_{ij})]_{n \times n}$ .

Подматрице  $T^L$  и  $T^U$  заједно представљају грубу матрицу укупних утицаја  $T = (T^L, T^U)$ .

На основу израза (56) и (57) добија се груба матрица укупних утицаја:

$$T = \begin{bmatrix} RN(t_{11}) & RN(t_{12}) & \cdots & RN(t_{1n}) \\ RN(t_{21}) & RN(t_{22}) & \cdots & RN(t_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ RN(t_{n1}) & RN(t_{n2}) & \cdots & RN(t_{nm}) \end{bmatrix} \quad (58)$$

где је  $RN(t_{ij}) = [\underline{Lim}(t_{ij}), \overline{Lim}(t_{ij})]$  груби број којим се изражава индиректан ефекат фактора  $i$  на фактор  $j$ . Тада матрица  $t$  одражава међузависност сваког пара фактора.

*Корак 5: Израчунавање суме редова и колона матрице укупних утицаја  $T$ .* У матрици укупних утицаја  $T$  сума редова и сума колона представљена је векторима  $R$  и  $C$  ранга  $n \times 1$ :

$$RN(R_i) = \left[ \sum_{j=1}^n RN(t_{ij}) \right]_{n \times 1} = \left[ \sum_{j=1}^n t_{ij}^L, \sum_{j=1}^n t_{ij}^U \right]_{n \times 1} \quad (59)$$

$$RN(R_i) = \left[ \sum_{j=1}^n RN(t_{ij}) \right]_{n \times 1} = \left[ \sum_{j=1}^n t_{ij}^L, \sum_{j=1}^n t_{ij}^U \right]_{n \times 1} \quad (60)$$

Да би се ефикасно одредила истакнутост и релација сума редова  $R_i$  и сума колона  $C_i$  у матрици укупних утицаја  $T$  потребно је извршити конверзију у crisp облику  $R_i^{crisp}$  и  $C_i^{crisp}$  примењујући једначине (61)-(63):

$$RN(R_i) = [\underline{Lim}(R_i), \overline{Lim}(R_i)] = \begin{cases} \underline{Lim}(R_i) = \frac{\underline{Lim}(R_i) - \min_i \{\underline{Lim}(R_i)\}}{\max_i \{\overline{Lim}(R_i)\} - \min_i \{\underline{Lim}(R_i)\}} \\ \overline{Lim}(R_i) = \frac{\overline{Lim}(R_i) - \min_i \{\underline{Lim}(R_i)\}}{\max_i \{\overline{Lim}(R_i)\} - \min_i \{\underline{Lim}(R_i)\}} \end{cases} \quad (61)$$

где  $\underline{Lim}(R_i)$  и  $\overline{Lim}(R_i)$  представљају доњи и горњи лимит грубог броја  $RN(R_i)$ , респективно;  $\underline{Lim}(R_i)$  и  $\overline{Lim}(R_i)$  су нормализовани облици  $\underline{Lim}(R_i)$  и  $\overline{Lim}(R_i)$ .

После нормализације може се израчунати тотална нормализована матрица са crisp вредностима:

$$\beta_i = \frac{\underline{Lim}(R_i) \cdot \{1 - \underline{Lim}(R_i)\} + \overline{Lim}(R_i) \cdot \overline{Lim}(R_i)}{1 - \underline{Lim}(R_i) + \overline{Lim}(R_i)} \quad (62)$$

Коначан crisp облик  $R_i^{crisp}$  за  $RN(R_i)$  се добија примењујући једначину (63):

$$R_i^{crisp} = \min_i \{\underline{Lim}(R_i)\} + \beta_i \cdot \left[ \max_i \{\overline{Lim}(R_i)\} - \min_i \{\underline{Lim}(R_i)\} \right] \quad (63)$$



Вредност  $R_i^{crisp}$  показује укупне директне и индиректне ефекте које је критеријум  $i$  омогућио осталим критеријумима. Вредност  $C_i^{crisp}$  показује укупне директне и индиректне ефекте које је критеријум  $j$  добио од осталих критеријума. У случају када је  $i=j$ , тада израз  $(R_i^{crisp} + C_i^{crisp})$  представља значајност критеријума, а израз  $(R_i^{crisp} - C_i^{crisp})$  означава интензитет утицаја критеријума у односу на остале (Ратушар и Ћиговић, 2015).

**Корак 6: Одређивање граничне вредности ( $\alpha$ ) (енг. Threshold value) и израда дијаграма узрочно-последичних односа (енг. Cause-and-effect relationship diagram - CERD).** Гранична вредност ( $\alpha$ ) израчунава се као просек елемената матрице  $T$ , израз (64):

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [RN(t_{ij})]}{N} \quad (64)$$

где  $N$  представља укупан број елемената матрице (58).

CERD се израђује да би се визуелно представили сложени односи и пружиле информације ради доношења закључака који су фактори најважнији и како утичу једни на друге. Фактори  $t_{ij}$  чија је вредност већа од граничне вредности  $\alpha$ , бирају се ради приказивања узрочно-последичних веза.

Вредност елемената матрице  $T$ , који имају вишу вредност у односу на граничну вредност  $\alpha$  издвајају се и уносе у дијаграм. У CERD-у  $x$  – оса представља  $(R_i^{crisp} + C_i^{crisp})$ ,  $y$  – оса  $(R_i^{crisp} - C_i^{crisp})$ . Ове вредности служе за представљање везе између два фактора. Приликом представљања веза између фактора стрелица узајамно-последичне везе се усмерава од фактора који имају нижу вредност у односу на  $\alpha$  ка елементу који има вишу вредност у односу на  $\alpha$ . Након одређивања односа критеријума и приказа на CERD-у, у наредном кораку, прорачунавају се тежински коефицијенти критеријума.

**Корак 7: Одређивање тежинских коефицијената критеријума.** Тежински коефицијенти критеријума одређују се применом израза (65) (Gigović i dr., 2016)

$$RN(W_j) = \begin{cases} \underline{Lim}(W_j) = \sqrt{(\underline{Lim}(R_i) + \underline{Lim}(C_i))^2 + (\underline{Lim}(R_i) - \underline{Lim}(C_i))^2} \\ \overline{Lim}(W_j) = \sqrt{(\overline{Lim}(R_i) + \overline{Lim}(C_i))^2 + (\overline{Lim}(R_i) - \overline{Lim}(C_i))^2} \end{cases} \quad (65)$$

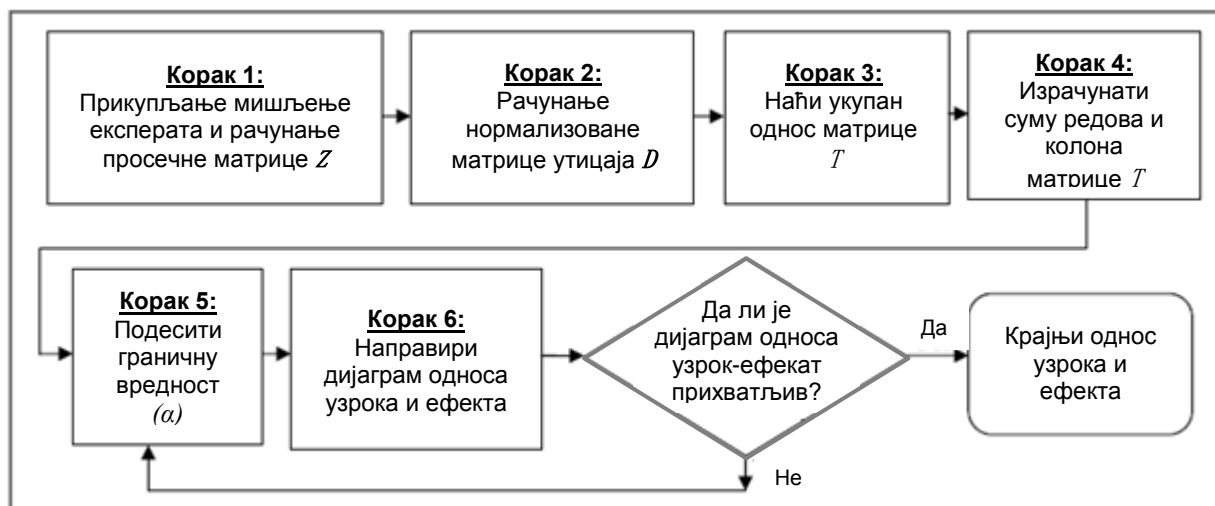
Нормализација тежинских коефицијената врши се применом израза (66)

$$RN(w_j) = \frac{RN(W_j)}{\max_j \{\underline{Lim}(w_j), \overline{Lim}(w_j)\}} \quad (66)$$

где  $w_j$  представља коначне тежине критеријума који се користе у процесу доношења одлука (Ратушар и Ћиговић, 2015).

### 5.3. DEMATEL метода

Метода DEMATEL је првобитно била развијена између 1972. и 1979. године од стране Battelle Memorial Institute-а у Женеви, са циљем проучавања сложене и преплетене проблематичне групе. Широко је прихваћена као једна од најбољих алата за решавање узрочно-последичног односа међу критеријумима евалуације. Ова метода се примењује на анализу и обликовање односа узрока и ефекта између критеријума за оцену или за извођење међусобних односа између фактора. На основу Sumrit & Anuntavoranich (2013), представљен је поступак DEMATEL методе (Слика 5.6):



Слика 5.6. Алгоритам ДЕМАТЕЛ методе (Sumrit, 2013)

**Корак 1:** Прикупљање мишљење стручњака (експерата) и рачунање просечне матрице  $Z$

Група од  $m$  експерата и  $n$  фактора је коришћена у овом кораку. Од сваког стручњака се тражи степен директног утицаја између два фактора заснована на упоређивању парова. Степен до којег стручњак спознаје утицај фактора  $i$  на фактор  $j$  означава се као  $x_{ij}$ . Целобројни резултат се креће од 0 (без утицаја), 1 (мали утицај), 2 (средњи утицај), 3 (висок утицај) и 4 (врло висок утицај), респективно. За сваког експерта конструисана је  $n \times n$  не-негативна матрица облика  $X^k = [x_{ij}^k]$ , где је  $k$  број експерата који учествује у оцењивању са  $1 \leq k \leq m$ . Тада су  $X^1, X^2, X^3, \dots, X^m$  матрице од  $m$  експерата. За агрегирање свих оцена  $m$  стручњака, просечна матрица  $Z = [z_{ij}]$  је приказана у наставку (67):

$$z_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{ij}^k \quad (67)$$

**Корак 2:** Рачунање нормализоване матрице утицаја  $D$

Нормализована почетна матрица директног односа  $D = [d_{ij}]$ , где је вредност сваког елемента у матрици  $D$  између  $[0, 1]$  (68):

$$D = \lambda \cdot Z \quad (68)$$

или

$$[d_{ij}]_{n \times n} = \lambda [z_{ij}]_{n \times n} \quad (69)$$

где је

$$\lambda = \min \left[ \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |z_{ij}|}, \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{i=1}^n |z_{ij}|} \right] \quad (70)$$

Засновано на теорији ланца Маркова,  $D^m$  је снага матрице  $D$ , на пример  $D^2, D^3, \dots, D^\infty$  гарантује конвергентна решења матричне инверзије као што је приказано (71):

$$\lim_{m \rightarrow \infty} D^m = [0]_{n \times n} \quad (71)$$

### Корак 3: Наћи укупан однос матрице $T$

Матрица укупног утицаја  $T$  се добија коришћењем једначине 73, где је  $I$  истоветна  $n \times n$  матрица. Елемент  $t_{ij}$  представља индиректне ефекте које је фактор  $i$  имао на фактору  $j$ , тада матрица  $T$  одражава укупан однос између сваког пара системских фактора.

$$T = \lim_{m \rightarrow \infty} (D + D^2 + \dots + D^m) \quad (72)$$

$$= \sum_{m=1}^{\infty} D^m$$

где је

$$\begin{aligned} \sum_{m=1}^{\infty} D^m &= D^1 + D^2 + \dots + D^m \\ &= D(I + D^1 + D^2 + \dots + D^{m-1}) \\ &= D(I - D)^{-1}(I - D)(I + D^1 + D^2 + \dots + D^{m-1}) \\ &= D(I - D)^{-1}(I - D^m) \\ T &= D(I - D)^{-1} \end{aligned} \quad (73)$$

### Корак 4: Израчунати суму редова и колона матрице $T$

У матрици укупног утицаја  $T$ , збир редова и збир колона представљени су векторима  $R$  и  $C$ , респективно.

$$R = [R_i]_{n \times 1} = \left( \sum_{j=1}^n t_{ij} \right)_{n \times 1}, \quad (74)$$

$$C = [C_j]_{1 \times n} = \left( \sum_{i=1}^n t_{ij} \right)'_{1 \times n}, \quad (75)$$

где  $[C_j]'$  означава транспоновану матрицу.

Нека је  $R_i$  сума  $i$ -тих редова матрице  $T$  и нека је  $C_j$  сума  $j$ -тих колона матрице  $T$ . Ако је  $j=i$ , вредност  $(R_i + C_i)$  представља укупне ефекте који су заједно дати и примљени од фактора  $i$ . У супротном, вредност  $(R_i - C_i)$  показује допринос фактора  $i$  на систем. Штавише, када је  $(R_i - C_i)$  позитивна вредност, фактор  $i$  је узрок. Када је  $(R_i - C_i)$  негативна вредност, фактор  $i$  је пријемник (Tzeng *i dr.*, 2007; Liou *i dr.*, 2007; Yang *i dr.*, 2008; Lee *i dr.*, 2009).

**Корак 5: Подесити граничну вредност ( $\alpha$ )**

Гранична вредност ( $\alpha$ ), израчунава се просеком елемената у матрици  $T$ , применом израза (76). Овај прорачун има за циљ да елиминише неке елементе мањих ефеката у матрици  $T$ . (Yang *i dr.*, 2008).

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [t_{ij}]}{N} \quad (76)$$

где је  $N$  укупан број елемената у матрици  $T$ .

**Корак 6: Направити дијаграм односа узрока и ефекта**

Дијаграм узрока и ефекта конструисан је мапирањем свих координатних скупова  $(R_i + C_i, R_i - C_i)$  да визуализује комплексне међусобне односе и пружи информације за процену најважнијих фактора и како утичу на утицајне факторе (Shieh *i dr.*, 2010). Фактори  $t_{ij}$  који су већи од  $\alpha$ , одабрани су у дијаграму узрока и ефекта (Yang *i dr.*, 2008).

## 6. ДЕФИНИСАЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ КРИТЕРИЈУМА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ

Избор критеријума саобраћајне приступачности који утичу на развој приградских насеља је сложен процес. Захтева детаљну и перманентну анализу свих релевантних фактора који у мањој или већој мери могу да имају утицај.

Да би се на прави начин извршио одабир критеријума и подкритеријума који утичу на саобраћајну приступачност, неопходно је познавање реалних ситуација међу којима су транспортни систем и инфраструктура града, демографске прилике, географско окружење као и области везане за одлучивање, управљање, доношење одлука.

Проблеми изналажења оптималног решења, односно, задаци оптимизације, срећу се и решавају у свакодневном животу. На њих се наилази скоро свуда, у техничким и економским системима, у породици, предузећу, спортском клубу итд, (Vujošević, 2012). Процес доношења одлуке и избор „најбоље“ алтернативе најчешће се базира на више од једног критеријума и низа ограничења.

Доносилац одлуке треба на крају да усвоји неко решење. Решење које прихвати доносилац одлуке назива се најбоље или преферирано решење. Задатак вишекритеријумске оптимизације и јесте да помогне доносиоцу одлуке да изабере решење које сматра најбољим у датим условима. Зато се напори ка решавању постављеног вишекритеријумског проблема често називају вишекритеријумска анализа. Под доношењем одлуке подразумева се избор неке од алтернатива којима се решава одређени проблем. У проблему одлучивања постоје циљеви који се желе постићи одлуком, критеријуми којима се мери постизање тих циљева, тежине тих критеријума који одражавају њихову важност и алтернативна решења проблема (Hot, 2014).

Праћење трендова мобилности путника и трендова у урбаним подручјима су важан елемент у процени одрживог развоја градова и околине. Недавни извештај Европске агенције за животну средину (*енг.* ЕЕА) (ЕЕА, 2013) пружа свеобухватан преглед доступних показатеља саобраћајне приступачности урбаних и руралних путника широм Европе. У раду Poelman & Dijkstra (2015) издвојена су три најзначајнија критеријума са методологијом за решавање проблема, а то су: (1) усклађивање географске дефиниције, (2) недостатак информација о дистрибуцији становништва и (3) учесталост јавног градског превоза.

1. Административна граница града може обухватити централни пословни округ или много шире подручје, укључујући и рурална подручја изван тог појаса. На пример, град Париз има два милиона становника густо насељених у урбаном центру од седам милиона становника. Град Сарагоса обухвата површину од 974 km<sup>2</sup> иако је урбани центар само 41 km<sup>2</sup>.

2. Два града са истим бројем становника, површином и бројем аутобуских стајалишта, може и даље имати другачији приступ јавном градском превозом. Ако је развој усмерен ка стајалиштима јавног превоза, подстичући већу густину и развој насеља у близини трасе јавног превоза, то ће за последицу имати висок ниво приступачности.

3. Свако ко је дуго чекао аутобус зна да учесталост полазака има велики утицај на доживљени квалитет услуге. Ако су поласци на сваких 5 минута, већина људи неће журити или покушавати да ухвати посебан полазак, већ наредни аутобус или метро. Такође, приликом упоређивања градова, фреквенције полазака и како се оне дистрибуирају преко линија и стајалишта, морају бити узете у обзир. С обзиром да нека стајалишта постоје само за један полазак на сат, док друга имају један или више полазака у минути, утицај близине трасе линије јавног превоза, представља значајан параметар приликом мерења приступачности.

Најпре је урађен прорачун колико људи може лако доћи до аутобуског стајалишта. За аутобусе и трамваје предпостављено је да би становници били спремни да пешаче 5 минута (417 метара). За возове или метро, предпостављено је да ће путници бити спремни да пешаче 10 минута (833 метра). Одређивање времена (дужине) пешачења заснива се на основу густине уличне мреже и препрека као што су реке, стрми терени, аутопутеви или железничке пруге, који се не могу лако прећи пешице. Аутори су формирали пет група базираних на приступачности у односу на учесталост и број полазака:

1. *Нема приступа*: људи не могу лако доћи до стајалишта јавног превоза, потребно је више од 5 минута до аутобуског или трамвајског стајалишта, и више од 10 минута за метро или железничке станице.

2. *Низак приступ*: људи могу лако доћи до стајалишта јавног превоза (око 5 минута) и са фреквенцијом мањом од четири поласка на сат.

3. *Средњи приступ*: људи могу лако доћи до линије јавног превоза (5 минута) са фреквенцијом између 4 и 10 полазака на сат.

4. *Високи приступ*: људи могу лако доћи до аутобуског или трамвајског стајалишта (мање од 5 минута), са више од 10 полазака на сат.

5. *Врло висок приступ*: људи могу лако доћи до аутобуског или трамвајског стајалишта са више од 10 полазака на сат, и метро или железничке станице са више од 10 полазака на сат.

Transport for London (2015) објашњава начин мерења утицаја транспортне приступачности у Лондону. Описани су различити алати који се користе за повезивање, процену као и технике на којима су базирани. Представљени су главни типови процене утицаја приступачности. То су:

- РТАЛ (Ниво приступа јавном превозу), који процењује изабрано место на основу колико је близу локација јавног градског превоза и колико је чест број полазака, у тој области.
- Мапирање времена путовања, графичко приказивање колико је становницима потребно за путовање од изабраног места до одредишта, или колико далеко могу путовати у одређеном временском периоду.

У раду Litman (2017) говори се о концепту приступачности и начину на који се може повезати у планирању саобраћаја. Приступачност се може проценити из различитих перспектива, укључујући одређену групу, начин, локацију или активност. Табела 6.1. садржи факторе који утичу на приступачност и степен до којег се разматрају у тренутном стању и у ближој перспективи:

Табела 6.1. Сажетак фактора који утичу на приступачност

Име	Тренутно стање	Побољшање
<b>Транспортни захтеви</b>	Транспортни захтеви моторизованог кретања се могу добро измерити, док захтеви немоторизованог кретања теже	Опсежнија истраживања путовања, статистика и анализа потреба путовања
<b>Мобилност</b>	Првенствено процењује брзине и време путовања моторним возилом	Детаљнија процена мобилности другим начинима
<b>Врста превоза</b>	Обично се узимају у обзир брзине и сигурност вожње, али се и други начини и фактори путовања често превиђају	Више мултимодалног оцењивања (брзина, удобност, сигурност итд. пешачења, вожње бициклом итд.)
<b>Корисне информације</b>	Понекад се разматрају за одређене начине превоза или локације, али ретко свеобухватно	Опсежније и интегрисане информације које корисницима помажу у транспортним системима
<b>Интеграција</b>	Аутомобилски превоз је углавном добро интегрисан, али не и везе између других видова	Ближе интегрисано планирање како би се побољшала способност путника да се повеже између компоненти система
<b>Замена за мобилност (Телекомуникације и услуге испоруке које замењују физичко путовање)</b>	Обично се не разматрају у планирању саобраћаја	Потребно је размислити о заменама за мобилност као део транспортног система
<b>Фактор коришћења земљишта</b>	Обично се разматра у планирању коришћења земљишта, али мање у планирању саобраћаја	Измерити на који начин фактори коришћења земљишта утичу на путне дистанце и трошкове
<b>Транспортна мрежа</b>	Планирање саобраћаја почиње да разматра утицај повезивање путева на приступачност	Измерити како повезивање путева погађа путне дистанце и трошкове
<b>Управљање транспортом</b>	Ограничено разматрање	Потребно је размотрити како различите стратегије управљања транспортом утичу на приступ
<b>Приоритизација (Стратегије које фаворизују ефикаснију путну активност)</b>	Ограничено разматрање	Потребно је размотрити стратегије приоритизације транспорта
<b>Неприступачност</b>	Генерално се не разматрају у планирању саобраћаја	Препознати вредност понекад ограничавајућег приступа

## 6.1. ДЕФИНИСАЊЕ СКУПА КРИТЕРИЈУМА ЗА ОЦЕНУ САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ

Приликом дефинисања скупа критеријума и подкритеријума за оцену утицаја саобраћајне приступачности на развој приградских насеља, консултовани су стручњаци из привреде из области Транспортних система и Јавног градског превоза путника, који су у свакодневном контакту са корисницима јавног превоза.

Прва фаза подразумева идентификовање и груписање критеријума. У овој је фази пожељно користити информације о функционисању анализираних система. Такође неопходно је извршити груписање критеријума према врсти, подсистему коме припада, као и према нивоу одлучивања. У другој фази критеријуми се дефинишу на основу истраживања (научних и практичних) и анализе литературе која се бави датом облашћу. Трећа фаза идентификује критеријуме на основу ранијих искустава на сличним пројектима у свету. Комбинацијом ова три приступа, добија се највећи број елемената скупа критеријума за вредновање утицаја саобраћајне приступачности. Четврта фаза дефинише критеријуме на основу изражених потреба, очекивања, интереса од стране заинтересованих актера (путника).

Поштујући наведена искуства, препоруке и мишљења релевантних стручњака, предложено је да се оцена утицаја саобраћајне приступачности у приградским насељима врши на основу 13 фактора (подкритеријума) груписаних у 4 групе критеријума (Табела 6.2).

Табела 6.2. Критеријуми утицаја саобраћајне приступачности на развој приградских насеља

Критеријуми	Подкритеријуми
Транспортни	Мрежа линија ЈГП-а
	Близина железнице
	Карактеристике насеља
	Поседовање аутомобила у домаћинству
Просторни	Израђена инфраструктура
	Мрежа приступних путева
	Удаљеност од најзначајнијих садржаја
Квалитет услуге	Комфор у возилу
	Време путовања
	Преседање током путовања
Квалитет система	Ред вожње
	Цена превоза
	Тарифни систем

У наставку рада образложена је суштина, значење и разлози сваког подкритеријума групе критеријума приказаних у Табели 6.2.

### 6.1.1. Транспортна група критеријума

Групу транспортних критеријума сачињавају Мрежа линија јавног градског превоза, Близина железнице, Карактеристике приградског насеља и Поседовање аутомобила у домаћинству.



### 6.1.1.1. Мрежа линија јавног градског превоза

Један од параметара квалитета система јавног превоза јесте разгранатост мреже линија у односу на превозне захтеве. Овај параметар, у мањој мери, утиче позитивно на конкурентност осталим начинима кретања. Мањи градови имају краћа растојања на којима се путује, па је учешће времена пешачења до линије ЈГП-а знатно веће у односу на велике градове.

Густина линија, по овом параметру, даје релативно слабе протоке путника. У мањим градовима и ван вршног периода, а због искоришћења капацитета, тражи повећање интервала слеђења возила јавног превоза. Овај проблем има за последицу даље смањење конкурентности јавног превоза, па је неопходно овај проблем ублажавати коришћењем возила мањег капацитета (Veselinović, 1997).

Јавни превоз у руралним подручјима одликују дуга времена путовања, релативно мали број полазака, недиректност линија и мала исплативост. Облици јавног превоза, који функционишу у руралним подручјима у свету (Jeuring i dr., 2000b; Joint Committee on Arts, Sport, Tourism, Community, Rural and Gaeltacht Affairs, 2010; Logan, 2007; White, 2011; Ranković-Plazinić, 2015), могу се сврстати у две групе:

1. *Традиционални јавни превоз* – односи се углавном на аутобусе (у неким случајевима и на железницу, где је доступна) и карактерише га фиксни режим рада;
2. *Нетрадиционални јавни превоз* – односи се на остале облике јавног превоза, које се даље могу сврстати у:
  - Превозне услуге на захтев (Demand-responsive transport – DRT) – односи се на услугу која се уговара индивидуално, при чему се време и место поласка прилагођава захтеву корисника;
  - Превозне услуге које интегришу робни и путнички транспорт – односи се на услуге у којима се једним возилом истовремено превозе и путници и роба;
  - Превозне услуге које обједињују више сврха – односи се на комбиновање традиционалног и наменског јавног превоза.

Традиционални јавни градски путнички превоз подразумева кретање возила на фиксној траси, са фиксним стајалиштима и према унапред дефинисаном временском распореду полазака. Због тога је главна мана овог вида превоза неприлагодљивост захтевима путника. То практично значи да рурални становници, уколико немају на располагању другу превозну алтернативу, своје транспортне потребе прилагођавају дефинисаном начину функционисања јавног превоза. На тај начин су многи становници принуђени да одустану од одређених путовања, а чест је случај да се под тим подразумева одустајање од тражења радних места ван места становања, одустајање од школовања, здравствене заштите, културних и спортских догађаја и сл. (Pezzini, 2000; SEU, 2003; Ranković-Plazinić, 2015).

Што се тиче корисника јавног превоза у руралним подручјима, у свету је присутан тренд да јавни превоз користе старија лица и млади, подразумевајући студенте и ученике. Практично, то значи да јавни превоз није атрактивна алтернатива за руралне становнике који имају приступ аутомобилу. Примери земаља у којима је забележен овај тренд су Грчка, Ирска и Велика Британија (Jeuring i dr., 2000b; Joint

Committee on Arts, Sport, Tourism, Community, Rural and Gaeltacht Affairs, 2010; White, 2011; Ranković-Plazinić, 2015).

Лакоћа коришћења услуге јавног превоза се овде односи на удаљеност стајалишта од домаћинства и фреквенцију полазака. Најчешће се мери временом пешачења од стајалишта линије јавног превоза са бар једним поласком на сат времена. Ова мера може обухватати и директност линија, потребу за преседањем и усклађеност полазака са потребама становника.

Приступачност неком подручју, што се тиче приградских коридора, у великој мери условљена интеграцијом транспортне понуде. Једна од карактеристика приградских коридора је та што превозну услугу може пружати већи број превозника са различитим подсистемима. Разлог ове појаве је тај да у оваквим условима не постоји интегрисана транспортна понуда.

### 6.1.1.2. Близина железнице

Иако железнички систем има велику предност у свакодневном функционисању људи и добара, генерално искоришћење њених капацитета није довољно и варира у зависности од региона у земљи. Тренутна ситуација у Србији, што се тиче путничког саобраћаја на железници и учесталости кретања возова, јесте да су становници северног дела земље много више усмеренији на коришћење железничких капацитета, за разлику од источног и јужног дела. Разлог томе знатно доприносе и стратешке одлуке државе и руководства „Србија воз“-а и „Инфраструктура железнице Србије“.

Упоредјујући различите врсте превоза, шински системи имају већи утицај на вредност непокретности у градовима где је такав вид превоза заступљен у оквиру система ЈГПП. Традиционални аутобуски превоз је такође интересантан, али не у толикој мери као шински системи (Ahlfeldt, 2011; Chiodo i dr., 2010). Имовинска вредности кућа близу аутобуских линија, има само скромне предности, јер већина аутобуских линија немају сталност фиксне инфраструктуре.

Мрежа железничких пруга, која може бити више или мање развијена, и њене могућности нису, по правилу, функционално интегрисане у систем јавног превоза. Разлози за то су: тангенцијално повезивање насеља, недовољан број полазака у току дана, непоузданост реда вожње због приоритета возова вишег ранга, недовољне пропусности пруга за веће фреквенције приградских возова, неукљученост у јединствени тарифни систем, лоши услови преседања на друге видове, интерес железнице за превоз терета (Veselinović, 1997).

Железничке станице и стајалишта су места у којима се остварује контакт са привредом и путницима и са њима закључује уговоре о превозу. Могуће их је схватити и као организатора и непосредног извршиоца највећег дела техничких задатака у транспорту робе и путника и у саобраћању возова.

### 6.1.1.3. Карактеристике насеља

У брдско-планинским подручјима су домаћинства најчешће просторно удаљена једна од других, тј. припадају разбијеном типу насеља, а у таквим случајевима је тешко обезбедити адекватну инфраструктуру и саобраћајну повезаност са урбаним подручјима.

Код руралних подручја веома је битан положај у односу на град, и то са више аспеката (Ranković-Plazinić, 2015):

- *Удаљеност од града.* Удаљеност од града може се сматрати врло релевантном одредницом руралности, јер се на основу ње може закључити да ли је одређено подручје географски изоловано. Конкретне вредности за овај критеријум односе се на просторну удаљеност од града у километрима или на временску удаљеност у минутима путовања. У Табели 6.3 су дате граничне вредности за поједине земље у чијим се дефиницијама појављује овај критеријум.
- *Да ли се граниче са урбаним подручјима.* Овај критеријум се користи у приступу дефинисању урбаних/руралних подручја у коме се прави разлика између руралних подручја. У таквим дефиницијама не постоје граничне вредности за овај критеријум, већ се само разматра да ли је испуњен или није, односно да ли се рурално подручје граничи са урбаним или не. Појављује се у дефиницијама у САД-у и Аустралији (ABS, 2011; USGAO, 1993).
- *Утицај града.* Да ли ће подручја бити класификована као мање или више рурална, може се просудити на основу утицаја који град има на дато подручје, односно на основу мере њихове повезаности. Мерење утицаја града, ради коришћења конкретне граничне вредности, може се вршити на различите начине. У Канади, на пример, користи се проценат запослених који из датог подручја путују на посао у градске центре (McNiven i dr., 2000).

Табела 6.3. Граничне вредности удаљености од града у дефиницијама урбаних/руралних подручја

Земља/Регион	Гранична вредност	Извор
Аусталија	Израчунава се на основу удаљености од градова различитих величина	Jones (2000)
Европска унија	45 мин вожње од урбаног центра са најмање 50 000 становника	Brezzi, Dijkstra & Ruiz (2011); ONEP (2012)
Шведска	45 мин вожње до насељеног места са више од 3 000 становника	Jeuring i dr. (2000a); Kahila & Hedström (2008b)
Велика Британија (Шкотска)	30 мин вожње до насеља са најмање 10 000 становника	Northern Ireland Statistics and Research Agency [NISRA] (2005)
Немачка	Конкретна вредност није доступна, али се односи на време путовања путничким аутомобилом до најближег централног места	Schiller (2008)

Географски положај неког подручја се обично одређује у односу на просторну позицију урбане зоне. Приградска насеља која се граниче са оближњим градовима, сигурно је да имају бољи приступ садржајима, потребним ресурсима, бољој инфраструктури и бржем интегрисању у савремене друштвено-економске токове. Насупрот томе, приградска насеља која су удаљена од урбаних центара имају лошији приступ неопходним садржајима, лошију инфраструктуру, а друштвена интеракција са градским центрима је на мањем нивоу. Географски положај се може мерити растојањем у јединицама дужине, најчешће дуж саобраћајница, или временом путовања.

#### 6.1.1.4. Поседовање аутомобила

Како се наводи у раду Ranković-Plazinić (2015), доступност аутомобила се може сматрати мером комфора руралних становника у планирању путовања, с обзиром на број и квалитет осталих превозних алтернатива. Поседовање превозног средства од стране домаћинства не значи нужно да је то превозно средство на располагању свим члановима или возачима у домаћинству. То је најчешће случај када домаћинство поседује једно моторизовано превозно средство. Уколико нема других превозних опција, остали чланови домаћинства ће искувати мању приступачност садржајима ван локалног окружења. Стога је и доступност аутомобила важан параметар приступачности, који открива различите нивое приступачности у истом домаћинству, често маскиране степеном моторизације.

У просеку никада сви чланови домаћинства не могу управљати возилом, или то није могуће истовремено. Због тога постоји изражен интерес свих чланова домаћинства за коришћењем система јавног превоза, јер је веома мали проценат оних чланова који не користе јавни превоз. Утицај поседовања аутомобила у директној је вези са мобилношћу и расподелом према начину путовања.

#### 6.1.2. Просторна група критеријума

У групу просторних критеријума спадају Изграђена инфраструктура, Мрежа приступних путева и Удаљеност насеља од најзначајнијих садржаја.

##### 6.1.2.1. Изграђена инфраструктура

Класификацију инфраструктуре могуће је направити на различите начине и за различите потребе. Према пореклу инфраструктура се дели на природну и техничку, према функцији на привредну и непривредну, а према обиму, дели на ону насељу и регионалну. Према значају инфраструктура се дели на главну и допунску као и на микро и макро. Према виду потрошње инфраструктура се дели на: индивидуалну, заједничку и мрежну, а према рангу мреже у граду на: примарну, секундарну и терцијалну. Са инжењерског аспекта најбитније су поделе према намени објеката и према положају у простору (Hot, 2014).

Саобраћајна инфраструктура је систем објеката и мера повезаних у функционалну целину са основним циљем осигурања несметаног и безбедног транспорта људи и роба, операција утовара и истовара, претовара, паковања, шпедитерских и других услуга без којих се саобраћај не би могао одвијати.

Подела саобраћајне инфраструктуре најчешће се врши према виду саобраћаја којем она припада. Сходно напред наведеној подели саобраћаја, саобраћајна инфраструктура може се поделити на: путеве (друмове), железничке пруге и станице, мостове, цевоводе, преносиве траке, унутрашње пловне путеве и пристаништа, аеродроме, поште и телекомуникационе инфраструктурне системе.

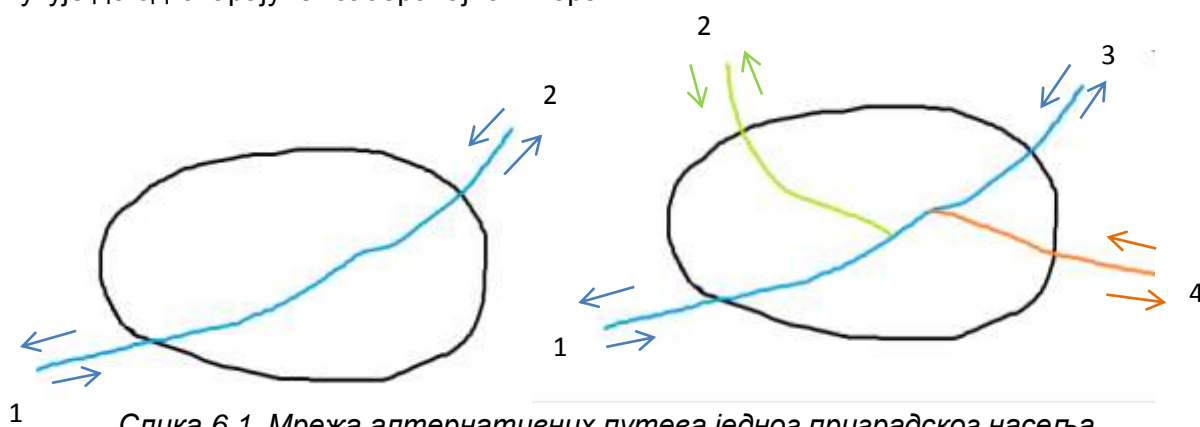
Када се говори о инфраструктури у приградским подручјима, она је често сиромашнија него у урбаним срединама. Врло често стара, оштећена или склона оштећењима. Густина саобраћајне мреже је мања, а квалитет путева подложен променама. Поред тога, покривеност интернет конекцијом као и мобилним и фиксним мрежама такође варира од једног до другог приградског подручја.

Рурална саобраћајна инфраструктура у Србији је слабо развијена. Поред малог инвестирања у нову инфраструктуру и неадекватног одржавања постојеће, један део путева и терминала је оштећен у НАТО бомбардовању. У сврху приближавања транспортног система Србије транспортном систему ЕУ, међу краткорочним и средњорочним стратешким циљевима налазе се: завршетак коридора, изградња нове и обнова постојеће инфраструктуре (Delević-Đilas & Todorčić, 2005; RAPP, 2010). Према Влади Републике Србије (2011), 80% руралних насеља у Србији има приступ основним услугама, под којима се подразумевају путна мрежа, струја, фиксна и мобилна телефонска мрежа.

### 6.1.2.2. Мрежа приступних путева

Када се говори о приступним путевима у приградским насељима који би повезали место становања (извора) са циљем путовања и обрнуто, првенствено се мисли на постојање разгранате мреже саобраћајница које би повезале насеље са центрима обављања различитих сврха путовања. Мрежа друмских саобраћајница може се поделити на мрежу ванградских путева и мрежу градских путева и улица.

Несумњиво је да ће постојање већег (мањег) броја улаза односно излаза из насеља повећати (смањити) његову приступачност у погледу алтернатива стицања до њега, а свакако и мобилност становника (Слика 6.1). Такође, становници су у могућности да дођу до различитих дестинација брже и за краће време, него у случају када постоји само једна саобраћајница и потреба да се заобилази велико подручје или путује до одговарајућег саобраћајног чвора.



Слика 6.1. Мрежа алтернативних путева једног приградског насеља

У оквиру планирања саобраћаја, приликом избора путање између изворне и циљне зоне, особе које путују не користе идентичне путеве што се објашњава околностима (Vračarević, 2002):

- Појединци различито вреднују алтернативе које су им на располагању,
- Учесници у саобраћају у једном тренутку теже да успоставе равнотежу између интензитета саобраћаја и могућности мреже.

Колико ће се која саобраћајница у оквиру мреже путева користити, зависи од чињенице упоређења разлика или односа растојања или времена путовања између два пута која повезују циљ путовања.

### 6.1.2.3. Удаљеност од најзначајнијих садржаја

Удаљеност од појединих садржаја, у просторном или временском облику, може бити одредница руралности у смислу приступачности. У општем случају, у Енглеској је устаљена вредност од 15-20 минута путовања пешачењем (NISRA, 2005). Ова вредност се користи за општу приступачност садржаја, али за поједине садржаје се користе и друге вредности. На пример, удаљеност од центара здравствене заштите се врло често користи у дефинисању руралних подручја за потребе медицинске струке. У Великој Британији, Hays i dr. (1994) су дефинисали рурална подручја као подручја која су један сат или више од једног сата путовања удаљена од здравственог центра, док Weinert и Voik (1995) одређују руралност подручја на основу комбинације критеријума густине насељености и удаљености од службе хитне помоћи.

### 6.1.3. Квалитет услуге

Трећу групу критеријума квалитета услуге чине Комфор у возилу, Време путовања и Преседање током путовања.

Квалитет услуге у систему јавног градског путничког превоза може се посматрати преко четири аспеката који су од изузетне важности и чије непрепознавање може значајно успорити напоре да се постигне усклађеност између реализованог квалитета услуге и оног какав желе корисници транспортне услуге. Тако се разликује (Veselinović, 2008):

1. Жељени (очекивани) квалитет – базира се на токовима путника и њиховим захтевима. У свом делу дотиче се и захтева квалитета.
2. Пројектовани (планирани) квалитет – обједињује статичке и динамичке елементе линије. Посебна пажња посвећује се накупљању и протоку путника, времену чекања као и комфору у возилу.
3. Реализовани (објективни) квалитет – подразумева објективно утврђивање у шта спадају реализовани: редови вожње, интервали, тачност и равномерност, чекање на стајалишту... На основу објективно утврђених чињеница, генерише се добијени квалитет превозне услуге који се бави губицима у времену, пешачењем, ценом услуге, могућностима информисања, чистоћом возила и стајалишта, љубазношћу возног особља...
4. Доживљени (оцењени) квалитет – представља ниво квалитета услуге каквим га корисници система доживљавају. Овакав субјективно доживљени квалитет резултира оцењено време чекања, доживљени комфор, мобилност и начинску расподелу.

#### 6.1.3.1. Преседање током путовања

Постоје мини преседања (градски-приградски) превоз, и макси преседања (градски-међуградски или приградски-међуградски) превоз. Тежња је да се обједине на једном месту укрштање токова путовања. Полази се од тога да преседачке тачке морају бити функционалне, да се из њих усклађују редови вожње, интервали кретања возила и дистрибуција линија. Не сме се дозволити да се неке линије продужавају само зато што није понуђено путницима прихватљиво преседање. Из тог разлога је

потребно урадити оптимизацију мреже линија. Веома често се јавља проблем како повезати места са малим оптерећењем и питање да ли може да се изврши повезивање са фреквентним коридором или са неким кратким линијама које би радиле фреквентније јер има мало путника. Идеја тога јесте да се из преседачких тачака може калибрисати понуда и мрежа линија која би омогућила задовољене различитих потреба становништва.

Преседачке тачке су један од најбитнијих елемента у јавном превозу. Мрежа линија се састоји од преседачких тачака и од линија. Она представља суштину организације, а не само вожњу аутобусом. Ово је композиција мреже линија и реда вожње на бази преседања као нужне основе за функционално и ефикасно одвијање превоза.

Позиционирање станице је важан елемент система једног града због минимизирања нултих километара и повећања радних сати, а такође и да би се омогућило што ефикасније повезивање са што више саобраћајних подсистема, смањиле саобраћајне гужве и утицај емисије штетних гасова на околину.

Преседачке тачке су мултифункционални елемент мреже линија јавног превоза путника. Усклађивање редова вожњи по критеријуму минималног времена преседања омогућава ослањање недовољно фреквентних линија на фреквентније. Тиме се локалне или неоптерећене приградске линије скраћују. Скраћивањем тих линија омогућава се повећање броја полазака, а тиме и повећање саобраћајне приступачности. Повећање саобраћајне приступачности, и кад нема довољно путника, је од највећег значаја за демографски развој приградских подручја.

### 6.1.3.2. Комфор у возилу

Квалитет превозне услуге заснива се на бихевиористичком приступу односно, субјективном доживљавању појединих параметара и целине превозне услуге, које за последицу даје објективно реализовано коришћење јавног превоза које се по правилу разликује од очекиваног.

Систем размишљања корисника јавног градског превоза полази од циља. Њихови циљеви се разликују, али су јединствени по питању квалитета превозне услуге и система у целини. Квалитетом понуђене услуге исказује се мера задовољења корисника у јавном превозу.

Комфор у возилу подразумева (не)постојање гужве, чистоћу, температуру, осветљеност у возилу, број места за седење, лако кретање кроз возило...

Стратегија развоја система јавног градског превоза путника (ЈГПП), данас се остварује кроз вођење политике, која као основ узима принцип реализације мобилности становника уз ограничено коришћење приватних путничких аутомобила. Зато је потребно у што већој мери потенцијалним корисницима приближити значај јавног превоза, објаснити предности како би постали корисници. Са друге стране, стални путници у возилима су већ навикнути и очекују одређени степен квалитета пружене услуге. На основу квалитета услуге у возилу, зависиће и задовољство путника. Осећај пријатности, комфора и чистоће у возилу, љубазност возног особља, унутрашња осветљеност и добра видљивост, једни су од параметара квалитета услуге генерисаних на основу квалитета система.

Један од важнијих параметара квалитета, са аспекта корисника, јесте осветљеност у возилу. Модеран начин рекламирања доводи до цртања и лепљења

спољашњих страна аутобуса што за последицу има прекривање стаклених површина возила и смањење продора природне светлости у возило.

### 6.1.3.3. Време путовања

Време трајања путовања састоји се из времена пешачења од места становања до стајалишта, времена чекања на стајалишту, времена вожње у возилу, времена преседања (ако постоји) и времена пешачења од стајалишта до циља путовања (Veselinović, 1997).

Време пешачења до система јавног превоза се у приградским насељима толерише у зависности од удаљености насеља од града, величине насеља и развијености уличне мреже и обима превозних захтева. Највећи број насеља је уздужно изграђен на радијалним коридорима, па се са више стајалишта време пешачења не разликује значајније од времена пешачења у граду. Ово с друге стране има за последицу задржавање возила на стајалиштима тих насеља чиме се продужава време вожње.

Време чекања на стајалишту зависи од интервала слеђења возила по реду вожње, тачности одвијања реда вожње, равномерности одвијања интервала и поремећаја слеђења возила (интервала). Учешће времена чекања у укупном времену путовања се, за разлику времена пешачења, може знатно разликовати у истим условима, а због обима поремећаја реда вожње. У том смислу корисници не могу време чекања поуздано предвиђати као што могу предвидети потребно време пешачења до стајалишта. Стога корисник који жели поуздано да стигне на место опредељења, мора поћи раније за онолико времена колико износи вероватноћа кашњења возила, базирана на претходном искуству. Поред тога поремећај интервала има значајне негативне последице на услове у возилу, и трајање боравка у возилу, као и низ других последица.

Време вожње у највећој мери укључује доживљавање временаведеног у возилу, утицаја комфора у возилу, могућности седења, мирноће вожње, чистоће и пријатност возила и особља и др. Кретање возила задовољава потребу за доживљавањем темпа путовања, а успутна заустављања на семафорима или због загушења саобраћајница, деградирају овај доживљај темпа. Измена путника на успутним стајалиштима вишеструко и комплексно делује на корисника као: изгубљено време за успоравање, измену и убрзавање возила; непријатност циркулације или ротације путника у возилу у условима велике попуњености возила, обим измене који одређује обим померања (осим седења) у возилу, обавезу ранијег напуштања седишта ради "пробијања до излаза". Нарочито негативно доживљавање превозне услуге је везано за чекање возила на стајалишту када је возило знатно попуњено а, због кашњења и продужења интервала, на стајалишту се накупи већи број путника од расположивог броја места. Тада се возило додатно задржава у настојању да се приме сви путници, а онда са се затворе врата како би возило уопште кренуло. Последица оваквог задржавања је појачавање овог проблема и на наредним стајалиштима.

Трајање времена преседања је временски део путовања који доживљавају само путници који преседају. За приградске путнике превоз у град се доминантно обавља радијалним линијама, које те путнике углавном ставља у приближно исту потребу преседања.



Време пешачења од изласка из возила до одредишта је одређено локацијом излазног стајалишта, удаљеношћу циља путовања, избором путање пешачења и брзином пешачења путника.

#### 6.1.4. Квалитет система

Групу критеријума квалитета система чине Ред вожње, Цена превоза и Тарифни систем.

##### 6.1.4.1. Ред вожње

Редом вожње се прописује режим рада возила на линији у току дана. Његов основни циљ је да задовољи меродавне превозне захтеве путника у току дана, уз прихватљиво време чекања. Како се редом вожње планира време поласка, односно доласка возила, и интервал слеђења између појединих возила, то се и контрола спровођења реда вожње састоји од провере тачности и равномерности.

Под тачношћу се подразумева полазак возила са терминаса или контролних тачака посматране линије у времену предвиђеном редом вожње. Под равномерношћу се подразумева пролазак возила једне линије кроз стајалишта односно контролне тачке те линије у интервалима предвиђеним редом вожње.

Становници у приградским насељима у којима линија(е) јавног превоза имају велике интервале слеђења односно, мали број полазака у току дана, имају мању вероватноћу за уклапање у расположиво време и реализацију путовања са различитим сврхама.

Мере за повећања приступачности систему јавног превоза са становишта интервала ( $P_i$ ) могуће су увођењем ноћног режима рада и повећањем броја полазака ради прихватљивог интервала са становишта корисника. Уколико се комбинује обе мере приступачности могуће је очекивати највећи утицај повећања приступачности на генералисано време и генералисане трошкове путовања а тиме и на укупан утицај таквог квалитета јавног превоза на процес урбанизације и рационалну просторну организацију града и приградских насеља. (Pitka, 2016)

Како се наводи у раду (Pitka, 2016), одређивање толеранције тачности (временске границе) углавном зависи од степена независности трасе линије и коришћеног подсистема. Код подсистема који имају степен независности трасе А (нпр. метро) захтева се највиши ниво тачности. Најнижи ниво тачности се захтева од подсистема који функционишу у мешовитом току. За аутобуски подсистем добра тачност је дефинисана границама од 0 до 5 минута (Barker i ostali, 2004). За путнике који на стајалиште долазе према реду вожње, ефекат ранијег доласка возила ЈГПП-а је једнак кашњењу возила за цео интервал слеђења.

Главни утицај на ниво пружања услуга у јавном превозу је израда квалитетног реда вожње. Добија се као резултат броја путника који се превозе и трошкова пословања превозника. Учесталост услуге и растојање између упутстава су повезани јер саобраћајни инжењер који прави ред вожње може уз исти трошак понудити већи број линија са великим интервалима или неколико кратких линија са мањим интервалима. Током вршног периода, ред вожње се темељи на попуњености капацитета превозних средстава. У ван вршном периоду, значајан број возила није

искоришћен. Зато се може рећи да је ред вожње током вршног периода заснован на стварној потражњи, а остатак времена на другим, вишим интересима.

Исти тако у оквиру овог подкритеријума подразумева се и добар систем информисања корисника односно, путника у систему јавног превоза о реду вожње путем савремених информационих система (у возилу, на станици, на стајалиштима, интернет, итд), што је битно за приградска насеља где су већи интервали кретања возила у односу на градске линије, па путник мора да „консултује“ ред вожње.

#### 6.1.4.2. Цена превоза

Свакако да је коришћење јавног превоза знатно јефтиније од коришћења путничког аутомобила. У већини истраживања и студија јавног превоза које се раде, приликом анкетирања и важности појединих параметара, мишљења корисника о цени превоза се врло ретко налази на првим местима важности. Најчешће је цена била иза просторне и временске доступности, па чак и иза комфора.

Може се рећи да је цена превоза првенствено социјална категорија. Она не може покривати све трошкове система јавног превоза, а поготово не развој овог система као и конкурентан и квалитетан јавни превоз. Да би се максимизирали приходи из цене превоза, тарифни систем треба засновати на систему повластица, при чему ће свака врста повластица зависити од категорије путника, зато је могуће преко тарифе наплатити само онолико колико је куповна моћ потенцијалних корисника, те да понуђени квалитет не треба условљавати са потребним приходом (Veselinović, 1997).

Цена и начин добијања претплатних карата такође утиче на приступачност јавног превоза.

#### 6.1.4.3. Тарифни систем

Сваки град са организованим системом јавног превоза путника суочава се са проблемом избора оптималног тарифног система за своју мрежу. Сложеност задатка огледа се у захтевима за прилагођавање интереса путника и организатора превоза. Систем примењене тарифе треба да размотри и интерес целе заједнице.

Постоје 4 модела тарифних система у јавном градском путничком саобраћају:

- Тарифни систем јединствених тарифа,
- Зонски тарифни систем,
- Релацијски тарифни систем и
- Комбиновани тарифни систем.

Зонски и релацијски тарифни системи су тзв. системи "по учинку". Цена у овим системима зависи од дужине путовања.

Са становишта система наплате, јединствени тарифни систем пружа најбоље могућности за увођење рационалног система наплате, јер поједностављује систем наплате и смањује број врста карата. Тај тарифни систем је био најкоришћенији у градовима бивше Југославије, а према подацима у европским градовима највише се примењује зонски тарифни систем.

Већина проблема током увођења савременог система наплате имају градови са релацијским тарифним системом, пошто велики број различитих врста карата доводи до проблема са издавањем и поништавањем истих и контрола путника.

Постоје два главна приступа у случају када постоји вишомодални тарифни систем. Први се односи на неограничен број вожњи у оквиру дефинисаног зонског тарифног система, док други сматра да су путници платили одређени износ за коришћење јавног превоза унапред, а коришћењем савремених система за издавање карата преостали износи су смањени пропорционално вредности једне вожње. У одређеним градовима постоји само једна тарифна зона, како би се избегла сложена технологија, али време коришћења једне карте је ограничено увођењем такозване временске зоне. Развој електронских уређаја омогућава брже увођење вишомодалног система.

Bonsall (1988) је представио искуство у Отави, где је управљање транспортом, на основу истраживања карактеристика путовања, предложило нови тарифни систем. Анализирани су фактори који утичу на ниво тарифе заједно са циљевима система тарифе и ценама превоза пре примене новог система трошкова, трендова у проширењу средње дужине путовања. Приказан је нови предлог система тарифа са различитим ценама превоза, у зависности од врсте линије (редовне, експресне) и периода током дана.

Гладовић (1995) анализира основне типове тарифног система у различитим градовима широм света, као и факторе који утичу на избор одговарајућег типа система тарифе. На основу статистичких параметара добијених бројем и упитником путника на линијама јавног превоза, дефинисани су потребни и довољни услови за избор оптималног тарифног система.

а) Са аспекта путника, систем тарифе треба да:

- Одговара потребама путника и карактеру линијске мреже,
- Размотрити разлике и потребе превоза појединих категорија путника, као и њихов друштвени статус,
- Одговара природним токовима путника,
- Мотивирање латентних потреба за кретањем,
- Буде једноставан и лако прихватљив за путнике.

Постоје два критеријума који се могу применити и за мрежу градских и мрежу приградских линија.

*Средња дужина вожње -  $LSR_v$ ,*

Овај критеријум представља просечну раздаљину на којој се један путник превози на једној линији или целој мрежи, или на просечној удаљености до које путник путује током једне вожње у јавном превозу.

*Средња дужина путовања путника –  $LSR_p$ ,*

Овај критеријум је средња дужина коју просечан путник путује од почетне до крајње тачке његовог путовања и састоји се од: дужине пешачења од почетне тачке до улазне станице, дужине вожње на једној или више линија ЈГПП-а (у случају промене линија) и дужину пешачења од излазне станице до крајње тачке.

Друга група критеријума односи се на подешавање тарифних граница. То су:

#### **1. Улаз и излаз путника према стајалиштима**

Израчунавање вредности овог критеријума по линији је неопходно за дефинисање стајалишта са честим улазима и излазима путника. Идентификација ових стајалишта је неопходна за исправно подешавање тарифних граница. По правилу, изабрано стајалиште за границу тарифе је оно са знатним бројем путника.

### 2. Измена путника

Овај критеријум указује на измену путника у односу на претходно или следеће стајалиште на посматраној линији.

3. Граница зоне треба да буде везана за средњу дужину путовања или средњу дужину вожње путника која представља једну од најзначајних карактеристика путовања у одређеном граду.

4. Увођење зонског тарифног система у мрежи линија јавног превоза (градске и приградске линије), врши се на основу средње дужине вожње или вредности средње дужине путовања. С друге стране, формирање зона у мрежи приградских линија би требала бити логичан наставак градских линија, што може бити добро са аспекта ширења града.

Интеграција тарифног система и система карата треба да омогући путницима такав тарифни систем који подразумева коришћење јединственог система карата цена и наплате у свим возилима која учествују у јавном превозу путника и која чини јединствени ланац путовања. Интеграција тарифног система и система карата треба да омогући и једноставну расподелу заједнички оствареног прихода уз унапред дефинисане услове субвенција и дотација (Simeunović, 2012).

## 6.2. ВРЕДНОВАЊЕ КРИТЕРИЈУМА УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ ПРИМЕНОМ FUZZY АНР МЕТОДЕ

Методом анкете, као једном од најчешће коришћених метода за прикупљање података у друштвеним истраживањима, групама релевантних заинтересованих актера (односно, њиховим релевантним представницима, чија је оптимална величина  $5 \pm 2$  члана) шаље се или даје лично анкетни упитник. На бази њихових писаних одговора истражују се и прикупљају подаци, информације, ставови и мишљења о релевантности критеријума задатих у прелиминарном скупу.

Анкетни упитник састоји се од два основна елемента: увода у анкету и упитника (питања). С обзиром да се ради о вредновању унапред задатих критеријума где испитаници треба да дају само преференције важности, испитаницима се лично дао затворени тип анкетног упитника, односно, са већ понуђеним одговорима у виду интензитета важности (оптимално је 5 интензитета). Други део упитника састојао се од једног питања затвореног типа, којим су учесници анкете (испитаници) оцењивали важности критеријума заокруживањем једне од оцена од 1-5 (1-најмања важност, 5-највећа важност).

Доносиоци одлуке на овом нивоу су релевантни стручњаци (експерти) који имају знање и искуство и који су у директној вези са тематиком која се обрађује у дисертацији и то из предузећа АД "Ниш-експрес", Дирекције за јавни превоз града Ниша и Високе техничке школе струковних студија у Нишу. Све анкетирани особе имају високу стручну спрему (мастер). Испитаници су анкетирани са сврхом оцењивања важности критеријума вредновања и рангирања. У оквиру Fuzzy АНР методе, коришћени су одговори петоро анкетираних стручњака.

Суштина Fuzzy АНР (FАНР) методе је поређење сваког критеријума са сваким. Према претходно дефинисаном опису методе FАНР потребно је да се дефинишу параметри проблема и одреде типови генерализованих критеријума са потребним

измеритељима за сваки критеријум. У оквиру Табеле 6.4. лингвистичке варијабле се конвертују у троугласте fuzzy бројеве:

Табела 6.4. Лингвистичка скала значаја (Srichetta & Thurachon, 2012)

Лингвистичка скала значаја	Троугласти fuzzy бројеви	Реципрочна вредност троугластих fuzzy бројева
Једнако	(1, 1, 1)	(1,1,1)
Умерено	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
Снажно	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Веома снажно	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
Изразито	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)

Избор критеријума највећег значаја за потребе дефинисања критеријума саобраћајне приступачности између напред поменутих група, почиње применом описане ФАНП методе.

Пример илустрације избора критеријума највишег значаја у овој дисертацији приказан је на примеру избора Транспортне групе критеријума.

У Табели 6.5. приказана је fuzzy матрица поређења критеријума Транспортне групе критеријума ( $A_1$  - Мрежа линија јавног превоза;  $A_2$  - Близина железнице;  $A_3$  - Карактеристике насеља;  $A_4$  - Поседовање аутомобила у домаћинству).

Табела 6.5. Матрица компарације за Транспортну групу критеријума

		$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_1$	$E_1$	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	$E_2$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	$E_3$	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
	$E_4$	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
	$E_5$	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)
$A_2$	$E_1$	(2/7, 1/3, 2/5)	(1,1,1)	(2/7, 1/3, 2/5)	(2/7, 1/3, 2/5)
	$E_2$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	$E_3$	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	$E_4$	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	$E_5$	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/9, 1/4, 2/7)
$A_3$	$E_1$	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	$E_2$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)
	$E_3$	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	$E_4$	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	$E_5$	(2/5, 1/2, 2/3)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)	(2/5, 1/2, 2/3)
$A_4$	$E_1$	(1,1,1)	(5/2, 3, 7/2)	(1,1,1)	(1,1,1)
	$E_2$	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)
	$E_3$	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	$E_4$	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	$E_5$	(1,1,1)	(7/2, 4, 9/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1,1,1)

Fuzzy тежина критеријума се израчунава на основу геометријске средине одговора стручњака. Пример израчунавања геометријске средине за  $A_{12}$  следи:

$$n^- = \left(\frac{5}{2} * 1 * \frac{3}{2} * \frac{3}{2} * \frac{3}{2}\right)^{1/5} = 1.532$$

$$n = (3 * 1 * 2 * 2 * 2)^{1/5} = 1.888$$

$$n^+ = \left(\frac{7}{2} * 1 * \frac{5}{2} * \frac{5}{2} * \frac{5}{2}\right)^{1/5} = 2.226$$

Табела 6.6. Fuzzy компарациона матрица за Транспортну групу критеријума

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_1$	(1, 1, 1)	(1.532, 1.888, 2.226)	(1.024, 1.320, 1.565)	(1.024, 1.320, 1.565)
$A_2$	(0.449, 0.530, 0.653)	(1, 1, 1)	(0.597, 0.699, 0.882)	(0.576, 0.699, 0.894)
$A_3$	(0.639, 0.758, 0.977)	(1.134, 1.431, 1.673)	(1, 1, 1)	(0.727, 1.000, 1.380)
$A_4$	(0.639, 0.758, 0.977)	(1.118, 1.431, 1.736)	(0.725, 1.000, 1.380)	(1, 1, 1)

Да би се утврдила Fuzzy комбинација експанзије за сваки за сваки од критеријума, потребно је израчунати  $\sum_{j=1}^n M_{gi}^j$  вредности за сваки ред матрице:

$$A_1 = (1+1.532+1.024+1.024; 1+1.888+1.320+1.320; 1+2.226+1.565+1.565) = (4.580; 5.527; 6.355)$$

$$A_2 = (0.449+1+0.597+0.576; 0.530+1+0.699+0.699; 0.653+1+0.882+0.894) = (2.622; 2.927; 3.429)$$

$$A_3 = (0.639+1.134+1+0.727; 0.758+1.431+1+1.000; 0.977+1.673+1+1.380) = (3.500; 4.189; 5.030)$$

$$A_4 = (0.639+1.118+0.725+1; 0.758+1.431+1.000+1; 0.977+1.736+1.380+1) = (3.482; 4.189; 5.093)$$

Вредност  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j$  рачуна се као:

$$(4.580; 5.527; 6.355) + (2.622; 2.927; 3.429) + (3.500; 4.189; 5.030) + (3.482; 4.189; 5.093) = \mathbf{(14.184; 16.832; 19.907)}$$

Затим се рачуна  $S_i = \sum_{j=1}^n M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j\right]^{-1}$  на следећи начин:

$$S_1 = (4.580; 5.527; 6.355) \times (1/19.907; 1/16.832; 1/14.184) = \mathbf{(0.230, 0.328, 0.448)}$$

$$S_2 = (2.622; 2.927; 3.429) \times (1/19.907; 1/16.832; 1/14.184) = \mathbf{(0.132, 0.174, 0.242)}$$

$$S_3 = (3.500; 4.189; 5.030) \times (1/19.907; 1/16.832; 1/14.184) = \mathbf{(0.176, 0.249, 0.355)}$$

$$S_4 = (3.482; 4.189; 5.093) \times (1/19.907; 1/16.832; 1/14.184) = \mathbf{(0.175, 0.249, 0.359)}$$

Редослед преференција се рачунају помоћу вектора  $V$ :

$$V(S_1 \geq S_2) = 1$$

$$V(S_1 \geq S_3) = 1$$

$$V(S_1 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1) = \frac{0.230 - 0.242}{(0.174 - 0.242) - (0.328 - 0.230)} = 0.070$$

$$V(S_2 \geq S_3) = \frac{0.176 - 0.242}{(0.174 - 0.242) - (0.249 - 0.176)} = 0.468$$

$$V(S_2 \geq S_4) = \frac{0.175 - 0.242}{(0.174 - 0.242) - (0.249 - 0.175)} = 0.471$$

$$V(S_3 \geq S_1) = \frac{0.230 - 0.355}{(0.249 - 0.355) - (0.328 - 0.230)} = 0.610$$

$$V(S_3 \geq S_2) = 1$$

$$V(S_3 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_1) = \frac{0.230 - 0.359}{(0.249 - 0.359) - (0.328 - 0.230)} = 0.619$$

$$V(S_4 \geq S_2) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_3) = 1$$

Приоритети тежине критеријума се израчунавају на следећи начин:

$$d' = (A1) \min (1; 1; 1) = 1$$

$$d' = (A2) \min (0.070; 0.468; 0.471) = 0.070$$

$$d' = (A3) \min (0.610; 1; 1) = 0.610$$

$$d' = (A4) \min (0.619; 1; 1) = 0.619$$

Релативне fuzzy тежине сваког критеријума приказане су у Табели 6.7:

Табела 6.7. Просечне и нормализоване тежине критеријума за транспортну групу критеријума

Критеријуми	$W'$	$W$	Ранг
Мрежа линија јавног градског превоза - $A_1$	1	0.435	1
Близина железнице - $A_2$	0.070	0.031	4
Карактеристике насеља - $A_3$	0.610	0.265	3
Поседовање аутомобила у домаћинству - $A_4$	0.619	0.269	2

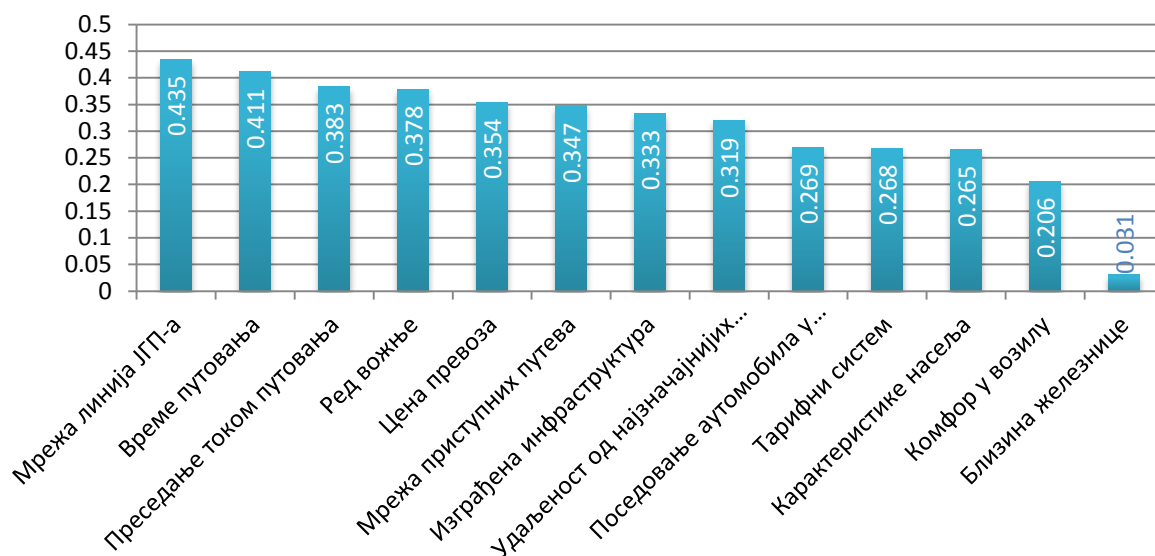
Након завршене анализе упоређивања четири критеријума међусобно применом ФАНР методе у оквиру транспортне групе критеријума, највећу тежину од стране експерата има критеријум **Мрежа линија јавног градског превоза** са релативном тежином 0.435.

На сличан начин извршена је упоредна анализа критеријума и за остале три групе критеријума по паровима. Релативни ранг значајности појединих критеријума на основу њиховог поређења за све групе, дат је у Табели 6.8, а прорачун у Прилогу А.

Табела 6.8. Релативни ранг значајности појединих критеријума на основу поређења у оквиру група критеријума

Критеријум	Подкритеријум	$W'$	$W$
Транспортни	<i>Мрежа линија јавног градског превоза</i>	1	<b>0.435</b>
	Близина железнице	0.070	0.031
	Карактеристике насеља	0.610	0.265
	Поседовање аутомобила у домаћинству	0.619	0.269
Просторни	Изграђена инфраструктура	0.961	0.333
	<i>Мрежа приступних путева</i>	1	<b>0.347</b>
	Удаљеност од најзначајнијих садржаја	0.920	0.319
Квалитет услуге	Комфор у возилу	0.502	0.206
	<i>Време путовања</i>	1	<b>0.411</b>
	Преседање током путовања	0.931	0.383
Квалитет система	<i>Ред вожње</i>	1	<b>0.378</b>
	Цена превоза	0.934	0.354
	Тарифни систем	0.708	0.268

Ако би смо све подкритеријуме представили графички на једном дијаграму распоред релативних тежина би изгледао као на Слици 6.2:



Слика 6.2. Релативне тежине подкритеријума за све групе критеријума

Када би се у општем случају посматрале релативне тежине подкритеријума, највеће вредности имају подкритеријуми Мрежа линија ЈГП-а, Време путовања, Преседање током путовања и Ред вожње. Пошто Време путовања и Преседање спадају у групу критеријума Квалитета услуге, за даљу анализу узет је онај подкритеријум са већом релативном тежином. Најмање тежине имају подкритеријуми Комфор у возилу и Близина железнице.



### 6.3. ВРЕДНОВАЊЕ КРИТЕРИЈУМА УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ ПРИМЕНОМ ГРУБЕ АНР МЕТОДЕ

Након одређивања тежинских вредности критеријума применом Fuzzy АНР методе, у наставку је приказан прорачун њиховог значаја применом грубе АНР методе. За сваку групу критеријума, утврђен је прорачун значаја подкритеријума у оквиру сваке групе. У овом делу истраживања учествовала су три експерта из предметне области.

#### 6.3.1. Примена Грубе АНР методе за Транспортну групу критеријума

Прво је потребно извршити индивидуално поређење и формирати групну матрицу поређења у паровима. Индивидуалне матрице поређења су:

$$DO_1 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 2 \\ 1/2 & 1 & 3 & 1 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 1/2 & 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.006 < 0.10$$

$$DO_2 \begin{bmatrix} 1 & 4 & 4 & 5 \\ 1/4 & 1 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1 & 1 & 2 \\ 1/5 & 1/2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.010 < 0.10$$

$$DO_3 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 3 & 4 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/4 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.006 < 0.10$$

Потребно је израчунати степен конзистентности за сваког доносиоца одлуке и након тога извршити интеграцију индивидуалних матрица поређења у групну матрицу. За сваког доносиоца одлуке, степен конзистентности је у границама захтеваног, мањи од 0.10. Групна матрица изгледа овако:

$$\tilde{E} \begin{bmatrix} 1,1,1 & 2,4,1 & 4,4,3 & 2,5,4 \\ \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, 1 & 1,1,1 & 3,1,3 & 1,2,4 \\ \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3} & \frac{1}{3}, 1, \frac{1}{3} & 1,1,1 & \frac{1}{3}, 2,2 \\ \frac{1}{2}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4} & 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4} & 3, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} & 1,1,1 \end{bmatrix}$$

Након интегрисања индивидуалних матрица у групну, потребно је извршити трансформацију елемената матрице  $\tilde{E}$  у грубе бројеве и то на следећи начин:

На пример  $\tilde{x}_{12} = \{2, 4, 1\}$

$$\underline{Lim}(1) = 1, \quad \overline{Lim}(1) = \frac{1}{3}(2 + 4 + 1) = 2.33$$

$$\underline{Lim}(2) = \frac{1}{2}(2 + 1) = 1.5, \quad \overline{Lim}(2) = \frac{1}{2}(2 + 4) = 3$$

$$\underline{Lim}(4) = \frac{1}{3}(2 + 4 + 1) = 2.33, \quad \overline{Lim}(4) = 4$$

Затим се  $\tilde{x}_{12}$  може изразити као груби број:

$$RN(x_{12}^1) = RN(2) = [1.5; 3]$$

$$RN(x_{12}^2) = RN(4) = [2.33; 4]$$

$$RN(x_{12}^3) = RN(1) = [1; 2.33]$$

Примењујући једначине (31) - (33), добија се:

$$x_{12}^L = \frac{x_{12}^1 + x_{12}^2 + x_{12}^3}{S} = \frac{1.5 + 2.33 + 1}{3} = 1.61$$

$$x_{12}^U = \frac{x_{12}^1 + x_{12}^2 + x_{12}^3}{S} = \frac{3 + 4 + 2.33}{3} = 3.11$$

Онда се груба секвенца  $\tilde{x}_{12}$  у матрици  $\tilde{E}$  трансформише у груби број  $RN(x_{12}) = [1.61; 3.11]$ . Трансформација свих других елемената матрице  $\tilde{E}$  је извршена на идентичан начин. Добијена груба матрица изгледа овако:

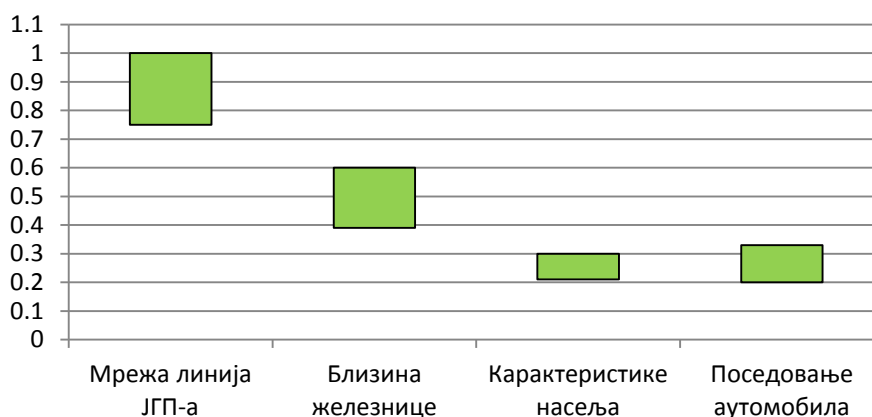
$$M = \begin{bmatrix} [1, 1] & [1.61, 3.11] & [3.39, 3.72] & [2.89, 4.39] \\ [0.4, 0.78] & [1, 1] & [1.78, 2.78] & [1.61, 3.11] \\ [0.26, 0.3] & [0.4, 0.74] & [1, 1] & [0.98, 1.81] \\ [0.25, 0.4] & [0.4, 0.78] & [0.78, 2.03] & [1, 1] \end{bmatrix}$$

Након тога, потребно је прорачунати грубе тежине критеријума примењујући једначине (35) и (36):

$$w = \{[1.99, 2.67]; [1.04, 1.61]; [0.57, 0.80]; [0.53, 0.89]\}$$

$$w' = \{[0.75, 1.00]; [0.39, 0.60]; [0.21, 0.30]; [0.20, 0.33]\}$$

Графички приказ вредности Транспортне групе критеријума у облику грубог броја приказан је на Слици 6.3.



Слика 6.3. Вредности подкритеријума у оквиру Транспортне групе критеријума у грубим бројевима

### 6.3.2. Примена Грубе АНР методе за Просторну групу критеријума

Прво је потребно извршити индивидуално поређење и формирати групну матрицу поређења у паровима. Индивидуалне матрице поређења су:

$$DO_1 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/4 \\ 1/2 & 1 & 1/5 \\ 4 & 5 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.024 < 0.10$$

$$DO_2 \begin{bmatrix} 1 & 4 & 2 \\ 1/4 & 1 & 1/3 \\ 1/2 & 3 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.015 < 0.10$$

$$DO_3 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 1 \\ 1/2 & 1 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.000 < 0.10$$

Потребно је израчунати степен конзистентности за сваког доносиоца одлуке и након тога извршити интеграцију индивидуалних матрица поређења у групну матрицу. За сваког доносиоца одлуке, степен конзистентности је у границама захтеваног, мањи од 0.10. Групна матрица изгледа овако:

$$\tilde{E} \begin{bmatrix} 1,1,1 & 2,4,2 & \frac{1}{4},2,2 \\ \frac{1}{2},\frac{1}{4},\frac{1}{2} & 1,1,1 & \frac{1}{5},\frac{1}{3},1 \\ \frac{1}{4},\frac{1}{2},\frac{1}{2} & 5,3,1 & 1,1,1 \end{bmatrix}$$

Након интегрисања индивидуалних матрица у групну, потребно је извршити трансформацију елемената матрице  $\tilde{E}$  у грубе бројеве. Трансформација свих других елемената матрице  $\tilde{E}$  је извршена на идентичан начин. Добијена груба матрица изгледа овако:

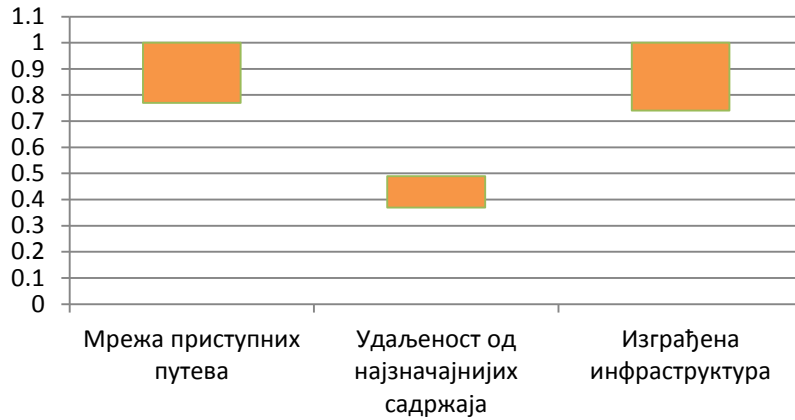
$$M = \begin{bmatrix} [1,1] & [2.22,3.22] & [0.93,1.81] \\ [0.35,0.47] & [1,1] & [0.33,0.73] \\ [0.89,1.47] & [2,4] & [1,1] \end{bmatrix}$$

Након тога, потребно је прорачунати грубе тежине критеријума примењујући једначине (35) и (36):

$$w = \{[1.20, 1.55]; [0.58, 0.76]; [1.15, 1.56]\}$$

$$w' = \{[0.77, 1.00]; [0.37, 0.49]; [0.74, 1.00]\}$$

Графички приказ вредности Просторне групе критеријума у облику грубог броја приказан је на Слици 6.4:



Слика 6.4. Вредности подкритеријума у оквиру Просторне групе критеријума у грубим бројевима

### 6.3.3. Примена Грубе АНР методе за групу критеријума Квалитета услуге

Као и у претходном случају, потребно је извршити индивидуално поређење и формирати групну матрицу поређења у паровима облика:

$$DO_1 \begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 \\ 1/3 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.015 < 0.10$$

$$DO_2 \begin{bmatrix} 1 & 5 & 4 \\ 1/5 & 1 & 1/2 \\ 1/4 & 2 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.024 < 0.10$$

$$DO_3 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1/2 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.005 < 0.10$$

Потребно је израчунати степен конзистентности за сваког доносиоца одлуке и након тога извршити интеграцију индивидуалних матрица поређења у групну матрицу.

$$\tilde{E} \begin{bmatrix} 1,1,1 & 3,5,2 & 4,4,3 \\ \frac{1}{3}, \frac{1}{5}, \frac{1}{2} & 1,1,1 & 2, \frac{1}{2}, 2 \\ \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3} & \frac{1}{2}, 2, \frac{1}{2} & 1,1,1 \end{bmatrix}$$

Након интегрисања индивидуалних матрица у групну, потребно је извршити трансформацију елемената матрице  $\tilde{E}$  у грубе бројеве. Трансформација свих других елемената матрице  $\tilde{E}$  је извршена на идентичан начин. Добијена груба матрица изгледа овако:

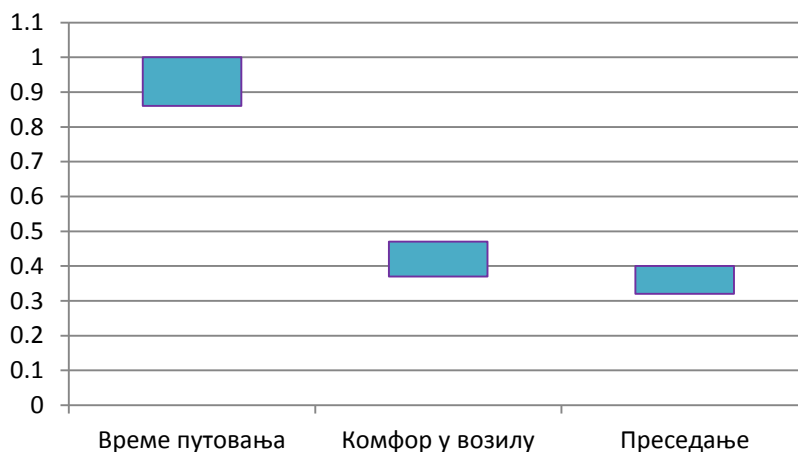
$$M = \begin{bmatrix} [1, 1] & [2.61, 4.11] & [3.39, 3.89] \\ [0.27, 0.42] & [1, 1] & [1.08, 1.83] \\ [0.26, 0.3] & [0.67, 1.42] & [1, 1] \end{bmatrix}$$

Након тога, потребно је прорачунати грубе тежине критеријума примењујући једначине (35) и (36):

$$w = \{[1.72, 2.00]; [0.74, 0.94]; [0.64, 0.81]\}$$

$$w' = \{[0.86, 1.00]; [0.37, 0.47]; [0.32, 0.40]\}$$

Графички приказ вредности групе критеријума Квалитет услуге у облику грубог броја приказан је на Слици 6.5:



Слика 6.5. Вредности подкритеријума у оквиру групе критеријума Квалитета услуге у грубим бројевима

### 6.3.4. Примена Грубе АНР методе за групу критеријума Квалитет система

Потребно извршити индивидуално поређење и формирати групну матрицу поређења у паровима. Индивидуалне матрице поређења су:

$$DO_1 \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1 & 4 \\ 1/5 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.081 < 0.10$$

$$DO_2 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 4 \\ 1 & 1 & 4 \\ 1/4 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.000 < 0.10$$

$$DO_3 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/4 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}, CR = 0.015 < 0.10$$

Потребно је израчунати степен конзистентности за сваког доносиоца одлуке и након тога извршити интеграцију индивидуалних матрица поређења у групну матрицу.

$$\tilde{E} \begin{bmatrix} 1,1,1 & 3,1,2 & 5,4,4 \\ \frac{1}{3}, 1, \frac{1}{2} & 1,1,1 & 4,4,3 \\ \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4} & \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3} & 1,1,1 \end{bmatrix}$$

Након интегрисања индивидуалних матрица у групну, потребно је извршити трансформацију елемената матрице  $\tilde{E}$  у грубе бројеве. Трансформација свих других елемената матрице  $\tilde{E}$  је извршена на идентичан начин. Добијена груба матрица изгледа овако:

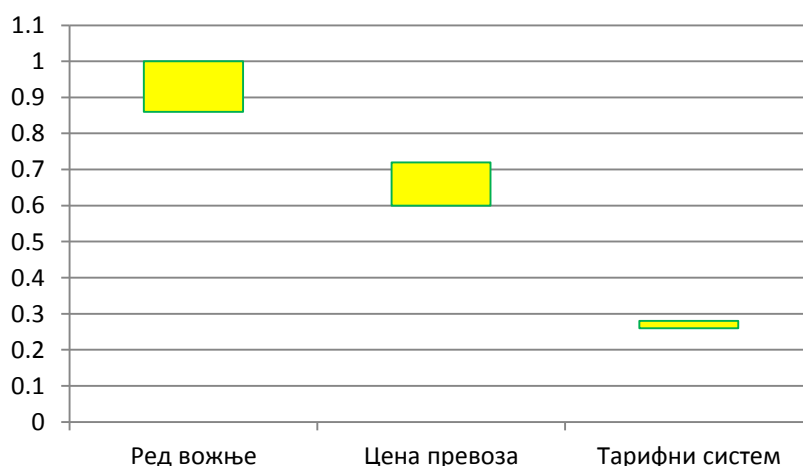
$$M = \begin{bmatrix} [1, 1] & [1.50, 2.50] & [4.11, 4.61] \\ [0.45, 0.79] & [1, 1] & [3.39, 3.89] \\ [0.22, 0.24] & [0.26, 0.30] & [1, 1] \end{bmatrix}$$

Након тога, потребно је прорачунати грубе тежине критеријума примењујући једначине (35) и (36):

$$w = \{[1.58, 1.84]; [1.11, 1.32]; [0.49, 0.52]\}$$

$$w' = \{[0.86, 1.00]; [0.60, 0.72]; [0.26, 0.28]\}$$

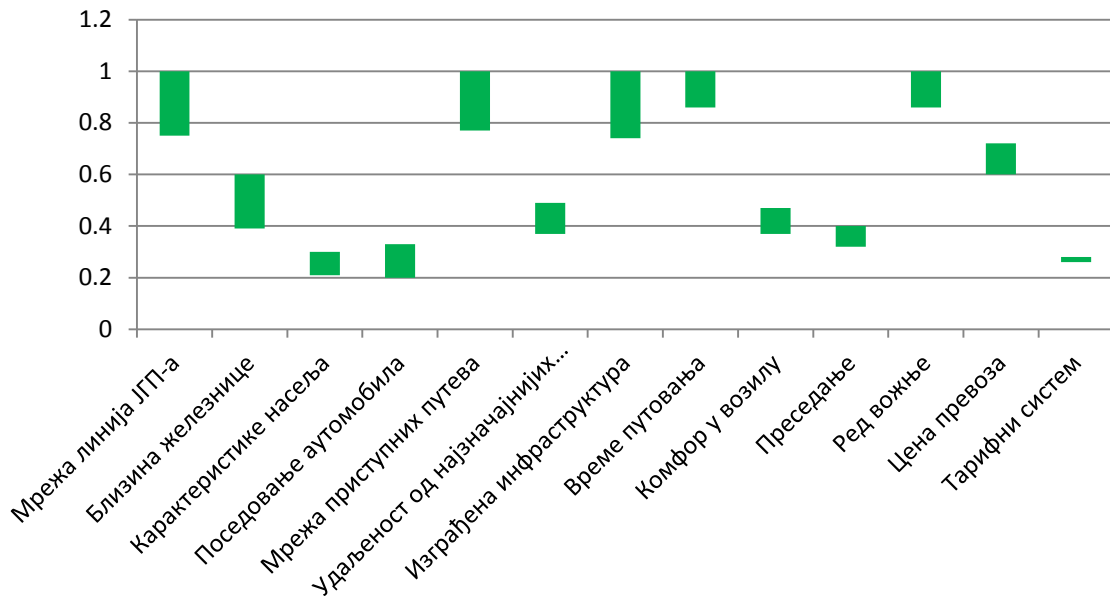
Графички приказ вредности групе критеријума Квалитет система у облику грубог броја приказан је на Слици 6.6:



Слика 6.6. Вредности подкритеријума у оквиру групе критеријума Квалитета система у грубим бројевима

Вредности грубих тежина свих подкритеријума дате су на Слици 6.7. Највеће грубе тежине, генерално гледано, имају подкритеријуми Изграђена инфраструктура, Мрежа линија ЈГП-а и Мрежа приступних путева. За разлику од распореда применом Fuzzy АНР методе, подкритеријум Близина железнице применом Грубе АНР методе је високо рангиран и има значајну релативну тежину. Најмању вредност релативне тежине имају Тарифни систем и Преседање током путовања.

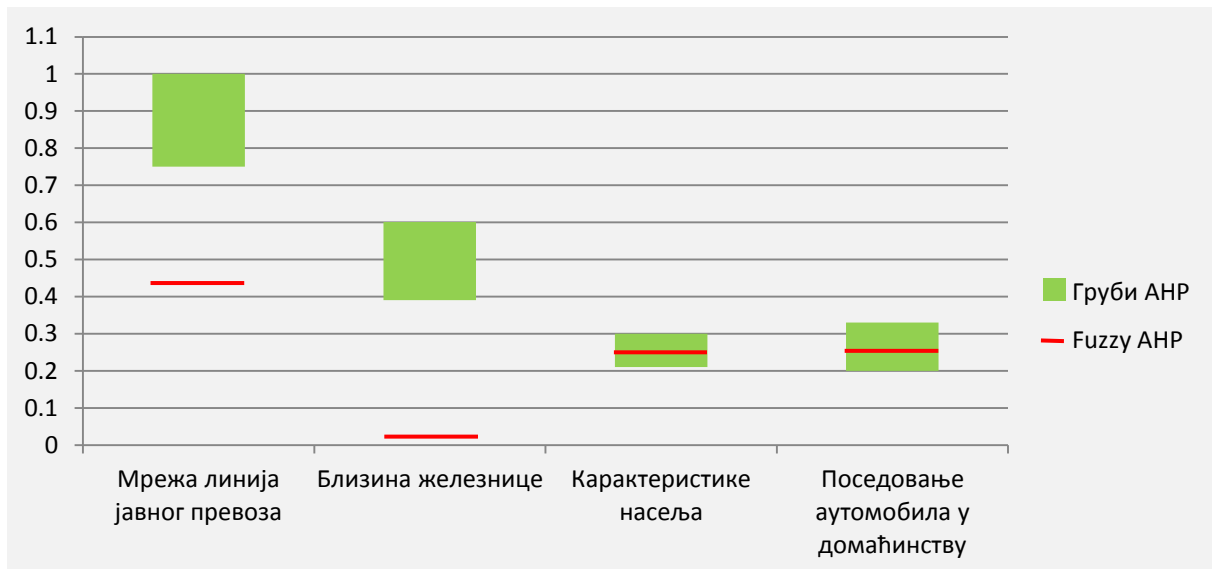
На основу претходне анализе, за формирање модела оцене утицаја критеријума саобраћајне приступачности, усвојени су следећи подкритеријуми: мрежа линија ЈГПП-а, мрежа приступних путева, време путовања (време пешачења и време возње) и ред возње. Подкритеријум изграђена инфраструктура са највећом тежином у групи просторних критеријума (према методи Грубог АНР-а) није нарочито узет у разматрање, јер би функције припадности овог подкритеријума биле исте као за подкритеријум мрежа приступних путева.



Слика 6.7. Грубе тежине подкритеријума применом Грубе АНР методе

#### 6.4. УПОРЕДНА АНАЛИЗА ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА

Након добијених резултата применом методе Fuzzy ANP и Грубе АНР методе, може се извршити поређење значаја критеријума, а резултати приказати на графички начин.

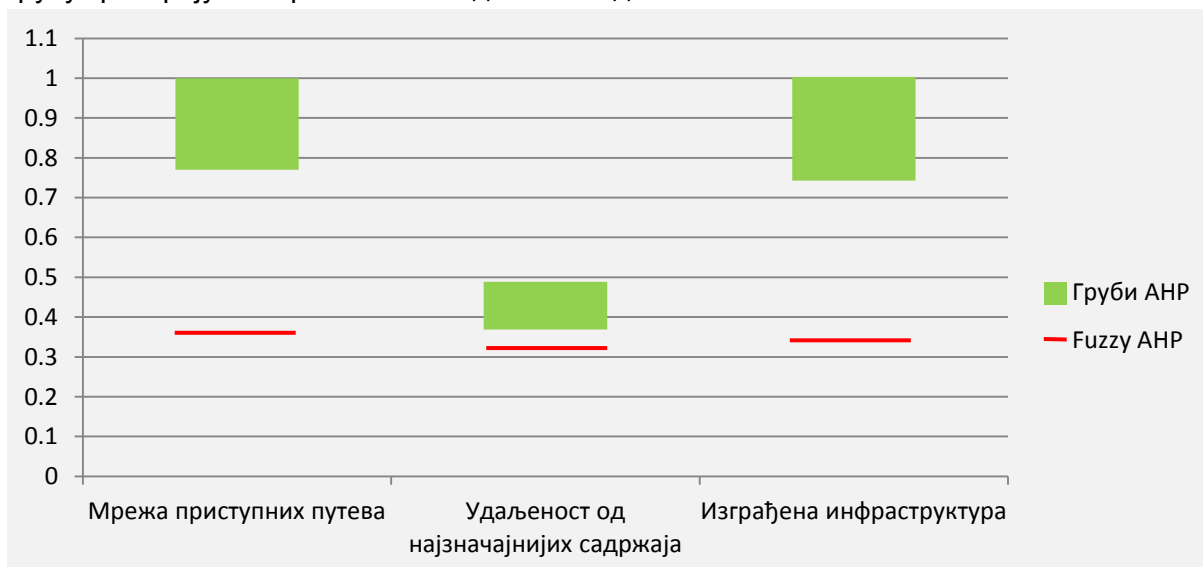


Слика 6.8. Вредности подкритеријума за Транспортну групу критеријума добијених применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе

На Слици 6.8 приказане су упоредне вредности тежине подкритеријума за Транспортну групу критеријума применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе. Иако постоји разлика у вредностима између ове две методе, значај подкритеријума Мрежа линија ЈТП-а је доминантна у односу на остале. Такође, применом Грубе АНР методе,

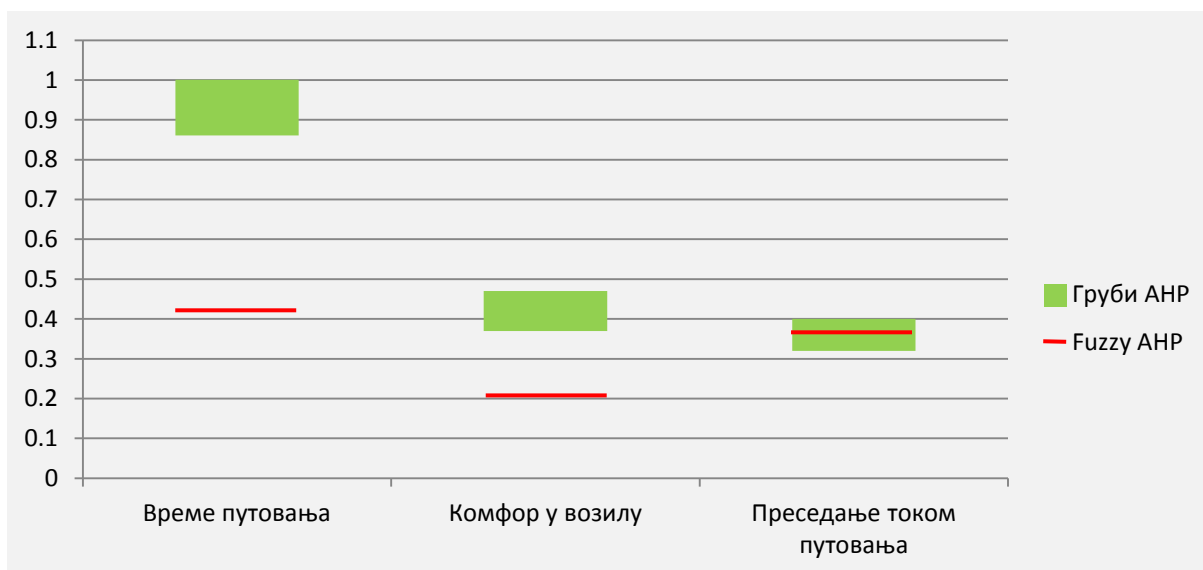
подкритеријум Близина железнице је показала већу значајност него у случају када је анализа вршена применом Fuzzy АНР методе. Остала два подкритеријума (Карактеристике насеља и Поседовање аутомобила) имају сличне вредности тежине значаја.

На сличан, на Слици 6.9, приказане су вредности подкритеријума за Просторну групу критеријума користећи наведене методе.



Слика 6.9. Вредности подкритеријума за Просторну групу критеријума добијених применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе

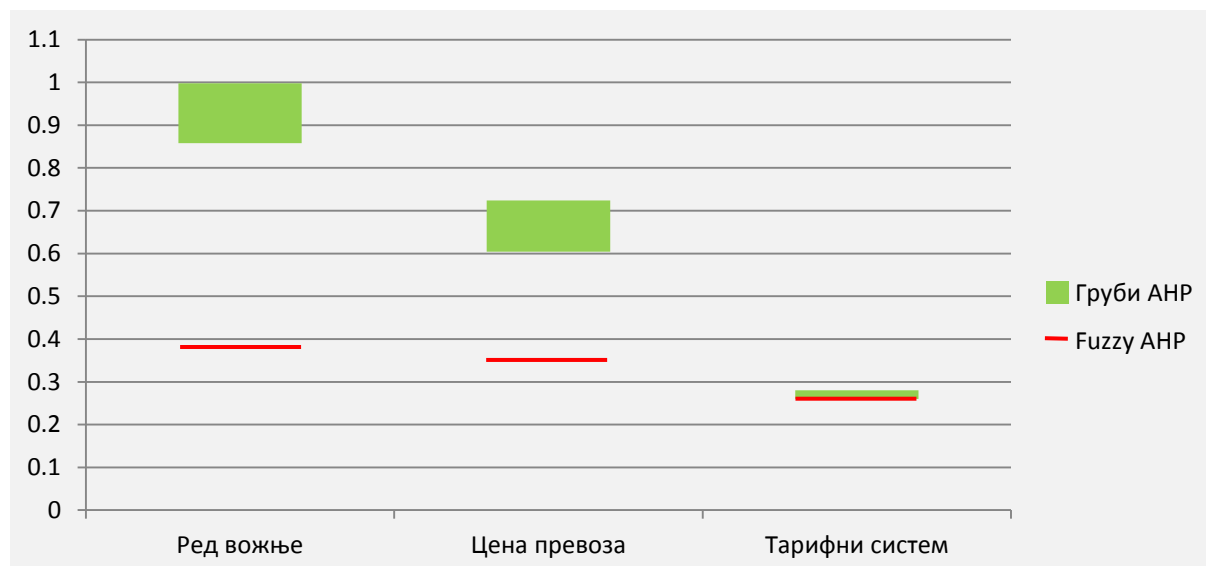
Вредности подкритеријума применом Fuzzy АНР методе су приближно сличне, што се може видети на Слици 6.9. Са друге стране, Груба АНР метода показује да је значајност подкритеријума Мрежа приступних путева и Израђена инфраструктура приближно једнака, али да Израђена инфраструктура има доминантан значај.



Слика 6.10. Вредности подкритеријума за Групу критеријума Квалитет услуге добијених применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе



На Слици 6.10 приказане су вредности подкритеријума групе Квалитет услуге где се може видети да тежина значаја прва два (Време путовања и Комфор у возилу), применом обе методе је слична. Једино последњи подкритеријум (Преседање) Fuzzy АНР методом показује већи значај него Грубом АНР методом.



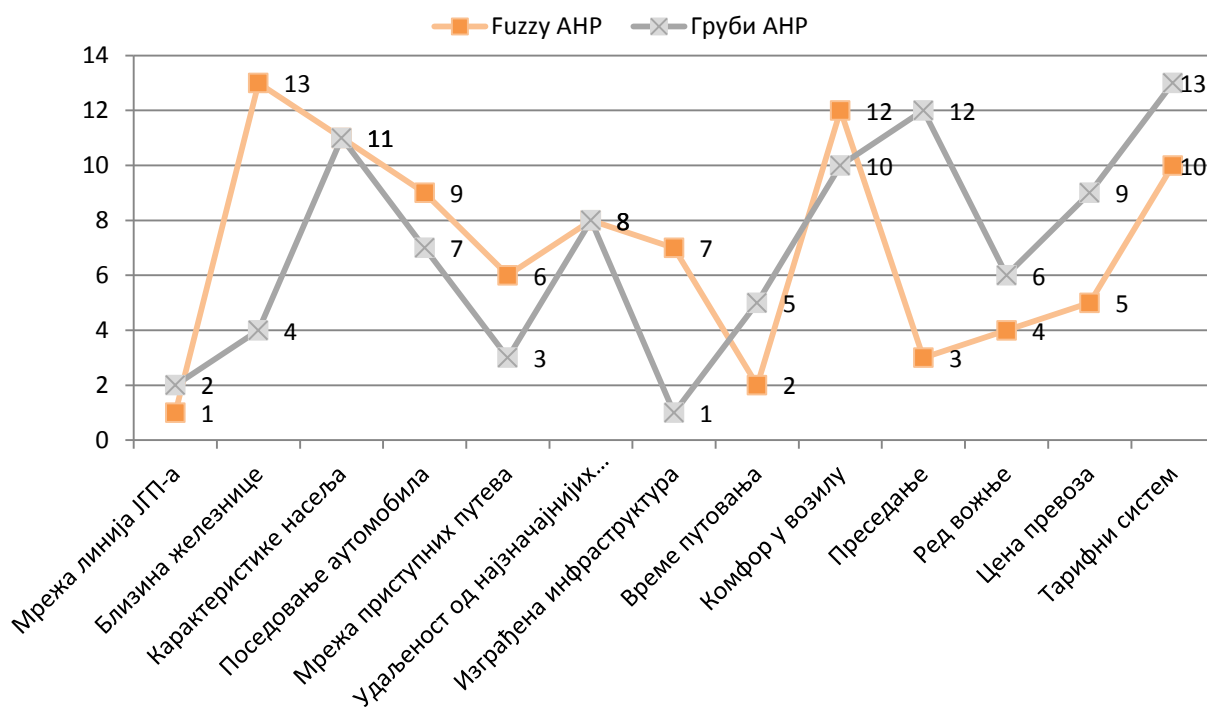
Слика 6.11. Вредности подкритеријума за Групу критеријума Квалитет система добијених применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе

Применом обе методе, на Слици 6. 11 се може видети да су вредности тежине значаја подкритеријума групе Квалитет система, слично распоређени.

Табела 6.9. Тежинске вредности свих подкритеријума применом Fuzzy АНР и Грубе АНР методе

	Fuzzy АНР	Ранг	Груби АНР	Ранг
Мрежа линија ЈГП-а	0.435	<b>1</b>	(0.75; 1.0)	<b>2</b>
Близина железнице	0.031	<b>13</b>	(0.39; 0.60)	<b>4</b>
Карактеристике насеља	0.265	<b>11</b>	(0.21; 0.30)	<b>11</b>
Поседовање аутомобила	0.269	<b>9</b>	(0.20; 0.33)	<b>7</b>
Мрежа приступних путева	0.347	<b>6</b>	(0.77; 1.0)	<b>3</b>
Удаљеност од најзначајнијих садржаја	0.319	<b>8</b>	(0.37; 0.49)	<b>8</b>
Изграђена инфраструктура	0.333	<b>7</b>	(0.74; 1.0)	<b>1</b>
Време путовања	0.411	<b>2</b>	(0.86; 1.0)	<b>5</b>
Комфор у возилу	0.206	<b>12</b>	(0.37; 0.47)	<b>10</b>
Преседање	0.383	<b>3</b>	(0.32; 0.40)	<b>12</b>
Ред вожње	0.378	<b>4</b>	(0.86; 1.0)	<b>6</b>
Цена превоза	0.354	<b>5</b>	(0.60; 0.72)	<b>9</b>
Тарифни систем	0.268	<b>10</b>	(0.26; 0.28)	<b>13</b>

Генерално гледано, према Fuzzy AHP методи на првом месту налази се Мрежа линија ЈГП-а, док је на другом месту Време путовања. Грубом АHP методом на првом месту је рангиран критеријум Изграђена инфраструктура, а одмах за њим Мрежа линија ЈГП-а. Подкритеријум Близина железнице је на основу Fuzzy AHP методе на последњем месту, док је према Грубој АHP методи он на високој четвртој позицији. Према истој методи, на последњем месту је рангиран тарифни систем.



Слика 6.12. Рангирање подкритеријума применом Fuzzy AHP и Грубе АHP методе

## 7. КВАНТИФИКОВАЊЕ КРИТЕРИЈУМА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ

Приликом решавања реалних проблема који спадају у домен одлучивања, важна чињеница тиче се начина на који ће се проблематика неизвесности и непрецизности третирати, с обзиром да су присутне у свакодневном животу. Саобраћајни систем је један од примера. На пример, ред вожње може бити добар, задовољавајући или чак лош, па се поставља питање како на прави начин дати одговор и оценити његов утицај на саобраћајну приступачност приградских насеља. Осим тога, присутна је неизвесност у погледу улазних података неопходних за доношење одређених одлука.

У сврху дефинисања критеријума извршено је истраживање најчешће коришћених критеријума утицаја саобраћајне приступачности из доступне литературе, научних радова и других релевантних сазнања.

Fuzzy системи су у великој мери постали замена конвенционалним технологијама у великом броју научних апликација и инжењерских система, нарочито у области управљања системима и препознавању облика. Они су, такође, нашли примену и у информационим технологијама и експертским системима, где се користи као подршка при одлучивању.

У теорији скупова, припадност елемента скупу је крајње засебан. Fuzzy скуп је, у том смислу, генерализација класичног скупа, будући да се припадност (тј. степен припадности) елемента fuzzy скупу може окарактерисати бројем, из интервала  $[0,1]$ . Другим речима, функција припадности (енг. membership function) fuzzy скупа пресликава сваки елемент универзалног скупа у поменути интервал реалних бројева. Класични скупови увек имају јединствену функцију припадности, док се за fuzzy скуп може дефинисати бесконачно много различитих функција припадности којима се он може описати.

Класичан скуп представља колекцију различитих објеката. Дефинисан је тако да дели све елементе универзалног скупа у две категорије: своје чланове и оне који то нису. Сваки класичан, crisp (јасан) скуп се може дефинисати преко тзв. карактеристичне функције (Теодоровић, 2000):

$$\mu_A = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases} \quad (77)$$

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X, 0 \leq \mu_A(x) \leq 1\} \quad (78)$$

где је  $\mu_A(x)$  функција припадности или карактеристична функција скупа  $A$  и представља степен припадања елемената  $x$  fuzzy скупа  $A$ .

### 7.1. СТРУКТУРА FUZZY СИСТЕМА

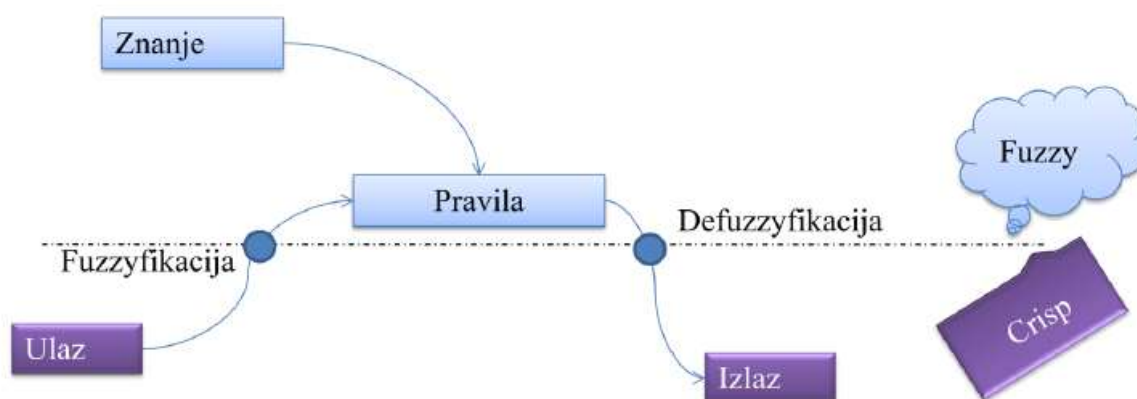
Fuzzy логика обезбеђује другачији приступ контроле и класификације проблема. Такође, fuzzy логика се може концентрисати на решавање проблема, а не на математичко моделирање система, чак и када је могуће. Са друге стране, fuzzy

приступ захтева експертско знање за формулисање базе правила, комбинације fuzzy скупова и дефазификацију. Уопштено, употреба fuzzy логике може бити корисна, за врло сложене процесе, када не постоји једноставан математички модел, за врло нелинеарне процесе или ако треба да буде извршено процесирање (лингвистичко формулисање) експертског знања. Употреба fuzzy логике није препоручљива, ако конвенционални приступ даје задовољавајуће резултате, лако решив и адекватан математички модел већ постоји, или проблем није решив (Blagojević, 2016).

Fuzzy управљање обезбеђује формалну методологију за представљање, манипулацију и имплементацију људског хеуристичког предзнања о томе како контролисати један, одређени систем. Циљ fuzzy приступа јесте да, уместо језиком математике, што боље реши проблем управљања системом, притом омогућавајући имплементацију инжењерског искуства о процесу у сам алгоритам контролера. Овај приступ не искључује развој модела процеса система, пошто је такав модел потребан за детаљну симулацију понашања контролера у циљу испитивања задовољења перформанси и стабилности система, као и за испитивање крајних ограничења самог дизајна.

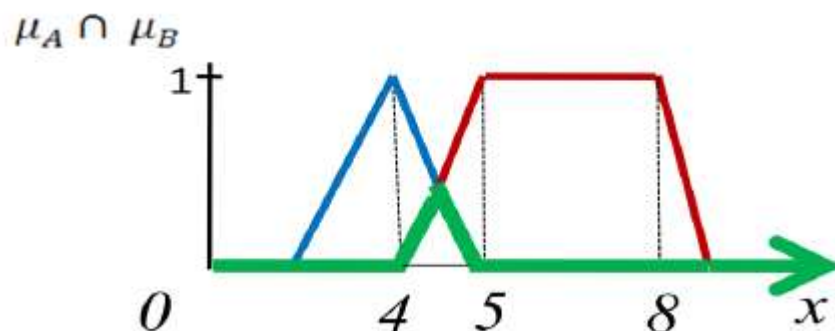
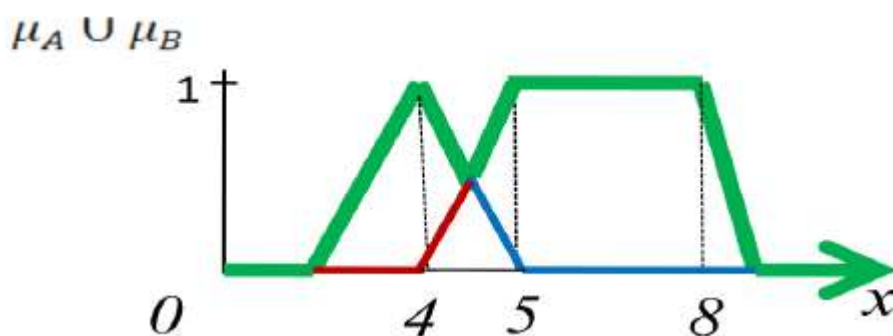
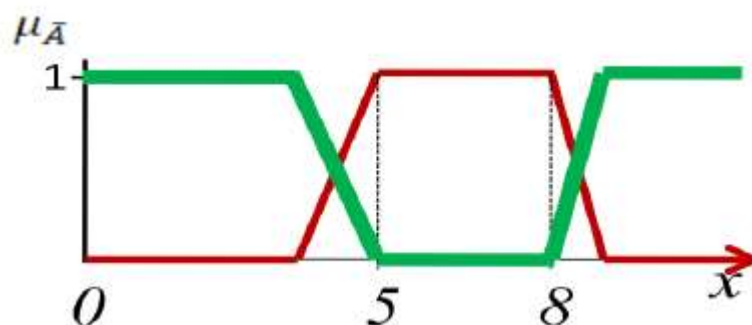
Процес коришћења Fuzzy система обухвата следеће фазе (Слика 7.1) (СРО, 2015):

- **Фазификација** - модификује сигнале улаза тако да могу бити правилно протумачени и упоређени са правилима у бази правила, тј. *crisp* сигнал претвара се у адекватан fuzzy облик.
- **Закључивање на основу правила** је механизам за процењивање која контролна правила су релевантна за тренутно стање система и одлучује логичким склопом какав ће бити управљачки сигнал, тј. улаз у процес.
- **Дефазификација** - трансформише fuzzy облик у *crisp* облик сигнала, који је „разумљив“ процесу.



Слика 7.1. Структура fuzzy система (СРО, 2015)

Са fuzzy скуповима могу се вршити основне операције као што су унија (логички оператор „ИЛИ“), пресек (логички оператор „И“) и негација. Логички оператор „И“ је код fuzzy скупова дефинисан као функција  $\min: \mu_1 \wedge \mu_2 = \min\{\mu_1, \mu_2\}$  (Слика 7.2), а логички оператор „ИЛИ“ дефинисан је као функција  $\max: \mu_1 \vee \mu_2 = \max\{\mu_1, \mu_2\}$  (Слика 7.3). Негација је код fuzzy скупова дефинисана као  $\bar{\mu}_1 = 1 - \mu_1$  (Слика 7.4).

Слика 7.2. Пресек скупа (функција  $\min$ )Слика 7.3. Унија скупа (функција  $\max$ )Слика 7.4. Пример негације ( $1-\mu$ )

Експертско знање је употребљиво и може бити коришћено на природан начин као лингвистичке променљиве, које су описане fuzzy скуповима. Експертско знање о променљивама може бити формулисано као скуп правила.

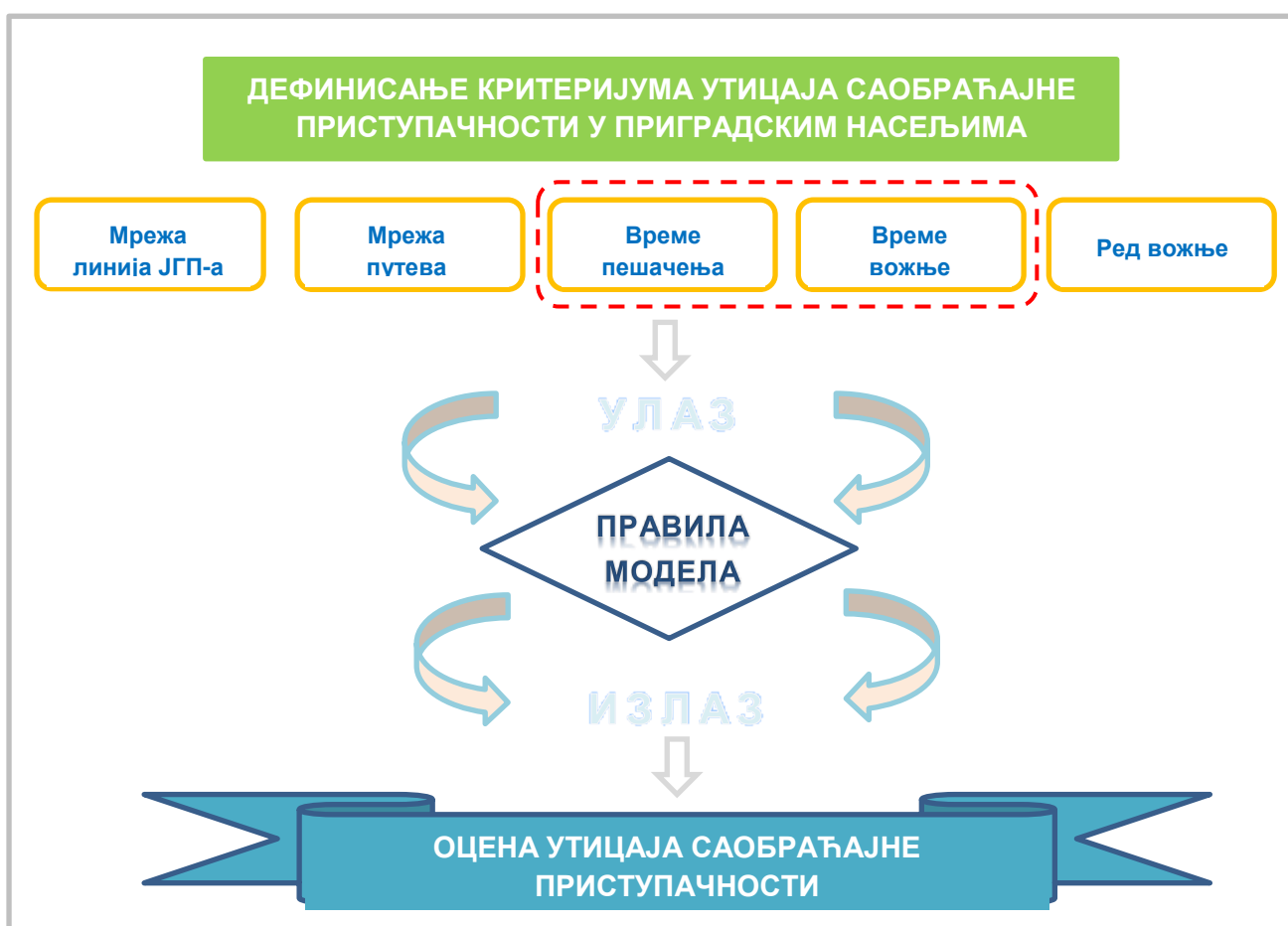
У складу са усвојеним значењем fuzzy скупа, најприродније би било да се одабере она бројна вредност за коју променљива има највећу функцију припадности. Проблем настаје уколико постоји више тачака fuzzy скупа које имају исту максималну вредност или уколико постоји цео сегмент са истом максималном вредношћу. У настојању да се превазиђу наведени проблеми предложено је неколико поступака дефазификације (Влагојевић, 2016):

- метод центроида (centroid),
- метод средине максимума (middle of maximum),
- метод највећег максимума (largest of maximum),
- метод најмањег максимума (smallest of maximum).

## 7.2. FUZZY МОДЕЛ ЗА ОЦЕНУ УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ У ПРИГРАДСКИМ НАСЕЉИМА

Приликом развоја модела за оцену утицаја саобраћајне приступачности, коришћени су претходно изабрани критеријуми, односно улази и излази за модел. Овај избор представља веома важан корак који директно утиче на резултате модела. С тим разлогом избор улаза и излаза дефинисан је методом Fuzzy АНР.

Модел предложен у овом раду развијен је на начин који до сада у литератури није коришћен (Слика 7.5). Даља верификација модела мора се базирати на тестирању модела на одабраним коридорима дуж којих постоје приградска насеља.



Слика 7.5. Изглед структуре модела за оцену утицаја саобраћајне приступачности

Код оцене утицаја саобраћајне приступачности на развој приградских насеља дефинисани су fuzzy улазни и излазни параметри. Fuzzy улазни параметри су мрежа линија ЈГП-а, мрежа приступних путева у насељу, време путовања и ред возње (учесталост полазака). Пошто је време путовања комплексан појам и састоји се из више времена, у даљој анализи ово време ће бити подељено на две целине и то време пешачења и време возње. На овај начин формирање модела оцене утицаја саобраћајне приступачности ће свакако бити детаљније и прецизније. Fuzzy излазна променљива оцењује утицај саобраћајне приступачности у приградским насељима.

Основни метод дефазификације примењен у дисертацији је метод центроида (Center Of Gravity – COG). По овој методи вредност закључивања је вредност тежишта

површине ограничене функцијом припадности која је добијена fuzzy закључивањем. Излазна вредност  $x^*$  се израчунава на следећи начин:

$$x^* = \frac{\sum_{i=x_{min}}^{x_{max}} x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum_{i=x_{min}}^{x_{max}} \mu(x_i)} \quad (79)$$

где је  $\mu(x_i)$  функција припадности.

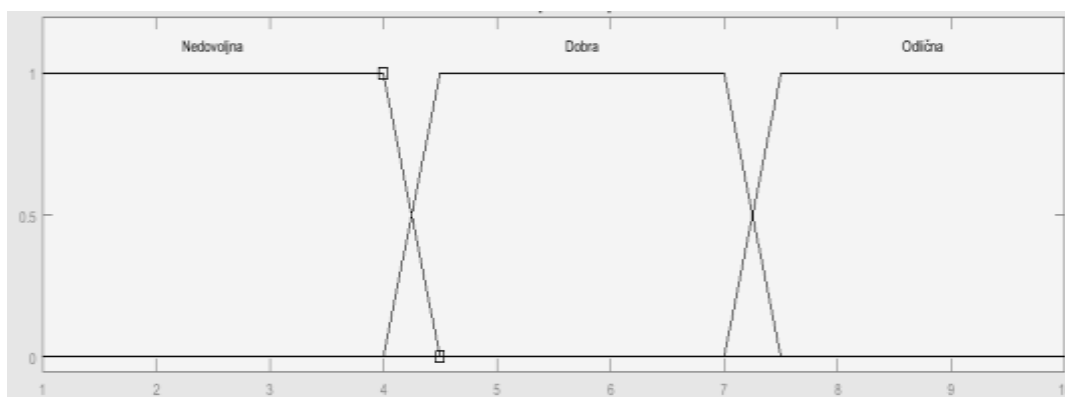
За оцену утицаја саобраћајне приступачности у приградским насељима дефинисана је fuzzy излазна променљива А, као и fuzzy улазне променљиве В, С, D, Е и F. Fuzzy излазна променљива **А** процењује **оцену утицаја саобраћајне приступачности**. Претпостављено је да оцена утицаја саобраћајне приступачности може бити „Недовољна“, „Добра“ или „Одлична“, а квантификација оцене је од 0 до 10. Дефинисане су функције припадности на следећи начин:

- Недовољна СП (1 - 4.5)
- Добра СП (4 - 7.5)
- Одлична СП (7 - 10)

$$\mu_{ASPN} = \begin{cases} 1, & x \leq 4 \\ \frac{4.5 - x}{0.5}, & 4 \leq x \leq 4.5 \\ 0, & x \geq 4.5 \end{cases} \quad \mu_{ASPD} = \begin{cases} 0, & x \leq 4 \\ \frac{x - 4}{0.5}, & 4 \leq x \leq 4.5 \\ 1, & 4.5 \leq x \leq 7 \\ \frac{7.5 - x}{0.5}, & 7 \leq x \leq 7.5 \\ 0, & x \geq 7.5 \end{cases}$$

$$\mu_{ASPO} = \begin{cases} 0, & x \leq 7 \\ \frac{x - 7}{0.5}, & 7 \leq x \leq 7.5 \\ 1, & x \geq 7.5 \end{cases}$$

Функције припадности fuzzy скупова  $A_{SPN}$ ,  $A_{SPD}$ ,  $A_{SPO}$  приказане су на Слици 7.6:



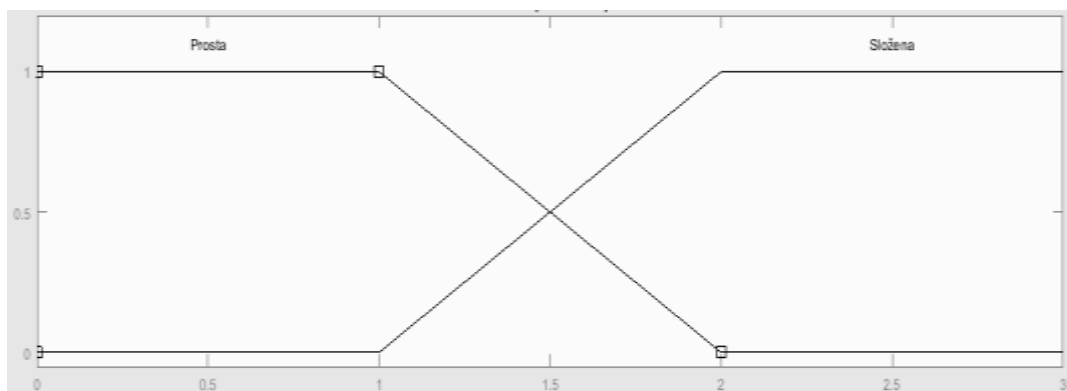
Слика 7.6. Функција припадности fuzzy скупова А

Fuzzy улазна променљива **В** представља **мрежу линија јавног градског превоза** предметног насеља. У овом случају претпостављено је да мрежа линија ЈГП-а може бити „Проста“ (ако постоји или пролази кроз насеље мање од две линије) или „Сложена“ (ако постоји или пролазе кроз насеље две или више линија):

- Проста  $x < 2$
- Сложена  $x \geq 2$

$$\mu_{BMLP} = \begin{cases} 1, & x \leq 1 \\ 2 - x, & 1 \leq x \leq 2 \\ 0, & x \geq 2 \end{cases} \quad \mu_{BMLS} = \begin{cases} 0, & x \leq 1 \\ x - 1, & 1 \leq x \leq 2 \\ 1, & x \geq 2 \end{cases}$$

Функције припадности fuzzy скупова  $V_{MLP}$ ,  $V_{MLS}$ , приказане су на Слици 7.7:



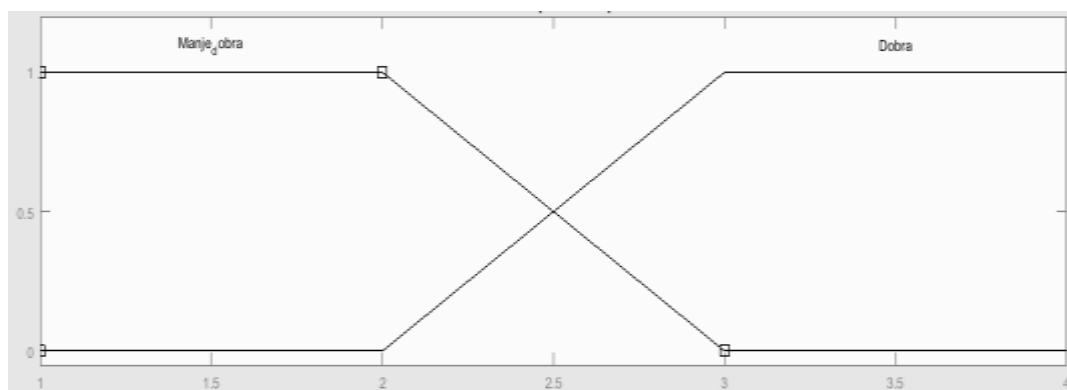
Слика 7.7. Функција припадности fuzzy скупа B

Fuzzy улазна променљива **C** описује **мрежу приступних путева**. Претпостављено је да мрежа приступних путева може бити „Мање добра“ (уколико у насељу постоји највише два приступа пута из различитих праваца која по техничко-експлоатационим карактеристикама одговарају кретању возила јавног превоза) или „Добра“ (уколико у насељу постоји више од два приступа пута из различитих праваца која по техничко-експлоатационим карактеристикама одговарају кретању возила јавног превоза):

- Мање добра  $\leq 2$
- Добра  $\geq 3$

$$\mu_{CMPMD} = \begin{cases} 1, & x \leq 2 \\ 3 - x, & 2 \leq x \leq 3 \\ 0, & x \geq 3 \end{cases} \quad \mu_{CMPD} = \begin{cases} 0, & x \leq 2 \\ x - 2, & 2 \leq x \leq 3 \\ 1, & x \geq 3 \end{cases}$$

Функције припадности fuzzy скупова  $C_{MPMD}$ ,  $C_{MPD}$ , приказане су на Слици 7.8:



Слика 7.8. Функција припадности fuzzy скупа C



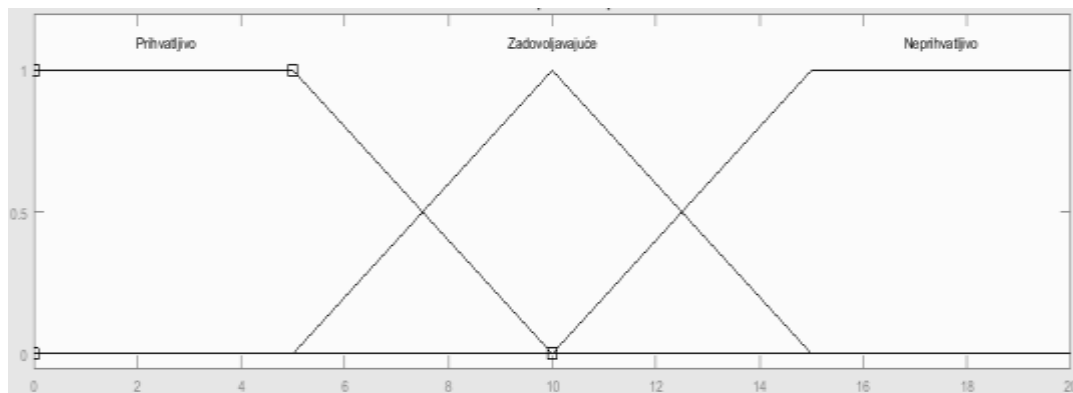
Fuzzy улазна променљива **D** описује **време пешачења** од места становања до стајалишта у посматраном насељу и обрнуто. Време, односно растојање пешачења не мора да се мери по саобраћајницама и изграђеним површинама, јер је чест случај да у приградским насељима постоје тзв. пречице, које се не могу сврстати у класичне пешачке стазе. Претпостављено је да време пешачења може бити: „Прихватљиво“, „Задовољавајуће“ или „Неприхватљиво“. Функције припадности изгледају овако:

- Прихватљиво време пешачења  $\leq 5$  min
- Задовољавајуће време пешачења 5 - 10 min
- Неприхватљиво време пешачења  $\geq 10$  min

$$\mu_{DVPP} = \begin{cases} 1, & x \leq 5 \\ \frac{10-x}{5}, & 5 \leq x \leq 10 \\ 0, & x \geq 10 \end{cases} \quad \mu_{DVPZ} = \begin{cases} 0, & x \leq 5 \\ \frac{x-5}{5}, & 5 \leq x \leq 10 \\ \frac{15-x}{5}, & 10 \leq x \leq 15 \\ 0, & x \geq 15 \end{cases}$$

$$\mu_{DVPN} = \begin{cases} 0, & x \leq 10 \\ \frac{x-10}{5}, & 10 \leq x \leq 15 \\ 1, & x \geq 15 \end{cases}$$

Функције припадности fuzzy скупова  $D_{VPP}$ ,  $D_{VPZ}$ ,  $D_{VPN}$  приказане су на Слици 7.9:



Слика 7.9. Функција припадности fuzzy скупа D

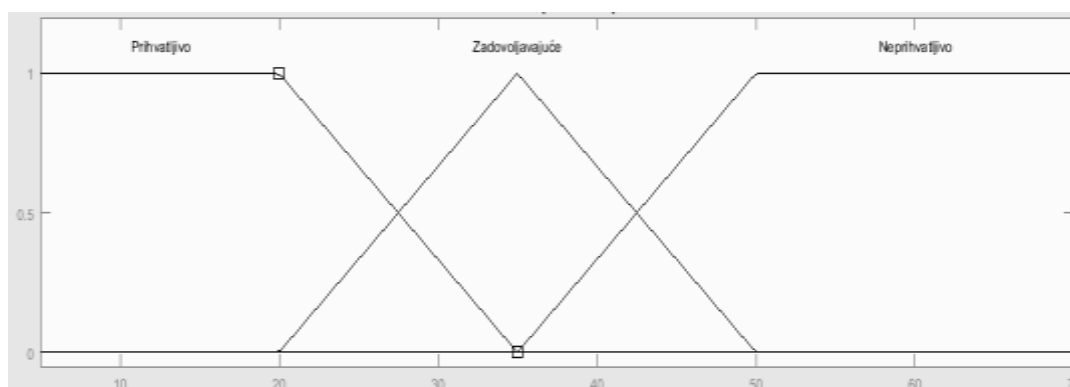
Fuzzy улазна променљива **E** описује **време возње** превозним средством од улазног стајалишта у насељу до излазног стајалишта у месту циља путовања са успутним задржавањима на међустајалиштима и обрнуто. Претпостављено је да ово време возње може бити „Прихватљиво“, „Задовољавајуће“ или „Неприхватљиво“. Дефинисане су функције припадности на следећи начин:

- Прихватљиво време возње  $\leq 20$  min
- Задовољавајуће време возње (20 - 50) min
- Неприхватљиво време возње  $\geq 50$  min

$$\mu_{EVVP} = \begin{cases} 1, & x \leq 20 \\ \frac{35-x}{15}, & 20 \leq x \leq 35 \\ 0, & x \geq 35 \end{cases} \quad \mu_{EVVZ} = \begin{cases} 0, & x \leq 20 \\ \frac{x-20}{15}, & 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{50-x}{15}, & 35 \leq x \leq 50 \\ 0, & x \geq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{EVVN} = \begin{cases} 0, & x \leq 35 \\ \frac{x-35}{15}, & 35 \leq x \leq 50 \\ 1, & x \geq 50 \end{cases}$$

Функције припадности fuzzy скупова  $E_{VVP}$ ,  $E_{VZ}$ ,  $E_{VN}$  приказане су на Слици 7.10:



Слика 7.10. Функција припадности fuzzy скупа  $E$

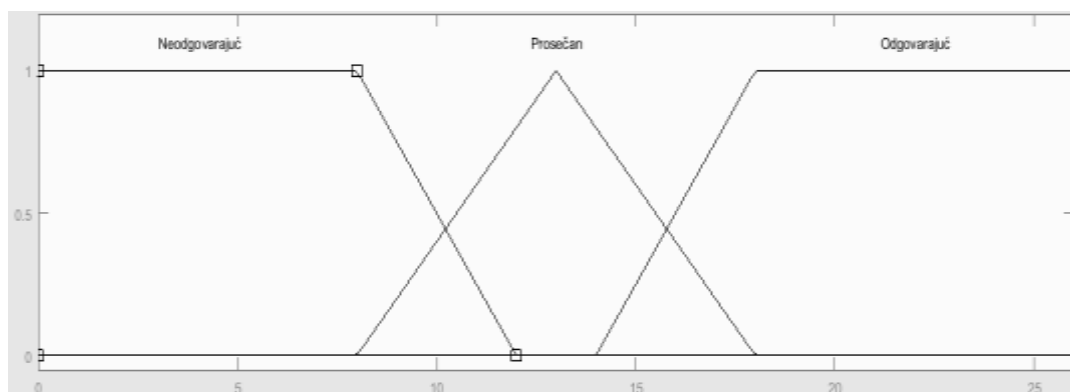
Fuzzy улазна променљива  $F$  описује **ред вожње** и представља један од важнијих параметара за оцену саобраћајне приступачности. Претпостављено је да ред вожње, у зависности од броја полазака које то насеље има у току радног дана, може бити: „Неодговарајућ“, „Просечан“ или „Одговарајућ“. Дефинисане су функције припадности на следећи начин:

- Неодговарајућ  $\leq 8$  полазака
- Просечан  $8 - 18$  полазака
- Одговарајућ  $\geq 18$  полазака

$$\mu_{FRVN} = \begin{cases} 1, & x \leq 8 \\ \frac{12-x}{4}, & 8 \leq x \leq 12 \\ 0, & x \geq 12 \end{cases} \quad \mu_{FRVP} = \begin{cases} 0, & x \leq 8 \\ \frac{x-8}{5}, & 8 \leq x \leq 13 \\ \frac{18-x}{5}, & 13 \leq x \leq 18 \\ 0, & x \geq 18 \end{cases}$$

$$\mu_{FRVO} = \begin{cases} 0, & x \leq 14 \\ \frac{x-14}{4}, & 14 \leq x \leq 18 \\ 1, & x \geq 18 \end{cases}$$

Функције припадности fuzzy скупова  $F_{RVN}$ ,  $F_{RVP}$ ,  $F_{RVO}$  приказане су на Слици 7.11:



Слика 7.11. Функција припадности fuzzy скупа  $F$

Fuzzy логика омогућава доношење одлука на основу непотпуних информација, а модели засновани на fuzzy логици се састоје од тзв. „IF - THEN“ (АКО-ОНДА) правила. „IF - THEN“ правила међусобно се повезују са „AND“ (И) или „OR“ (ИЛИ). Fuzzy логика дефинише се помоћу алгорита за апроксимативно резоновање.

Нека је  $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$  вектор (улазна променљива) који описује карактеристику одређеног објекта, и вектор  $y = [y_1, y_2, \dots, y_m]$  излазна величина, који даје вредност посматраног система. Правила апроксимативног резоновања у fuzzy моделима имају следећи облик:

$R^r$ : IF  $x_1$  is  $A_1^r$  AND  $x_2$  is  $A_2^r$  AND ... AND  $x_n$  is  $A_n^r$  THEN  $y_1$  is  $B_1^r, y_2$  is  $B_2^r, \dots, y_m$  is  $B_m^r$ , где је:  $x \in X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n, y \in Y = Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_m$  и  $A^r = A_1^r \times A_2^r \times \dots \times A_n^r \subseteq X, B^r = B_1^r \times B_2^r \times \dots \times B_m^r \subseteq Y$ ;  $A_i$  - вредност вектора  $x_i$ ;  $B_i$  - вредност вектора  $y_i$  код правила  $r$ .

Реални проблеми најчешће немају критеријуме истог степена значајности и потребно је да доносилац одлуке дефинише факторе значајности појединих критеријума користећи одговарајуће тежинске коефицијенте (тежине) или тзв. пондере за критеријуме. Дефинисање тежина критеријума није увек једноставно и у суштини сваки доносилац одлуке субјективно дефинише тежинске коефицијенте. Тежински коефицијенти у неким методама имају одлучујући утицај на решење, може да се догоди да уведене вредности за тежине не обезбеђују "добро решење" и потребно је анализирати како се решење понаша у зависности од могућих реалних варијанти за тежине критеријума. Проблем је једноставнији ако постоје апсолутни приоритети међу критеријумима.

У fuzzy моделу за евалуацију оцене критеријума саобраћајне приступачности, правилима која су једнако вероватна додељен је тежински фактор 1, мање вероватним 0.5 а практично невероватним 0.

Алгоритам апроксимативног резоновања развијен у овом раду, састоји се од следећих fuzzy правила:

## Мрежа линија ЈГПП-а „ПРОСТА“

## Мрежа путева „МАЊЕ ДОБРА“

Мрежа путева „МАЊЕ ДОБРА“				
Време пешачења	Време возње	Ред возње	Саобраћајна приступачност	Тежина
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	1
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	1
Мрежа путева „ДОБРА“				
Време пешачења	Време возње	Ред возње	Саобраћајна приступачност	Тежина
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ОДЛИЧНА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ОДЛИЧНА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	1
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5

ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5

## Мрежа линија ЈГПП-а „СЛОЖЕНА“

## Мрежа путева „МАЊЕ ДОБРА“

Време пешачења	Време возње	Ред возње	Саобраћајна приступачност	Тежина
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ОДЛИЧНА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ОДЛИЧНА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	1
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5

Мрежа путева „ДОБРА“				
Време пешачења	Време возње	Ред возње	Саобраћајна приступачност	Тежина
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ОДЛИЧНА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ОДЛИЧНА	1
ПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ОДЛИЧНА	1
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	ОДЛИЧНА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	ОДЛИЧНА	0.5
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	1
ПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ОДЛИЧНА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ОДЛИЧНА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ОДЛИЧНА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	0.5
ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	ПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	1
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ПРОСЕЧАН	ДОБРА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	ЗАДОВОЉАВАЈУЋЕ	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	НЕОДГОВАРАЈУЋ	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ПРОСЕЧАН	НЕДОВОЉНА	0.5
НЕПРИХВАТЉИВО	НЕПРИХВАТЉИВО	ОДГОВАРАЈУЋ	ДОБРА	0.5

## 8. ОЦЕНА УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ У ПРИГРАДСКИМ НАСЕЉИМА

Према детаљном истраживању које је спроведено у дисертацији, установљен је велики број критеријума и подкритеријума утицаја саобраћајне приступачности на развој приградских насеља. У ту сврху извршено је дефинисање и вредновање критеријума најчешће коришћених за оцену саобраћајне приступачности из доступне литературе и спроведене анализе.

За оцену утицаја саобраћајне приступачности у приградским насељима, дефинисано је укупно 13 критеријума, који су разврстани у 4 групе и то: транспортна група критеријума, просторна група критеријума, критеријуми групе квалитета услуге и критеријуми групе квалитета система.

Избор приоритетних критеријума, поткрепљено искуствима из литературе да овакве проблеме треба решавати методама вишекритеријумског одлучивања, извршен је са једном од најпопуларнијих метода за доношење одлука - Фази Аналитичко Хијерархијски Процес (ФАНП), , као и методом Груби АНР која спада у групу метода грубих бројева.

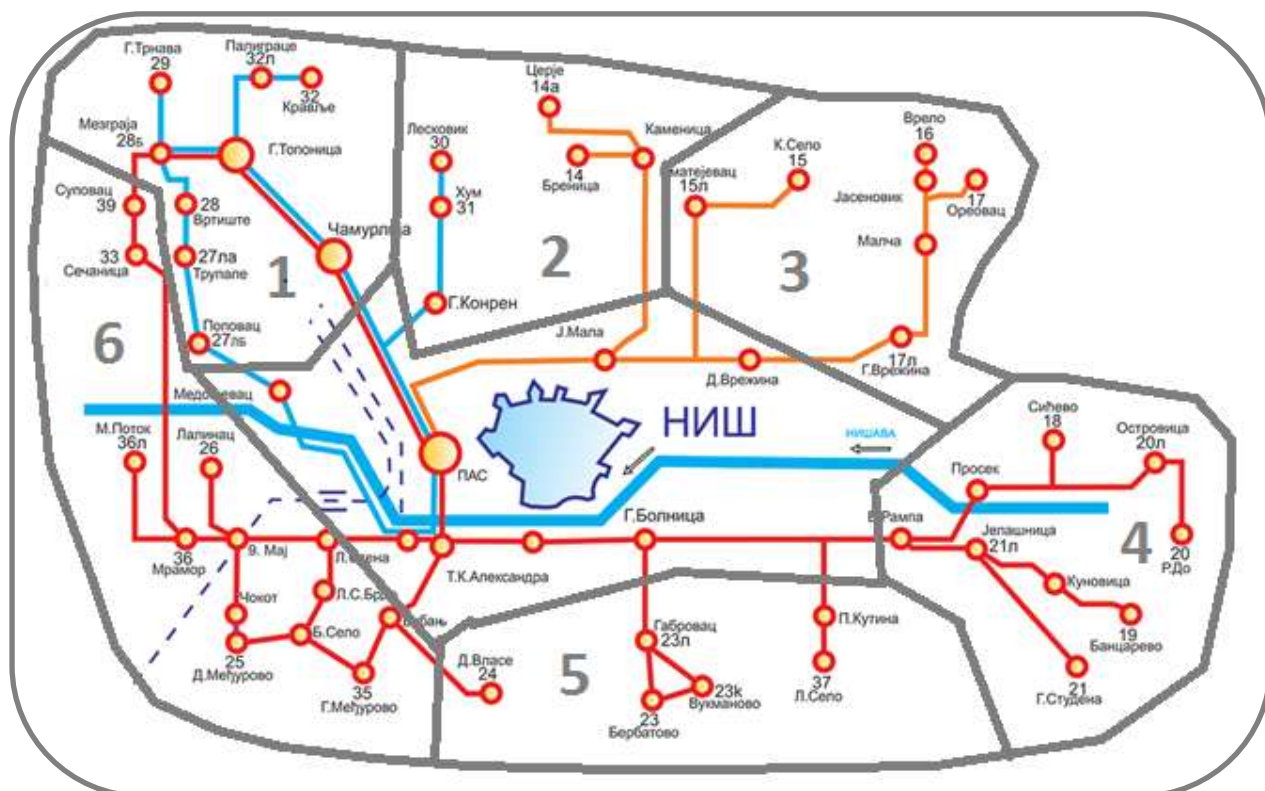
Релативни ранг важности појединих критеријума на основу поређења по паровима применом ФАНП методе, представљен је у Табели 6.8. Изабрани критеријуми су коришћени за тестирање модела за оцену утицаја саобраћајне приступачности.

### 8.1. РЕЗУЛТАТИ ТЕСТИРАЊА FUZZY МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ

Као што је образложено у поглављу 6, улазне променљиве у fuzzy системима представљају тзв. лингвистичке променљиве које узимају различите вредности, (Мрежа линија јавног превоза, Мрежа приступних путева, Време пешачења, Време вожње и Ред вожње). Свим могућим вредностима излазне променљиве одређује се одговарајући степен припадности.

Предложени fuzzy модел развијен у овој дисертацији, биће тестиран на територији општине Ниш у којој гравитирају 53 приградска насеља. Град Ниш се налази у нишкој котлини на 43°19' Северне географске ширине и 21°54' Источне географске дужине. Заузима површину од око 596.6 км<sup>2</sup> и према попису из 2011.године има 260,237 становника (SE, 2018). Град Ниш има изражену моноцентричну структуру која је последица географског положаја и његове структуре. У захтевима за превозом у систему ЈГПП, Ниш има изражени број путовања од обода ка центру града због велике концентрације у централном градском подручју и самих активности у њему. Мрежа линија система јавног градског превоза састоји се од 45 линија, од чега 14 градских и 31 приградска линија (Слика 8.1). На комплетној мрежи линија ЈГПП-а, раде аутобуси, док је у примени зонски тарифни систем који се састоји из укупно четити зоне.

Ради лакшег приказивања и праћења, сва приградска насеља су подељена у 6 група односно, коридора у зависности од локације пружања насеља на поједином приградском коридору.



Слика 8.1. Шема линија приградског саобраћаја у Нишу по Коридорима

Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља добијена је као резултат парцијалног деловања сваког од изабраних критеријума (мрежа линија јавног превоза, мрежа приступних путева, време пешачења, време вожње, ред вожње). Утврђивање времена пешачења је комплексан и сложен поступак који зависи од удаљености домаћинстава (просторни размештај) до најближег стајалишта у насељу, врсте терена (равничарски, брдовит), броја стајалишта, врсти коловозног застора (асфалт, земљани пут) и др. Због тога су усвојене вредности за време пешачења од 5, 10 и 15 минута као најприхватљивија времена гравитационог подручја линије.

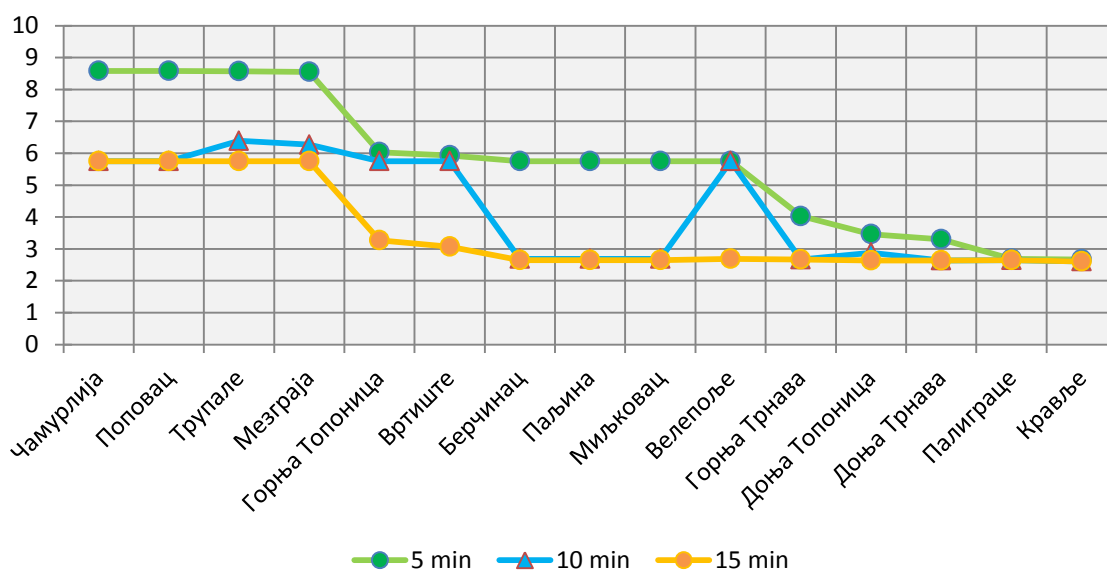
### 8.1.1. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 1

Приградска насеља која се налазе на Коридору 1 (Табела 8.1) представљају руралне области на северозападној и северној страни територије града. Претежно се налазе уз Аутопут А1, регионални пут 218, а делимично и уз ток Јужне Мораве. Насеља су једним делом равничарска, а на самом северу и брдског типа.



Табела 8.1. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 1

Насеље	Мрежа линија	Мрежа путева	Време пешачења (min)	Време вожње (min)	Ред вожње (бр. полазака)	Оцена утицаја СП		
						5 min	10 min	15 min
Чамурлија	4	1	5/10/15	19	28	8.58	5.75	5.75
Поповац	3	2	5/10/15	20	38	8.58	5.75	5.75
Трупале	2	4	5/10/15	29	24	8.57	6.39	5.75
Вртиште	1	3	5/10/15	33	18	5.93	5.75	3.07
Мезграја	2	4	5/10/15	31	16	8.55	6.27	5.75
Горња Топоница	4	2	5/10/15	32	28	6.03	5.75	3.27
Доња Топоница	1	2	5/10/15	33	9	3.46	2.88	2.64
Горња Трнава	1	2	5/10/15	40	10	4.03	2.67	2.67
Доња Трнава	1	2	5/10/15	37	9	3.30	2.64	2.64
Берчинац	2	2	5/10/15	50	11	5.75	2.69	2.65
Паљина	2	2	5/10/15	51	11	5.75	2.69	2.65
Миљковац	2	2	5/10/15	54	11	5.75	2.69	2.65
Велепоље	2	3	5/10/15	60	11	5.75	5.75	2.69
Палиграце	1	2	5/10/15	62	11	2.69	2.65	2.65
Кравље	1	1	5/10/15	70	8	2.67	2.61	2.61



Слика 8.2. Графички приказ оцене утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 1 у зависности од времена пешачења

За приградска насеља на Коридору 1 (Слика 8.2), оцене утицаја саобраћајне приступачности за петоминутно пешачење се крећу у распону од 8.58 до 2.67. Највећу оцену имају насеља Чамурлија и Поповац, а најмању има насеље Кравље. За

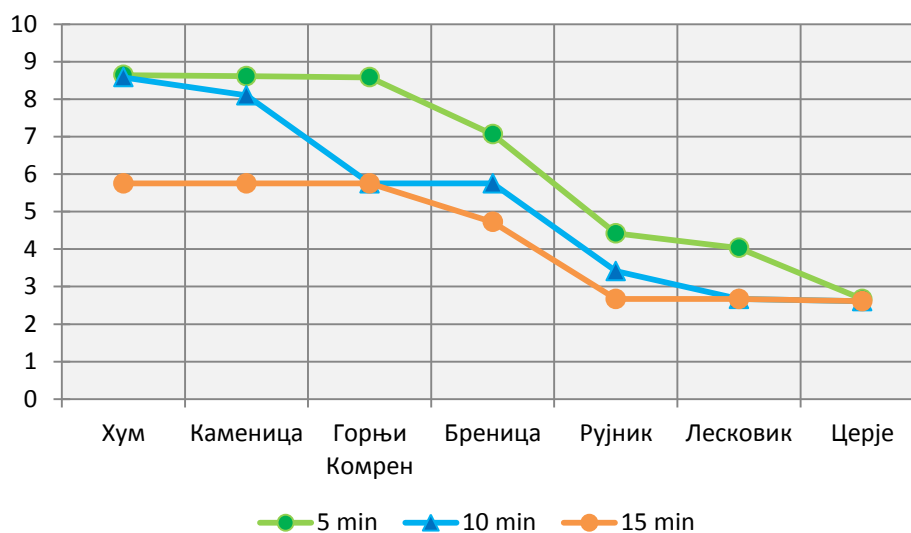
десетоминутно пешачење оцене се крећу у распону од 6.39 до 2.61. Што се тиче петнаестоминутног пешачења најбоља оцена износи 5.75, а најлошија 2.61.

### 8.1.2. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 2

Приградска насеља која се налазе на коридору 2 (Табела 8.2) су области на северној страни територије града. Насеља су већим делом брдског типа.

Табела 8.2. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 2

Насеље	Мрежа линија	Мрежа путева	Време пешачења (min)	Време вожње (min)	Ред вожње (бр. полазака)	Оцена утицаја СП		
						5 min	10 min	15 min
Горњи Комрен	2	2	5/10/15	12	20	8.58	5.75	5.75
Хум	2	3	5/10/15	20	20	8.64	8.58	5.75
Рујник	1	2	5/10/15	30	10	4.42	3.41	2.67
Лесковик	1	1	5/10/15	36	10	4.03	2.67	2.67
Каменица	2	3	5/10/15	21	17	8.61	8.1	5.75
Бреница	2	2	5/10/15	25	17	7.06	5.75	4.72
Церје	1	1	5/10/15	55	6	2.67	2.61	2.61



Слика 8.3. Графички приказ оцене утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 2 у зависности од времена пешачења

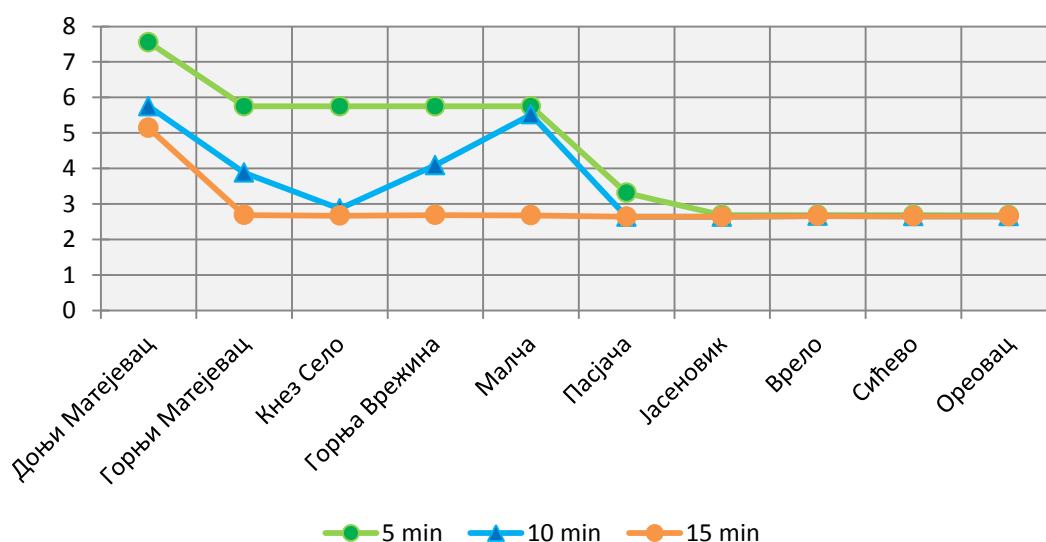
За приградска насеља на Коридору 2 (Слика 8.3), оцене утицаја саобраћајне приступачности за петоминутно пешачење се крећу у распону од 8.64 до 2.67. Највећу оцену има насеље Хум, а најмању има насеље Церје. За десетоминутно пешачење оцене се крећу у распону од 8.58 до 2.61. Што се тиче петнаестоминутног пешачења најбоља оцена износи 5.75, а најлошија 2.61.

### 8.1.3. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 3

На Коридору 3, приградска насеља (Табела 8.3) се налазе дуж државног пута 1Б реда 35, државног пута 2Б реда 426 и регионалног пута 274, а такође и уз Европски пут Е 771. Сва приградска насеља на овом коридору спадају у групу брдских села са значајном надморском висином.

Табела 8.3. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 3

Насеље	Мрежа линија	Мрежа путева	Време пешачења (min)	Време вожње (min)	Ред вожње (бр. полазака)	Оцена утицаја СП		
						5 min	10 min	15 min
Доњи Матејевац	1	3	5/10/15	23	22	7.55	5.75	5.14
Горњи Матејевац	1	2	5/10/15	29	22	5.75	3.88	2.69
Кнез Село	1	2	5/10/15	34	22	5.75	2.87	2.67
Горња Врежина	1	2	5/10/15	28	21	5.75	4.09	2.69
Малча	2	2	5/10/15	36	14	5.75	5.52	2.68
Пасјача	1	2	5/10/15	46	9	3.31	2.64	2.64
Ореовац	1	1	5/10/15	50	9	2.68	2.64	2.64
Јасеновик	1	1	5/10/15	43	5	2.69	2.66	2.66
Врело	1*	2	5/10/15	45	5	2.69	2.65	2.65
Сићево	1	2	5/10/15	45	8	2.69	2.65	2.65



Слика 8.4. Графички приказ оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 3 у зависности од времена пешачења

За приградска насеља на Коридору 3 (Слика 8.4), оцене утицаја саобраћајне приступачности за петоминутно пешачење се крећу у распону од 7.55 до 2.68. Највећу

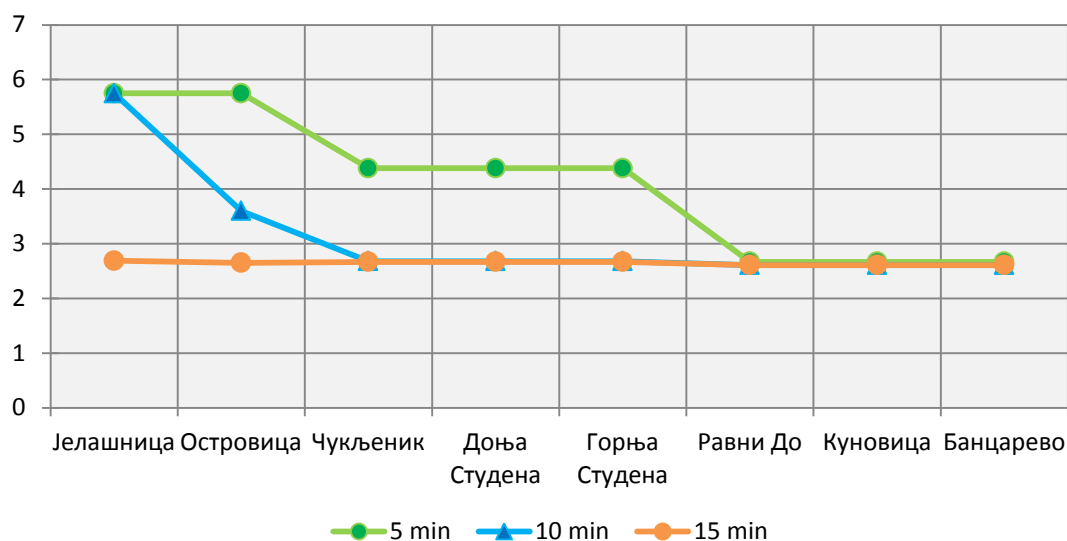
оцену има насеље Доњи Матејевац, а најмању има насеље Ореовац. За десетоминутно пешачење оцене се крећу у распону од 5.75 до 2.64. Што се тиче петнаестоминутног пешачења најбоља оцена износи 5.14, а најлошија 2.64.

#### 8.1.4. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 4

Приградска насеља на Коридору 4 (Табела 8.4) се већим делом протежу дуж државног пута 2Б реда 427 и Локалног пута Л-18. Сва насеља су брдовитог типа.

Табела 8.4. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 4

Насеље	Мрежа линија	Мрежа путева	Време пешачења (min)	Време вожње (min)	Ред вожње (бр. полазака)	Оцена утицаја СП		
						5 min	10 min	15 min
Островица	2	2	5/10/15	46	11	5.75	3.60	2.65
Равни До	1	2	5/10/15	60	4	2.67	2.61	2.61
Куновица	1	1	5/10/15	54	3	2.67	2.61	2.61
Банцарево	1	1	5/10/15	65	3	2.67	2.61	2.61
Јелашница	2	2	5/10/15	42	18	5.75	5.75	2.69
Чукљеник	1	2	5/10/15	46	16	4.38	2.68	2.67
Доња Студена	1	2	5/10/15	49	16	4.38	2.68	2.67
Горња Студена	1	1	5/10/15	50	16	4.38	2.68	2.67



Слика 8.5. Графички приказ оцене утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 4 у зависности од времена пешачења

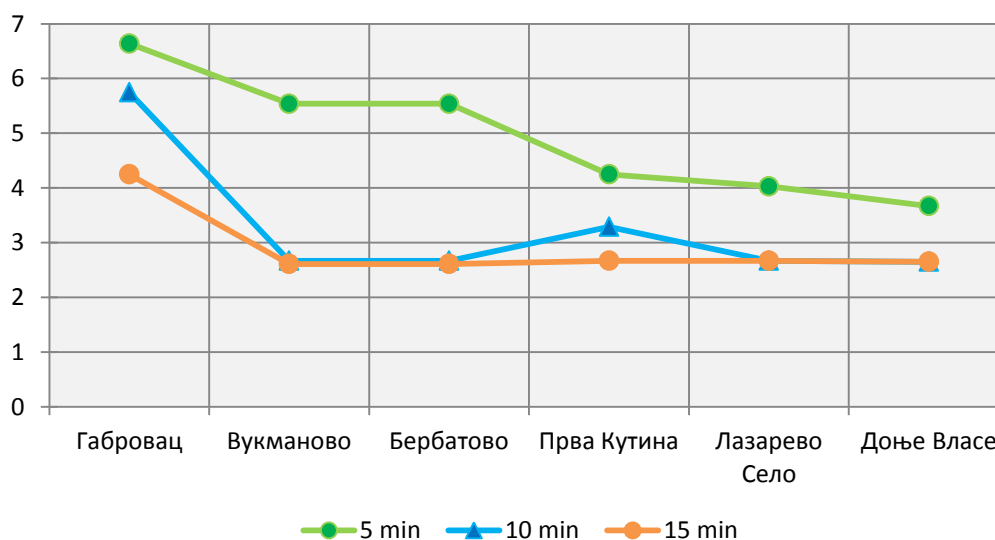
За приградска насеља на Коридору 4 (Слика 8.5), оцене утицаја саобраћајне приступачности за петоминутно пешачење се крећу у распону од 5.75 до 2.67. Највећу оцену имају насеља Островица и Јелашница, а најмању имају насеља Равни До, Куновица и Банцарево. За десетоминутно пешачење оцене се крећу у распону од 5.75 до 2.61. Што се тиче петнаестоминутног пешачења најбоља оцена износи 2.69, а најлошија 2.61.

### 8.1.5. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 5

Приградска насеља која се налазе на Коридору 5 (Табела 8.5) представљају насеља на јужној страни територије града. Претежно се налазе уз регионални пут 224, и локалне путеве за Габровац и Власе. Насеља су једним делом равничарска, а јужније и брдовитог типа.

Табела 8.5. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 5

Насеље	Мрежа линија	Мрежа путева	Време пешачења (min)	Време вожње (min)	Ред вожње (бр. полазака)	Оцена утицаја СП		
						5 min	10 min	15 min
Прва Кутина	1*	2	5/10/15	31	10	4.25	3.29	2.67
Лазарево Село	1	1	5/10/15	36	10	4.03	2.67	2.67
Габровац	3	1	5/10/15	27	16	6.64	5.75	4.25
Вукманово	1	1	5/10/15	36	13	5.54	2.67	2.61
Бербатово	1	1	5/10/15	36	13	5.54	2.67	2.61
Доње Власе	1	1	5/10/15	30	6	3.67	2.65	2.65



Слика 8.6. Графички приказ оцене утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 5 у зависности од времена пешачења

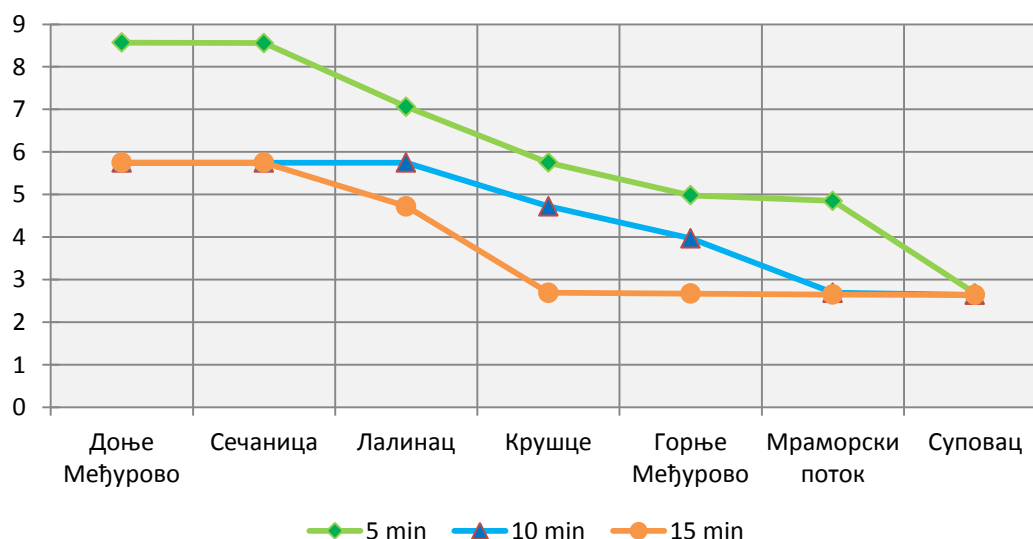
За приградска насеља на Коридору 5 (Слика 8.6), оцене утицаја саобраћајне приступачности за петоминутно пешачење се крећу у распону од 6.64 до 3.67. Највећу оцену има насеље Габровац, а најмању има насеље Доње Власе. За десетоминутно пешачење оцене се крећу у распону од 5.75 до 2.65. Што се тиче петнаестоминутног пешачења најбоља оцена износи 4.25, а најлошија 2.61.

### 8.1.6. Оцена утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на Коридору 6

Што се тиче Коридора 6, скоро сва приградска насеља се налазе уз ток реке Јужне Мораве и насеља су претежно равничарског типа (Табела 8.6).

Табела 8.6. Оцена утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 6

Насеље	Мрежа линија	Мрежа путева	Време пешачења (min)	Време вожње (min)	Ред вожње (бр. полазака)	Оцена утицаја СП		
						5 min	10 min	15 min
Горње Међурово	1	2	5/10/15	24	10	4.98	3.97	2.67
Доње Међурово	1	3	5/10/15	19	17	8.57	5.75	5.75
Мраморски поток	1	1	5/10/15	38	11	4.85	2.69	2.65
Крушце	1	2	5/10/15	25	13	5.75	4.72	2.69
Лалинац	1	3	5/10/15	25	17	7.06	5.75	4.72
Сечаница	2	3	5/10/15	40	13	8.56	5.75	5.75
Суповац	1	2	5/10/15	46	6	2.68	2.64	2.61



Слика 8.7. Графички приказ оцене утицаја саобраћајне приступачности на Коридору 6 у зависности од времена пешачења

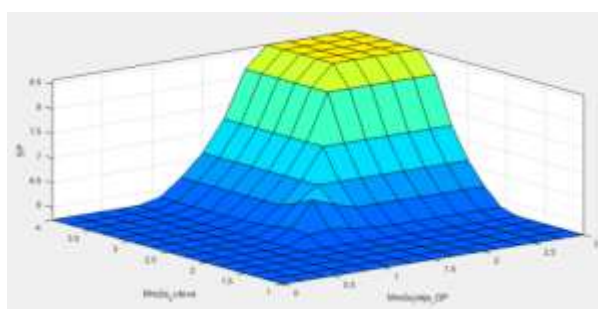
За приградска насеља на Коридору 6 (Слика 8.7), оцене утицаја саобраћајне приступачности за петоминутно пешачење се крећу у распону од 8.57 до 2.68. Највећу оцену има насеље Доње Међурово, а најмању има насеље Суповац. За десетоминутно пешачење оцене се крећу у распону од 5.75 до 2.64. Што се тиче петнаестоминутног пешачења најбоља оцена износи 5.75, а најлошија 2.61.

## 8.2. ГРАФИЧКА ИНТЕРПРЕТАЦИЈА ОЦЕНЕ УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ

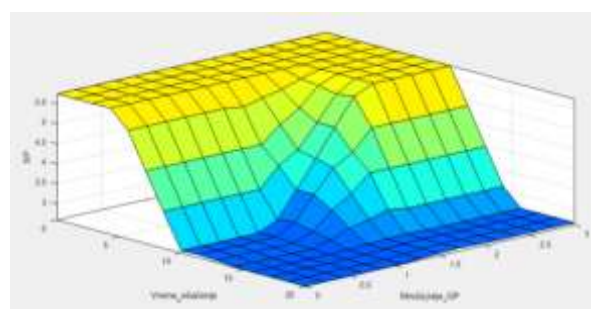
У претходном поглављу је приказана оцена утицаја саобраћајне приступачности за свако приградско насеље које се налази на територији града Ниша, у зависности од разматраних критеријума. Такође, за сваки Коридор приградских линија, оцене су представљене и графички.

Квантификација скупова критеријума у fuzzy моделима урађена је применом Mamdani fuzzy система закључивања (дефазификација Центроид), методом минимизације за оператор „AND“ (И) и методом максимизације за оператор „OR“ (ИЛИ).

Графички приказ излазне fuzzy променљиве (Оцена утицаја саобраћајне приступачности) у функцији улазних променљивих (Мрежа линија ЈППП-а, Мрежа путева, Време пешачења, Време возње, Ред возње) приказан је на сликама 8.8; 8.9; 8.10 и 8.11:

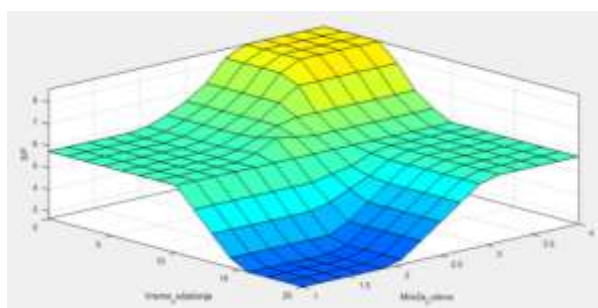


а)

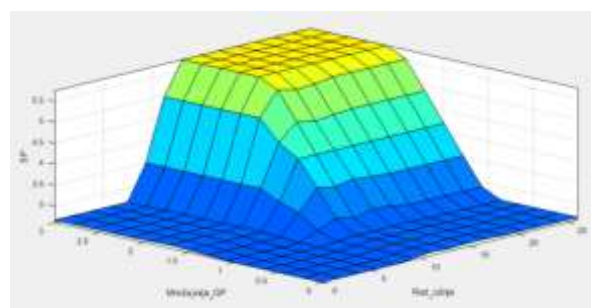


б)

Слика 8.8. Изглед излазне fuzzy променљиве у функцији од улазних променљивих  
а) Мрежа путева, Мрежа линија  
б) Време пешачења, Мрежа линија



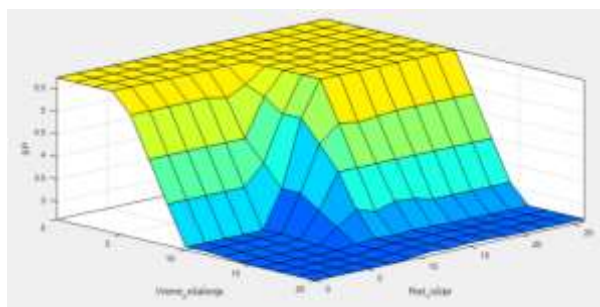
а)



б)

Слика 8.9. Изглед излазне fuzzy променљиве у функцији од улазних променљивих  
а) Време пешачења, Мрежа путева  
б) Мрежа линија, Ред возње

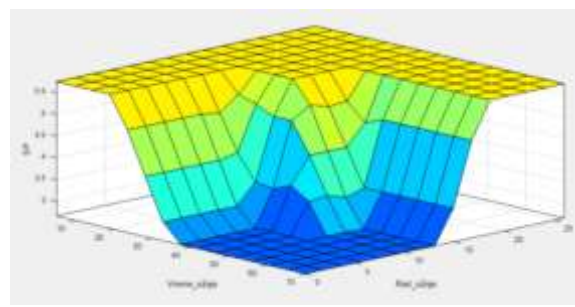




а)

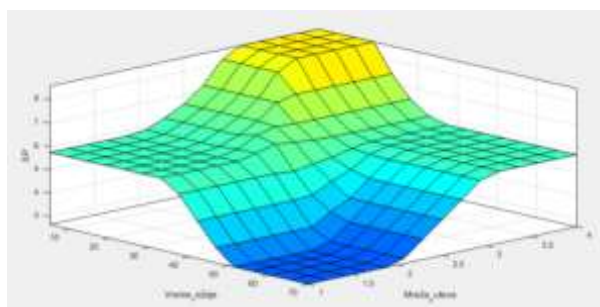
Слика 8.10. Изглед излазне fuzzy променљиве у функцији од улазних променљивих

а) Време пешачења, Ред вожње



б)

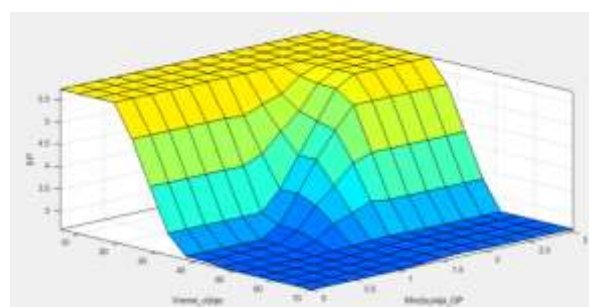
б) Време вожње, Ред вожње



а)

Слика 8.11. Изглед излазне fuzzy променљиве у функцији од улазних променљивих

а) Време вожње, Мрежа путева



б)

б) Време вожње, Мрежа линија

Графичка интерпретација излазне fuzzy променљиве представља се тродимензионалном површином уз помоћ константних вредности парова критеријума. Ова површина би требало да буде са благим прелазима боја и без наглих падова и оштрих удубљења. На тај начин потврђује се да су усвојене вредности критеријума добре и да су правила модела исправно задата. Жута боја површи представља највише оцене утицаја саобраћајне приступачности, док тамно плава боја представља најниже оцене. Разврстано према паровима критеријума, може се на једноставан начин приказати промена излазне променљиве, променом константи једног и/или другог критеријума. Такође, дијаграми показују који парови критеријума имају, генерално, боље или мање боље оцене утицаја утицаја излазне порменљиве. Однос улазних парова критеријума Време пешачења-Мрежа путева као и Време вожње-Мрежа путева имају повољан распоред оцена утицаја саобраћајне приступачности, док вредности улазних критеријума Време вожње-Ред вожње дају најбоље резултате оцене утицаја саобраћајне приступачности у предложеном моделу.

### 8.3. АНАЛИЗА ОСЕТЉИВОСТИ ВРЕДНОСТИ КРИТЕРИЈУМА

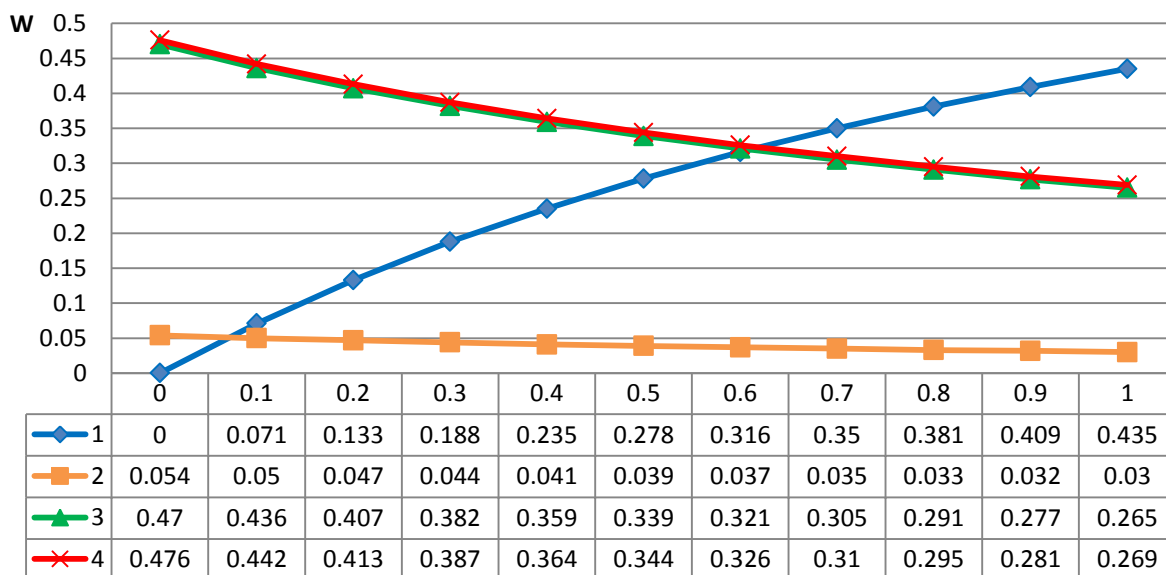
Приликом избора релевантних критеријума, једна од битних карактеристика примењених метода јесте и анализа осетљивости коначног решења, што доносиоцу одлуке омогућава испитивање различитих варијанти. Анализом осетљивости приказују се односи промене приоритета као функција значаја атрибута, односно критеријума (Nikolić i dr., 1996; Vatinić, 2013). За анализу осетљивости решења користи се више поступака:



- динамичка анализа осетљивости;
- градијентна анализа осетљивости;
- анализа осетљивости перформанси;
- анализа „глава глави” (један на један);
- дводимензионална анализа.

Динамичком анализом осетљивости указује се како промена приоритета једног критеријума утиче на промену приоритета осталих критеријума и приоритета алтернатива у оквиру посматраног критеријума. Значајност спровођења динамичке анализе осетљивости је и у могућности одређивања појединачног учешћа критеријума у приоритетима алтернатива. Промена приоритета једног критеријума на промену приоритета критеријума и алтернатива, односно на коначно рангирање алтернатива као резултата може се јасније пратити на графу за градијентну анализу. Анализа осетљивости перформанси сажима приказ приоритета критеријума и алтернатива за све критеријуме појединачно и збирно на глобалном нивоу и на нивоима критеријума. Значајност анализе осетљивости перформанси јесте у могућности одређивања коначног решења, односно резултата – рангирање за било који чвор на стаблу критеријума у оквиру припадајућег нивоа. Анализом осетљивости „глава глави“ одређује се за који проценат је већа значајност разматраног критеријума у односу на други. За одређивање тог процента користи се посебна скала скупа критеријума за које се одређује тражена вредност. Граф дводимензионалне осетљивости показује како се алтернативе понашају према два критеријума.

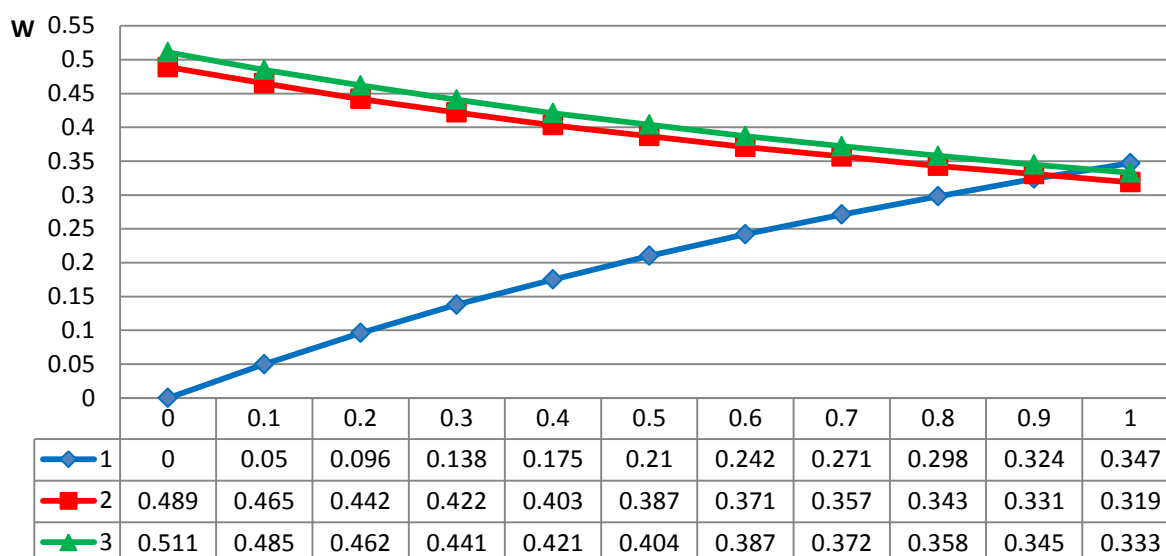
Како би били сигурни да су добијени резултати валидни и применљиви у реалном свету, потребно је извршити анализу осетљивости и проверити стабилност коначних резултата. Анализирају се промене тежинских вредности критеријума како би се утврдило на који начин утиче њихов значај на резултате.



Слика 8.12. Резултати анализе осетљивости за Транспортну групу критеријума

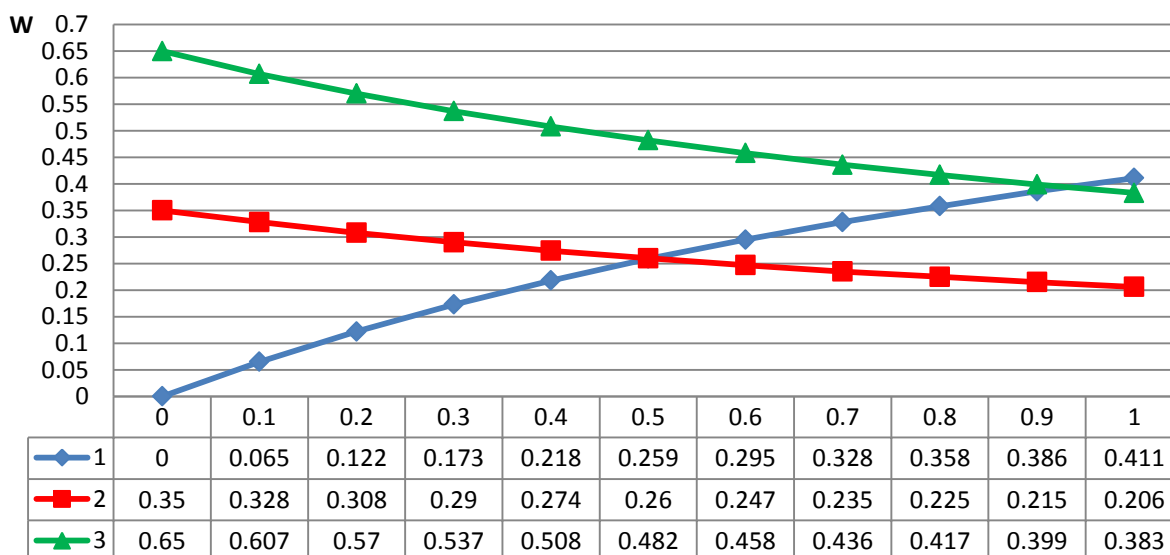
На Слици 8.12 анализирана је осетљивост тежине значаја критеријума који има највећу вредност у односу на остале критеријуме. Доминантан значај Мрежа линија ЈГП-а има од вредности тежинског вектора 0.65 у односу на подкритеријуме

Карактеристике насеља и Поседовање аутомобила. Близина железнице има малу доминантност до вредности 0.1. Мала промена вредности (10-20%) не би утицала на промену значајности подкритеријума.



Слика 8.13. Резултати анализе осетљивости за Просторну групу критеријума

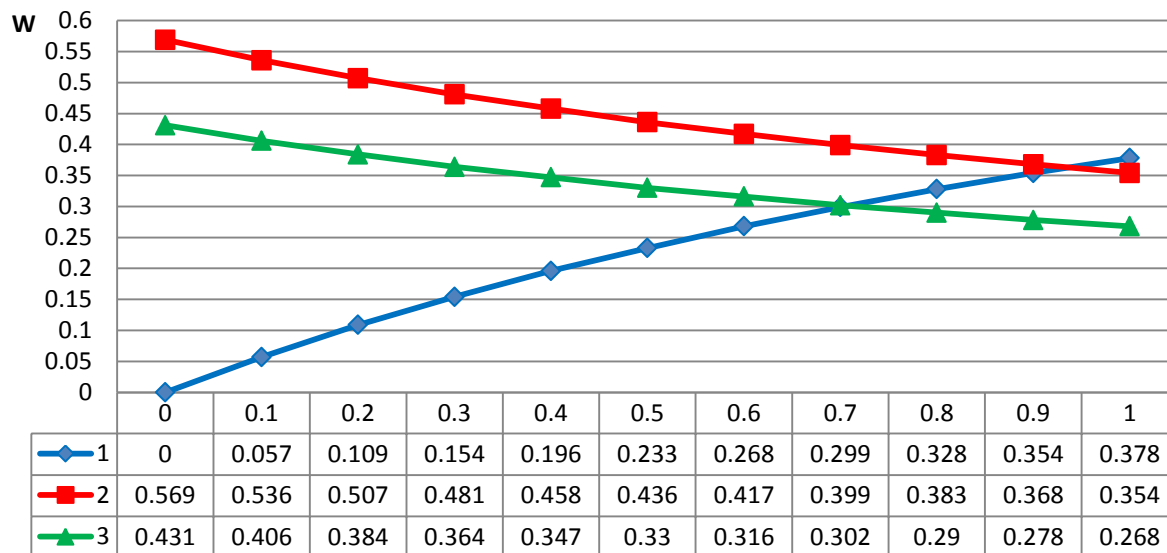
Подкритеријуми Изграђена инфраструктура и Удаљеност од најзначајнијих садржаја имају доминантну вредност тежине значаја до вредности 0.95 (Слика 8.13). То практично значи да би мала промена вредности подкритеријума Мрежа приступних путева (10%) узроковала промену тежине значаја и доминантност подкритеријума у оквиру просторне групе критеријума.



Слика 8.14. Резултати анализе осетљивости за Групу критеријума Квалитет услуге

На Слици 8.14 анализирана је осетљивост тежине значаја подкритеријума Време путовања у односу на остале критеријуме. Доминантан значај према

Преседање током путовања има од вредности тежинског вектора 0.5, а у односу на подкритеријум Комфору у возилу од вредности 0.95. Са променом мањом од 10% тежинска вредност значаја подкритеријума се мења и доминантан постаје подкритеријум Комфор у возилу.



Слика 8.15. Резултати анализе осетљивости за Групу критеријума Квалитет система

Подкритеријуми Цена превоза и Тарифни систем имају доминантну вредност тежине значаја до вредности 0.7 односно 0.95 (Слика 8.15). То практично значи да промена мања од 10% иницира промену значајности према подкритеријуму Цена превоза, док би промена значајности од 30% иницирала доминантност подкритеријума Тарифни систем.

## 9. ЗАКЉУЧАК

Неки градови су доживели опадање броја становника у последњих неколико година. Економска штедња и природне катастрофе су допринеле губитку становништва у неким градовима. Изазови одрживог развоја ће бити све више концентрисани у градовима, посебно земљама нижег-средњег дохотка где је темпо урбанизације најбржи. Због тога је потребна интегрисана политика на локалном нивоу за побољшање живота становника у градским и руралним срединама.

Приступачност се односи на способност људи да дођу до жељене робе, услуге, активности или дестинације. Квалитет приступачности има изузетно директан и индиректан утицај на људе и заједнице. Побољшање приступа и смањење трошкова приступачности може помоћи у постизању многих економских, социјалних и еколошких циљева. Будући да је приступачност крајњи циљ већине транспортних активности (осим малог броја путовања без жељеног циља), планирање превоза треба да буде засновано на приступачности.

Многи фактори утичу на приступачност, укључујући потребе и способности превоза људи, квалитет и приступачност транспортних опција, степен повезивања различитих веза и начина рада, начини коришћења земљишта. Неки од ових фактора се привидно занемарују или потцењују. Оптимално планирање захтева свеобухватнију анализу приступачности. Боље разумевање приступачности може помоћи у идентификовању оптималних решења за проблеме са транспортом.

Број становника у приградским насељима стално је у опадању и овакав тренд ће се задржати и у наредном периоду. Задржавање постојећег броја становника (домаћинства) основни је задатак сваког планера развоја приградских средина једне територије града. Повећање приступачности ка основним животним потребама и садржајима, главни је предуслов за опстанак и могући повратак становника.

У развијеним земљама степен моторизације у приградским насељима је релативно висок. Домаћинства која поседују један или више аутомобила, висок степен моторизације не значи нужно да су та домаћинства економски јака, већ може бити да су принуђена да поседују сопствена превозна средства у недостатку других превозних алтернатива. Притом се значајан део прихода домаћинства троши на превоз. Овакав степен моторизације се у литератури назива „принудни степен моторизације“ (Currie i dr., 2009; Rostami, 2005; Ranković-Plazinić, 2015). Због тога би требало да као резултат ефекта повећања саобраћајне приступачности, степен моторизације буде уједначен.

Место становања које се налази у близини трасе линије јавног превоза требало би да одређује већу цену закупа или продајну цену од оне стамбене јединице која је удаљенија. У теоријском смислу, смањење времена путовања треба да се одражава у вредности цене непокретности. Општи је утисак да корист од доступности и близине становања у гравитационом подручју линије јавног превоза, надмашује потенцијалне нежељене ефекте, што доводи до виших вредности објеката у многим случајевима. Један преглед литературе идентификује студије у којима се премије за цену куће крећу у распону од 6 до 45 %. Такође, важно је да се нагласи да ефекти могу да варирају за различите станице у оквиру јединственог тржишта (Wardrip, 2011).

Имовина у непосредној близини аутобуског стајалишта ће се више вредновати од сличних објеката који се налазе на другом месту, само уколико становници схвате значај доступности као једног од битних фактора. Вредност стамбеног објекта у

близини трасе линије ЈГПП-а заснива се на чињеници у којој мери се повећава приступачност важним дестинацијама, као што су посао, школа, факултет, забавни и комерцијални садржаји, здравствене установе..., у односу на друге облике кретања.

Прегледом литературе, научних радова и истраживања, као и консултовањем стручњака из релевантних области, идентификовано је 13 најважнијих критеријума за оцену утицаја саобраћајне приступачности у приградским насељима. Разврстани су у 4 групе и то: транспортни критеријуми, просторни критеријуми, критеријуми квалитета услуге и критеријуми квалитета система.

Да би се решио проблем вредновања и избора приоритетних критеријума из појединих група, урађен је са једном од метода за доношење одлука - Fuzzy Аналитичко Хијерархијски Процес (FАНP), јер је познато из досадашњих искустава и из литературе да овакве проблеме треба решавати методама вишекритеријумског одлучивања из следећих разлога:

- Процес доношења одлуке укључује процес учења, дебатована и ревидирања приоритета и могућности. Доносиоцима одлуке потребно је време да би размислили, прикупили додатне информације, да би преговарали пошто се ради о групном одлучивању различитих нивоа значајности.
- Због више конфликтних интереса процес одлучивања код избора критеријума може да буде компликован и да дуго траје. FАНP помаже и скраћује процес одлучивања кроз увиде које ова метода може да генерише.
- FАНP указује где су тачке највећег неслагања и где је потребно више информација. Крећући се кроз процес, финални резултат може бити различит од првобитних наговештаја, односно интуитивни ставови могу да буду промењени после детаљног разматрања проблема. FАНP треба и може да помогне у природном процесу доношења одлуке који је често најуверљивији.
- FАНP, за разлику од других метода, дозвољава доносиоцима одлуке да праве грешке приликом дефинисања преференције. Ова метода не захтева од доносилаца одлуке да буду конзистентни, већ обезбеђује одређену меру неконзистентности, као и метод за смањивање те мере уколико се сматра да је она висока.

Такође, у одређивању значаја подкритеријума, поред FАНP методе, примењена је и теорија грубих бројева међу којима је метода Груби АНP најпогоднија за тестирање неизвесности када је потребно искључити субјективизам у избору тежине значаја критеријума. Предности примене грубих бројева су бројни. Груби бројеви користе искључиво интерна знања за презентовање вредности атрибута одлуке. У примени грубих бројева, уместо додатних/спољних параметара, користи се искључиво структура датих података. Тиме се користе неизвесности које већ постоје у подацима што значајно утиче на објективност процеса одлучивања (Stević, 2018). Још једна од предности овог приступа је погодност грубих бројева за примену на скуповима које карактерише мали број података, а за које традиционални статистички модели нису погодни.

У оцењивању важности појединих критеријума у оквиру сваке групе критеријума, учествовали су стручњаци из привреде који су у директној вези свакога дана са анализираном проблематиком и корисницима јавног градског превоза. Они су попунили анкету у којој су оценили важност сваког од критеријума према лингвистичкој

скали преференције за сваку групу. Анкетирано је 8 експерата од којих су одговори петоро њих коришћени у анализи Fuzzy АНР методе, а остало троје за Грубу АНР методу. Шест особа је било мушког, а две женског пола. Све анкетиране особе имају високу стручну спрему (мастер).

Вишекритеријумска анализа четири групе критеријума, коришћењем методе FАНР, показала је из сваке групе оне који су приоритетни за оцену утицаја саобраћајне приступачности. Критеријуми који су у нормализованом рангу остварили предност над осталим критеријумима из своје групе су:

1. Из Транспортне групе критеријума, највећу релативну тежину има *Мрежа линија ЈГПП-а*;
2. Из Просторне групе критеријума, највећу релативну тежину има *Мрежа приступних путева*;
3. Из Групе критеријума квалитета услуге, највећу релативну тежину има *Време путовања (Време пешачења и Време вожње)*;
4. Из Групе критеријума квалитета система, највећу релативну тежину има *Ред вожње*.

У теорији грубих бројева, примена Грубе АНР методе, показала је из сваке групе оне који су приоритетни за оцену утицаја саобраћајне приступачности. Критеријуми који су у нормализованом рангу остварили предност над осталим критеријумима из своје групе су:

1. Из Транспортне групе критеријума, највећу релативну тежину има *Мрежа линија ЈГПП-а*;
2. Из Просторне групе критеријума, највећу релативну тежину има *Изграђена инфраструктура*;
3. Из Групе критеријума квалитета услуге, највећу релативну тежину има *Време путовања (Време пешачења и Време вожње)*;
4. Из Групе критеријума квалитета система, највећу релативну тежину има *Ред вожње*.

Анализом добијених резултата примењених метода, утврђено је да постоји једино разлика у Просторној групи критеријума, где је у првој методи доминантан подкритеријум Мрежа приступних путева, док је у другој методи значајност припала подкритеријуму Изграђена инфраструктура. За даљу анализу оцене утицаја узет је подкритеријум Мрежа приступних путева.

Изабрани критеријуми са највећом релативном тежином из сваке групе, коришћени су за развој модела за оцену саобраћајне приступачности у приградским насељима, уз помоћ особина fuzzy логике.

За представљање неодређености у овом истраживању користили су се fuzzy бројеви. Резултати који су добијени тестирањем наведеног модела за оцену утицаја саобраћајне приступачности у приградским насељима, односе се на утицај критеријума на излазни резултат модела.

Квантификација скупова критеријума у fuzzy моделима урађена је применом Mamdani fuzzy система закључивања (дефазификација Центроид), методом минимизације за оператор „AND“ и методом максимизације за оператор „OR“.

За 53 приградска насеља на посматраној територији града Ниша, оцене утицаја саобраћајне приступачности за различите вредности времена пешачења приказане су по коридорима. За петоминутно пешачење, оцене саобраћајне приступачности се

крећу од 8.64 до чак 2.67. Највиша оцена за десетоминутно пешачење је 8.58, док је најмања 2.61. За петнаестоминутно пешачење, оцене утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља се крећу између 5.75 и 2.61. У сва три случаја времена пешачења, приградска насеља Хум (8.64; 8.58; 5.75) и Каменица (8.61; 8.1; 5.75) имају највишу оцену утицаја саобраћајне приступачности. Са друге стране, најлошију оцену саобраћајне приступачности имају приградска насеља Горња Студена (4.38; 2.68; 2.67) и Доња Топоница (3.46; 2.88; 2.64).

Оцене саобраћајне приступачности добијене као резултат парцијалног деловања сваког од изабраних критеријума, показују да модел дефинисан у овом раду, даје органима локалне/регионалне власти аргументе за доношење потребних мера.

На почетку рада постављене су две основне хипотезе које су током спроведеног истраживања потврђене. Дефинисањем већег броја различитих фактора утицаја на саобраћајну приступачност, применом одређених метода, могу се изабрати доминантни критеријуми који представљају генераторе развоја и одрживости приградских насеља. Идентификација ових критеријума потврдила је поставку прве хипотезе, а резултати потврђују да су истраживани фактори имају значајност у дефинисању релевантних критеријума.

Избором релевантних критеријума, постављањем правила и услова, извршена је квантификација ранжираних критеријума по значајности, чиме се омогућује разврставање приградских насеља са недовољном, добром или одличном приступачношћу. Тако се створила прилика за могућност оцене критеријума саобраћајне приступачности. На основу напред реченог, избором и оцењивањем приградских насеља по Коридорима потврђена је друга хипотеза истраживања.

У складу са развијеним моделом оцене критеријума саобраћајне приступачности, и свему што је урађено у претходним деловима рада, могу се увидети одређене границе примене, осетљивости или слабости предложеног модела. Предложени модел тестиран је на приградским насељима која се налазе на удаљености до 30 km од центра урбане јединице којој гравитирају ова насеља. Сва насеља на којима је модел био тестиран, налазе се на територији града Ниша, према географском положају, од којих ниједно није удаљено више од 30 km од матичног града. Такође, површина територије града не би требало да буде већа од 800 km<sup>2</sup>.

Модел се односи на приградска насеља у којима постоји систем јавног градског превоза путника. Као једна од главних одлика примене модела јесте постојање једне или више линија система ЈГПП-а. Наиме, у приградским насељима у којима се примењује модел, морао би да функционише систем јавног превоза са минимум једном приградском линијом.

Због комплексности времена пешачења, у моделу су усвојене три карактеристичне вредности времена пешачења од 5, 10 и 15 минута. Површина насеља и број стајалишта (гравитационо подручје) одређују колико ће становници пешачити од места становања до најближег стајалишта. Под претпоставком да су петоминутни интервали погодни за дефинисање времена пешачења, њихова примена у овом моделу се показала задовољавајуће. Као горња граница узета је вредност од 15 минута, али се у неком будућем развоју и проширењу модела може усвојити и већа вредност. Време вожње односи се искључиво на вожњу аутобусом као превозним средством. Иако модел може да узме у обзир остале подсистеме транспорта (трамвај, ЛРТ,...), због најчешће примене аутобуског начина превоза у градовима, предложени модел узима у обзир само аутобуски начин превоза.

Да би рурална подручја била конкурентна за живот и привлачна за економске инвестиције, неопходно је обезбедити одговарајућу инфраструктуру и квалитетан јавни превоз односно саобраћајну приступачност. Услед специфичности које одлукују руралне заједнице, њихови транспортни захтеви су такође специфични, те је потребно њихово дубље разумевање ради доношења коректних мера за друштвени, економски и еколошки развој руралних подручја. У систему јавног градског превоза постоје три интересне групе и то: локална заједница, превозници и корисници (путници). Органи локалне власти доносе стратешке одлуке о развоју неког насеља или урбане јединице, па би требало да су заинтересовани за њихово унапређење, сагласно методологији дефинисаној у овом раду.

Наиме, контекст у коме се одлука о имплементацији мера доноси треба да има јак однос према утицајима који треба да буду оцењени, циљевима који требају бити постигнути и циљним групама (корисницима јавног превоза) које треба размотрити. Због тога оцена утицаја мора бити базирана на резултатима директних опажања или другим експериментима. Може се закључити, да је за имплементацију датих мера најважнији политичко-стратешки оквир овог концепта датог у овом раду, а о томе треба да брину регионалне и локалне управе.

## 9.1. НАУЧНИ ДОПРИНОС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Научни допринос рада огледа се првенствено у развоју модела за оцену саобраћајне приступачности у приградским насељима који превазилази постојеће моделе и стварању насеља конкурентним за живот и привлачење економских инвестиција. Дефинисањем и квантификацијом утицајних критеријума саобраћајне приступачности начињени су први кораци у развоју новог модела. Због тога се допринос огледа у:

- Идентификацији изабраних критеријума за развој модела оцене утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља;
- Квантификацији релевантних критеријума вредновања модела за оцену утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља применом fuzzy скупова;
- Вредновању критеријума за модел оцене саобраћајне приступачности у приградским насељима;
- Развоју fuzzy модела за оцену утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља;
- Верификацији предложеног модела оцене утицаја саобраћајне приступачности приградских насеља на конкретном примеру.

Предложени модел у овом раду тестиран је на приградским насељима која гравитирају у пречнику до 30 км од центра урбане јединице града. Развијени модел оцене саобраћајне приступачности је дао задовољавајуће резултате. Примена ових резултата у реалном животу је вишеструка и односи се на побољшање квалитета живота, доступности различитих услуга, системском развоју насеља и евентуалном смањењу миграција становника са периферних делова града. Овакав модел може побољшати постојеће стање, јер ће са једне стране смањити интерес становника приградских насеља за прелазак у град, а са друге стране, повећаће интерес одређених категорија грађана за прелазак у приградска насеља, где могу да имају



здравије и погодније услове живота, што је већ уочено као тренд у великом броју европских градова.

## 9.2. ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА

Дефинисањем и квантификацијом утицајних критеријума саобраћајне приступачности начињени су први кораци у разматрању критеријума који не морају само да се односе на удањеност и доступност од најближег градског центра или садржаја.

Да би се унапредила чвршћа веза између параметара у моделу, потребно је детаљно познавање природних, друштвених, економских и других карактеристика насеља. Такође, за овакаво слично истраживање у будућности, подручје истраживања би требало бити веће. То значи и да ће број експерата бити већи и њихова професионална интересовања обухватаће шире друштвене и природне области.

С обзиром на ужу научну област дисертације, правци даљих истраживања се могу огледати у:

- Идентификовању нових критеријума, након детаљног сагледавања карактеристика приградске области (насеља), који могу да утичу на постојећи модел квантификације и вредновања у овој дисертацији;
- Развој модела саобраћајне приступачности који ће укључити нове критеријуме;
- Примена других метода које ће у комбинацији са постојећим или новим критеријумима формирати нови модел за оцену саобраћајне приступачности.

## 10. ЛИТЕРАТУРА

- A report on emerging good practice, 2007. *Best Practice in Urban Extensions and New Settlements*, Town and Country Planning Association, London.
- ABS (Australian Bureau of Statistics). 2009a, *Environmental Issues: Waste Management and Transport Use*, cat. no. 4602.0.55.002, table 6.
- ABS, 2009b, *Environmental Issues: Waste Management and Transport Use*, cat. no. 4602.0.55.002.
- ABS 2009c, *Environmental Issues: Waste Management and Transport Use*, cat. no. 4602.0.55.002, table 2 (main form of transport) and table 18 (alternate form of transport).
- ABS, 2011.– *Significant urban areas, urban centres and localities*. Australian Statistical Geography Standard (ASGS): Volume 4
- Agostini C. A., Gastón G., 2008. *The Anticipated Capitalization Effect of a New Metro Line on Housing Prices*, Fiscal Studies, The Journal of Applied Public Economics, Volume 29, Issue 2, pages 233–256.
- Ahlfeldt G. M., 2011. *If We Build, Will They Pay? Predicting Property Price Effects of Transport Innovations*, SERC Discussion paper 75, Spatial Economics Research Centre, London.
- Allen, J., O'Donnell, F., Kavanagh, T., Barron, S., Daly, L., O'Callaghan, E., ..., & O'Briain, D. 2001. *Report of the Interdepartmental Working Group on Rural Transport*. Dublin: Department of the Environment and Local Government of Republic of Ireland.
- Ambarwati L., Verhaeghe R., Pel A. J., and Arem B. Van, 2014. *Development of Public Transport System Strategies to Control Urban Sprawl*, IACSIT International Journal of Engineering and Technology, Vol. 6, No. 6.
- Ambarwati L., Verhaeghe R., Pel A. J., Arem B. Van, and Romf E., 2013. *The Effects of Improving Public Transport System Linkage to Spatial Strategy on Controlling Urban Sprawl: Evidence from Surabaya City, Indonesia*, TRAIL Research School.
- American Public Transportation Association, 2006. *2006 Public Transportation Fact Book*. Washington.
- American Public Transportation Association. 2007a. *Profile of Public Transportation Passenger Demographics and Travel Characteristics Reported in On-Board Surveys*. Washington.
- American Public Transportation Association. 2007b. *Public Transportation: Benefits for the 21st Century*. Washington.
- Angel, Schlomo, Jason Parent, Daniel L. Civco, and Alejandro M. Blei, (2011). *Making Room for a Planet of Cities, policy focus report*. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy.
- Atlas of Public Transportation in Rural America, 1994. *Community Transportation Association of America*, Washington.

- Austin, L. M., i dr., 2005. *Guidelines for Human Settlement Planning and Design*, Volume 1, Compiled under the patronage of the Department of Housing by CSIR Building and Construction Technology.
- Australian Bicycle Council. 2013, *National Cycling Participation and Perception Survey 2013*, Austroads (to be published).
- Australian Government, Department of Infrastructure and Transport. 2013. *Walking, Riding and Access to Public Transport: Supporting Active Travel in Australian Communities*. ISBN: 978-1-922205-30-8
- Australian Institute of Health and Welfare. 2004. *Rural, regional and remote health: A guide to remoteness classifications* (AIHW cat. No. PHE 53). Canberra: AIHW.
- Banister D., 1995. *Transport and Urban Development*. E & FN Spon, London, pp 72
- Banister, D. 2002, *Transport Planning*, second edition. Spon press, London
- Banister, D., Berechman, J. 2000. *Transport Investment and Economic Development*. UCL Press, London
- Barker, J Barry, Danny Alvarez, Ronald L Barnes, Constance Garber, Fred M Gilliam, Sharon Greene, Robert H Irwin, David A Lee, Dmjm Harris, i Jeffrey M Rosenberg. 2004. *Transit Capacity and Quality of Service Manual*.
- Batinić, M. 2013. *Анализа избора критеријума и осетљивости решења при избору кандидата за радно место*. Војнотехнички гласник/Military technical courier, Vol. LXI, No. 3
- Baxter, J., Gray, M., & Hayes, A. 2011. *Families in regional, rural and remote Australia*. Melbourne: Australian Institute of Family Studies.
- Becker S., Bernstein S., Young L., 2013. *The New Real Estate Mantra Location Near Public Transportation*, Commissioned by american public transportation association in partnership with national association of realtors.
- Bellman, R. E., Zadeh, L.A. 1970. *Decision-making in a fuzzy environment management*. Science, 17, 141–164.
- Bengs, C., & Schmidt-Thomé, K. 2003. *Urban-rural relations in Europe* (Second interim report on EPSON project 1.1.2). Helsinki: Centre for Urban and Regional Studies, Helsinki University of Technology.
- Benitez, J. M., Martin, J. C. & Roman, C. 2007. *Using fuzzy number for measuring quality of service in the hotel industry*. Tourism Management, 28(2), pp. 544-555.
- Blackmore, N., 2014. *Want to live close to a station? That'll be an extra £42,000*. The Telegraph. <http://www.telegraph.co.uk/finance/property/house-prices/11062928/Want-to-live-close-to-a-station-Thatll-be-an-extra-42000.html>
- Blagojević A., 2016. *Modeliranje efikasnosti i efektivnosti željezničkih operatera*. Doktorska disertacija, FTN Novi Sad

- Boarnet i dr., 2001. *The influence of land use on travel behaviour: specification and estimation strategies*. Transportation Research Part A: Policy and Practice, vol. 35, no. 9, pp. 823-845.
- Bogdanov, N., Meredith, D., & Efstratoglou, S. 2008. *A typology of rural areas in Serbia*. Ekonomski anali, 53(177), 7-29. doi: 10.2298/EKA08177007B
- Bosnall J.A., 1988. *Vers un système tarifaire plus équitable et plus rentable? l'expérience d'Ottawa: tarifs modulés selon l'heure de la journée*, Public Transport International, 1, , pp. 11-39.
- Brezzi, M., Dijkstra, L., & Ruiz, V. 2011. *OECD extended regional typology: The economic performance of remote rural regions* (No. 2011/6). Paris: OECD Publishing. doi:10.1787/5kg6z83tw7f4-en
- Brown, Dennis M. and Eileen S. Stommes. 2004. *Rural Governments Face Public Transportation Challenges and Opportunities*. Economic Research Service, USDA. Amber Waves.
- BTS, 2001. *Special Issue on Methodological Issues in Accessibility*: Journal of Transportation and Statistics, Vol. 4, No. 2/3, Bureau of Transportation Statistics.
- Bureau of Transportation Statistics, 2006. *2005 Domestic Airline Passenger Traffic Up 4.1 Percent From 2004*, Table 1: Domestic Airline Travel in 2005 and 2004, T-100 Domestic Market and Segment. Washington.
- BusVic. 2011. *Bus Solutions-Cost Effective, Demand Responsive*. Issue 05. [www.busvic.asn.au](http://www.busvic.asn.au)
- Cambridge Systematics. 1999. *Public Transportation and the Nation's Economy: A Quantitative Analysis of Public Transportation's Economic Impact*. Washington.
- Canadian Urban Transit Association (CUTA b). *Public Transit and Our Quality of Life: Building Better Communities*. issue papir 3. 2002.
- Canadian Urban Transit Association, *The Public Cares about Public Transit: VIP Makes an Impact*, Canadian Transit Forum, 2002
- Centar za poslovno odlučivanje, 2015. *Skripta za predmet: Teorija odlučivanja*, Fakultet organizacionih nauka Beograd, Univerzitet u Beogradu.
- Cervero, R., Landis J. 1997. *Twenty years of the Bay Area Rapid Transit system: Land use and development impacts*. Transportation Research Part A: Policy and Practice Volume 31, Issue 4, Pages 309-333.
- Chan, F. T. S., Kumar, N. 2007. *Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP based approach*. Omega, 35, 417-431.
- Chandramauli, C. 2011. *Census of India 2011: Provisional population totals: Urban agglomerations and cities*. New Delhi: Office of the Registrar General & Census Commissioner.
- Chang D.A.Y., 1992. *Extent analysis and synthetic decision*, Optimization Techniques and Applications, 1, pp 352-355.

- Chiodo A. J., Hernández-Murillo R., and Owyang M. T., 2010. *Nonlinear Effects of School Quality on House Prices*, Federal Reserve Bank of St. Louis Review, 92(3), pp. 185-204.
- Commins, P. 2005. *The broader rural economy. In joint publication Rural Ireland 2025: Foresight perspectives* (pp. 37-44). Dublin: NIRSA NUI Maynooth, UCD Dublin.
- Creightney, C. D. 1993. *Transport and economic performance: A survey of developing countries* (No. WORLD BANK TP-232). Washington, DC: World Bank.
- Criden M., 2008. *The Stranded Poor: Recognizing the Importance of Public Transportation for Low-Income Households*, National Association for State Community Services Programs, Washington, D.C.
- Crossrail (Undated C). 2012. *£5.5 billion boost to property values* <http://www.crossrail.co.uk/news/articles/crossrail-predicted-to-increase-property-values-by-55-billion#>
- Currie, G., Richardson, T., Smyth, P., Vella-Brodrick, D., Hine, J., Lucas, K., ... & Stanley, J. 2009. *Investigating links between transport disadvantage, social exclusion and well-being in Melbourne—preliminary results*. Transport Policy, 16(3), 97-105. doi: 10.1016/j.tranpol.2009.02.002
- Delević-Đilas, M., & Todorčić, V. 2005. *National strategy of Serbia for the Serbia and Montenegro's accession to the European Union* (draft version). Belgrade: Serbian European Integration Office.
- Department for Communities and Local Government, 2001. *Urban and rural area definition: a user guide*. London. [www.communities.gov.uk](http://www.communities.gov.uk)
- Department for Transport of United Kingdom. 2007. *Towards a sustainable transport system: supporting economic growth in a low carbon world* (Vol. 7226). London: The Stationery Office.
- Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2018. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Published by the United Nations.
- Department of Economic and Social Affairs. 2015. *World Urbanization Prospects*. United Nations New York.
- Department of Economic and Social Affairs, 2014. *World Urbanization Prospects The 2014 Revision*, Published by the United Nations.
- Department of Economic and Social Affairs. 2008. *Demographic Yearbook 2005*. New York: United Nation. <http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/dyb/dyb2005.htm>
- Department of Social Security. 1999. *Opportunity for all: tackling poverty and social exclusion*. London: The Stationery Office.
- Depolo V., 2006. *Indukovana izgradnja i investicije u saobraćaju*, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Direkcija za građevinsko zemljište i izgradnju Beograda.
- Depolo, V., 1996. *Vrednovanje uticaja projekata razvoja saobraćajnih sistema na okruženje*. Tehnika - Saobraćaj 5-6, SITJ. Beograd

DfT 2004, <http://www.transportworks.org/evidence-base/transport-and-land-use>

Donnges, C. 1999. *Rural access and employment: The Laos experience*. Geneva: International Labour Office.

Doubek, C., Zanetti, G. 1999. *Siedlungsstruktur und öffentliche Haushalte*. Gutachten des Österreichischen Instituts für Raumplanung (ÖIR)

du Plessis, V., Beshiri, R., Bollman, R. D., & Clemenson, H. 2001. *Definitions of rural*. Rural and Small Town Canada Analysis Bulletin, 3(3), p. 17

Durantón, G., and Guerra E., 2016, *Developing a Common Narrative on Urban Accessibility: An Urban Planning Perspective*, Brookings Institution

Dwyer, J., Maye, D., Thomson, K., & Pereira, S. 2008. *Assessing the impact of rural Development Policies (RuDI) project: Country profiles on rural characteristics: Ireland* (Work package 1: Priorities in rural development policies; Deliverable D 1.1.). Cheltenham: CCRI (Countryside and Community Research Institute), University of Gloucestershire.

Dyer F.R., Forman E.H. 1991. *An Analytic Approach to Marketing Decisions*. Prentice-Hall International Inc.

Engwicht, D., 1993, *Reclaiming Our Cities and Towns: Better Living with Less Traffic*, New Society Publishers ([www.newsociety.com](http://www.newsociety.com)).

Environmental Protection Agency, 2011. *Supporting Sustainable Rural Communities Partnership for Sustainable Communities* - In collaboration with the U.S. Department of Agriculture, United States.

Essakali, M. D. 2005. *Rural access and mobility in Pakistan: A policy note*. Washington, DC: World Bank

European Commission. 2006. *Rural development in the European Union: Statistical and Economic Information* (Report 2006). Brussels: European Commission.

European Commission. 2009. *Rural development in the European Union: Statistical and Economic Information* (Report 2009). Brussels: European Commission.

European Environment Agency (EEA), 2013. *A closer look at urban transport. TERM 2013: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe*, EEA Report n° 11/2013.

Farrington, J. H. 2007. *The new narrative of accessibility: its potential contribution to discourses in (transport) geography*. Journal of Transport Geography, 15(5), 319-330. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2006.11.007

Federal Highway Administration. 2002. *Introduction to JOBMOD*. Washington.

Federal Highway Administration. 2011. *2009 National Household Travel Survey: Summary of Travel Trends*. U.S. Department of Transportation

Fobosi, S. 2013. *Rural areas in the Eastern Cape Province, South Africa: The right to access safe drinking water and sanitation denied?*. Retrieved from Consultancy Africa Intelligence discussion papers database. <http://www.consultancyafrica.com>

- Gayah, V., 2012, *Two-Way Street Networks: More Efficient than Previously Thought?* Access 41, Fall, pp. 10-15.
- Gigović, L.J., Pamučar, D., Božanić, D., Ljubojević, S. 2017. *Application of the GIS-DANPMABAC multi-criteria model for selecting the location of wind farms: A case study of Vojvodina, Serbia*. *Renewable Energy*, 103, pp 501-521.
- Gladović P., 1995. *Tarifna politika u Javnom gradskom putničkom prevozu*, Beograd, PC Program.
- Gray, D., Farrington, J., Shaw, J., Martin, S., & Roberts, D. 2001. *Car dependence in rural Scotland: transport policy, devolution and the impact of the fuel duty escalator*. *Journal of Rural Studies*, 17(1), 113-125. doi: 10.1016/S0743-0167(00)00035-8
- Grieco, M. S. 2003. *Transport and social exclusion: New policy grounds, new policy options*. Paper presented at 10th International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne.
- Gligorijević, V., Devedžić, M. 2010. *Promene u distribuciji ruralnog stanovništva Srbije*, Zbornik radova - Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu 2011, br. 59
- Grübler, A., and Fisk D., 2013. *Energizing Sustainable Cities: Assessing Urban Energy*. Abingdon, United Kingdom: Routledge.
- Guidelines for Providing Access to Public Transportation Stations*, 2012. Transit cooperative research program (TCRP) Report 153, Transportation research board of the national academies, Washington D.C.
- Gulić A., 2015 *Mobilnost i troškovi stanovanja: saznanja i usmerenja projekta MORECO*, Naučno stručni skup Palić.
- Gulić, A., 2014. *S promenom uzoraka uređenja prostora do razvoja održive mobilnosti: saznanja iz projekta MORECO*. 1. Serbian Road Congress - Belgrade
- Halden, D., Farrington, J. H., & Copus, A. K. 2002. *Rural accessibility*. Edinburgh: Scottish Executive Central Research Unit.
- Handy, S. 1993. *Regional versus local accessibility: Implications for nonwork travel*. *Transportation Research Record*, 1400, 58-66.
- Hays, R. B., Craig, M. L., Wise, A. L., Nichols, A., Mahoney, M. D., Adkins, P. B., ... & Siskind, V. 1994. *A sampling framework for rural and remote doctors*. *Australian Journal of Public Health*, 18(3), 273-276. doi: 10.1111/j.1753-6405.1994.tb00244.x
- Herry, 2004. *Mobilität in Salzburg*. Mobilitätserhebung Stadt Salzburg, Flachgau, Tennengau, LK
- Hidson, M., Müller, M. 2003. *Better Public Transport for Europe through Competitive Tendering - A Good Practice Guide*. ICLEI European Secretariat GmbH, Freiburg, Germany
- Higgins, L., Hickman, M., Weatherby, C., 2000. *Emergency Management for Public Transit Systems*. Washington: Federal Highway Administration and the Texas Department of Transportation.

- Hot Izet, 2014, *Upravljanje izradom generalnih projekata u oblasti infrastrukture primenom višekriterijumske analize*, Doktorska disertacija, FTN Novi Sad.
- ITE Smart Growth Task Force, 2003. *Smart Growth Transportation Guidelines*. Institute of Transportation Engineers.
- Janić, M., 1997. Održiv razvoj ljudskih naselja zemalja u tranziciji. Jugoslovenski Institut za urbanizam i stanovanje, Direkcija za građevinsko zemljište i izgradnju Beograda, Beograd
- Jeuring, R., Lightfoot, G., Sanfeliu, R., Majano, A., Prastacos, P., Vanseveren, J., & Anderson, P.G. 2000. *VIRGIL (Verifying and strengthening rural access to transport services): Deliverable 1 final report for WP1 - Overview of best practices in rural transport*. Madrid: ETT SA.
- Jones, R. 2000. *Development of a common definition of and approach to data collection on, the geographic location of students to be used for nationally comparable reporting of outcomes of schooling within the context of the 'National Goals for Schooling in the Twenty-First Century'*. Report prepared for the MCEETYA National Education Performance Monitoring Taskforce, unpublished. Melbourne: MCEETYA.
- Joint Committee on Arts, Sport, Tourism, Community, *Rural and Gaeltacht Affairs*. 2010. *Report on rural transport provision*. Dublin: Joint Committee on arts, sport, tourism, community, rural and gaeltach affairs.
- Kabir, G., & Hasin, M. A. A. (2011). Comparative analysis of AHP and Fuzzy AHP models for multicriteria inventory classification. *International Journal of Fuzzy Logic Systems*, 1(1), 1-16.
- Kahila, P., & Hedström, M. 2008. *Assessing the impact of rural development policies (RuDI) project: Country profiles on rural characteristics: Denmark (Work package 1: Priorities in rural development policies; Deliverable D 1.1.)*. Stockholm: NORDREGIO (Nordic Centre for Spatial Development).
- Kahraman, C. Çevik, S. Ates, N. Y. Gülbay, M. (2007). Fuzzy multi-criteria evaluation of industrial robotic systems, *Computers & Industrial Engineering*, 52(4): 414-433.
- Khoo, L. P., & Zhai, L. Y. 2001. *A prototype genetic algorithm-enhanced rough set-based rule induction system*. *Computers in Industry*, 46(1), 95-106.
- Kingman, D., 2012. *Spending Power across the Generations*. London: Intergenerational Foundation.
- Kovačić, B., 2004. *Višekriterijumsko odlučivawe u prometi - Magistarski znanstveni rad*, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Sveučilište u Zagrebu.
- Kristensen, S. P. 2004. *Danish rural areas: recent experiences and future trends*. In Banski, J. (Ed.), *Changing functions of rural areas in the Baltic Sea Region* (pp. 59-77). Warsaw: Institute of Agricultural and Food Economics and the Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences.
- Kuburić M., 2011. *Model vrednovanja prostornih jedinica kao osnova masovne procjene vrijednosti nekretnina*, Doktorski rad, Geodetski fakultet Zagreb, Sveučilište u Zagrebu.



- Kumagai, T. 2009. *The role of agriculture and farm household diversification in the rural economy of Japan*. Paris: OECD Trade and Agriculture Directorate.
- Kuzmyak, R., and Pratt R. 2003. *Land Use and Site Design: Traveler Response to Transport System Changes*, Chapter 15, Transit Cooperative Research Program Report 95, Transportation Research Board.
- Litman T., 2017a, *Evaluating Accessibility for Transportation Planning-Measuring People's Ability to Reach Desired Goods and Activities*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, BC, Canada
- Litman, T. 2008. *Evaluating accessibility for transportation planning: Measuring people's ability to reach desired goods and activities*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, T., 2005, *Evaluating Transportation Land Use Impacts*, Victoria. Victoria Transport Policy Institute. BC, Canada
- Litman, T., 2011. *Measuring Transportation- Traffic, Mobility and Accessibility*. Victoria Transport Policy Institute, Victoria, BC, Canada
- Litman, T., 2017b. *Land Use Impacts On Transportation- How Land Use Factors Affect Travel Behavior*. Victoria Transport Policy Institute, Victoria, BC, Canada
- Litman, Todd. 2011. *Evaluating Public Transit Benefits and Costs*."Victoria Transport Policy Institute. pp. 65.
- Lo H. K., Tang S., Wang D. Z. W., 2008. *Managing the accessibility on mass public transit: The case of Hong Kong*, *Journal of Transport and Land Use* 1:2, pp. 23–49.
- Logan, P. 2007. *Best practice demand-responsive transport (DRT) policy*. *Road & Transport Research: A Journal of Australian and New Zealand Research and Practice*, 16(2), 50-59.
- Lukovac, V., Popović, M. 2018. *Fuzzy Delphi approach to defining a cycle for assessing the performance of military drivers*. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1(1), pp. 67-81.
- Maat, C. 1999. *The compact city and mobility: a Dutch perspective*. *Transport and Environment: in search of sustainable solutions*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Mandić, Ksenija, 2015. *Uključivanje logičkih interakcija atributa u metode višekriterijumske analize*. Doktorska disertacija. Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu
- Mathis, P., Bock, E., Buguellou, J. B., Coquio, J., Guimas, L., L'hostis, A., ... & Wegener, M. 2004. *Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion* (Second interim report on ESPON project 1.2.1). Luxembourg: ESPON Coordination Unit.
- McNiven, C., Puderer, H., & Janes, D. 2000. *Census metropolitan area and census agglomeration influenced zones (MIZ): A description of the methodology* (Geography working paper series No. 2000-2). Ottawa: Statistics Canada.

- Mees M & Groenhart L, 2012. *Transport Policy at the Crossroads: travel to work in Australian capital cities 1976–2011*, RMIT, table 1.8. Based on ABS 2012, Census of Population and Housing 2011, method of travel to work.
- Meixner, O. (2009). Fuzzy AHP group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources. Institute of Marketing and Innovation. Vienna, Austria.
- Metro News Pressroom. 2004. *More than \$4 Billion in New Development Planned Around Metro Rail System*. Los Angeles.
- Montgomery, R. Mark, and others, eds. 2004. *Cities Transformed: Demographic Change and its Implications in the Developing World*. London: Earthscan.
- Moore T., Pulidindi J., 2011. *Understanding Urban Transportation Systems*, National League of Cities, Center for Research and Innovation.
- Muralidharan C., Anantharaman N., Deshmukh S.G., 2002. *A multi-criteria group decision-making model for supplier rating*. Journal of Supply Chain Management, vol. 38(4), pp. 22-33.
- National Travel Survey, 2013. <https://www.gov.uk/government/statistics/national-travel-survey-2013>
- National Treasury of Republic of South Africa. 2011. *2011 Local government budgets and expenditure review*. National Treasury.
- Nordic Centre for Spatial Development. 2010. *Official definitions of Nordic rural areas*. <http://www.nordregio.se/en/Metameny/About-Nordregio/Journal-of-Nordregio/Journal-of-Nordregio-2010/Journal-of-Nordregio-no-2-2010/Official-definitions-of-Nordic-rural-areas/>
- Northern Ireland Statistics and Research Agency. 2005. *Report of the inter-departmental urban- rural definition group: Statistical classification and delineation of settlements*. Belfast: National Statistics publication.
- Office for National Economic Planning. 2012. *Final definition and delineation of rural areas in central Europe*. Budapest: Office for National Economic Planning.
- Olcer, A.Y. Odabaşı A.Y. (2005) A new fuzzy multiple attributive group decision making methodology and its application to propulsion/manoeuvring system selection problem, European Journal of Operational Research, 166(1): 93-114
- Organisation for Economic Co-operation and Development. 2010. OECD Regional typology. Paris: OECD Publishing. <http://www.oecd.org/dataoecd/35/62/42392595.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. 1995. *Agricultural policy reform and adjustment in Japan*. Paris: OECD Publishing.
- Pamučar, D., Ćirović, G., 2015. *The selection of transport and handling resources in logistics centres using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC)*, Expert Systems with Applications, 42, pp 3016- 3028.
- Payet, M. 2010. *Thematic research summary: Regional and rural transport*. Brussels: Transport Research Knowledge Centre.

- Pawlak, Z. 1982. *Rough sets*. International Journal of Computer & Information Sciences, 11(5), 341–356.
- Pawlak, Z. 1991. *Rough sets: Theoretical aspects of reasoning about data*. Dordrecht & Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Pawlak, Z. 1993. *Anatomy of conflicts*, Bulletin of the European Association for Theoretical Computer Science, 50, pp. 234-247.
- Penalosa E., 2005. *The Role of transport in Urban Development Policy*, Module 1a, Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit, Germany.
- Pezzini M., 2000. *Rural policy lessons from OECD countries*. Paper presented at the International Conference on European Rural Transport Policy at the Crossroads, Aberdeen.
- Pitka P., 2016. *Optimizacija linijskih sistema javnog prevoza putnika*. Doktorska disertacija, FTN Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu.
- Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements*. 2013. United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT), Kenya
- Poelman, H., Dijkstra, L., 2015. *Measuring access to public transport in European cities*, Regional Working Paper 2015. Regional and Urban Policy, European Commission.
- Popović, V., Gladović, P., Miličić, M., Stanković, M. 2018. *Methodology of Selecting Optimal Fare System for Public Transport of Passengers*. Promet – Traffic & Transportation, Vol. 30, No. 5, pg.539-547.
- Ranković-Plazinić, B., 2015. *Održivo planiranje saobrađaja za ruralna područja*, Doktorska disertacija, Saobraćajni fakultet u Beogradu, Univerzitet u Beogradu.
- Republička agencija za prostorno planiranje. 2010. *Prostorni plan Republike Srbije 2010-2014- 2021* (nacr). Beograd: Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja.
- Reynnells, L., & LaCaille, J. P. 2008. *What is rural?* Beltsville, MD: National Agricultural Library.
- Rostami, S. 2005. *Application of the transport needs concept to rural New South Wales: a GIS-based analysis* (Doctoral dissertation). Sidney: University of New South Wales.
- Roy, J., Pamučar, D., Adhikary, K., Kar, S. 2018. *A rough strength relational DEMATEL model for analysing the key success factors of hospital service quality*. Decision Making: Applications in Management and Engineering, 1(1), pp. 121-142.
- Ruiters C., 2013. *Enabling Sustainable Human Settlements*, Presentation to the Portfolio Committee on Human Settlements, The Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)
- Saaty T.L., Kearns P.K., 1985. *Analytical Planning; The Organization of Systems*. Oxford: Pergamon Press.
- Saaty, T. L., Kearns, P., K., 1991. *Analytical Planning, The Organization of Systems, The Analytic Hierarchy Process Series*, Vol. IV, RWS Publications.

- Saaty, T. L., 1980. *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, 4922 Ellsworth Ave., Pittsburgh, PA 15213.
- SACOG, 2008. *Impact of Gas Prices on Travel Behavior*, Sacramento Area Council of Governments .
- Salat S., Olivier G., 2017. *Transforming the Urban Space through Transit-Oriented Development - The 3V Approach*, International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington DC.
- Salon D. and Shewmake S., 2011. *Opportunities for value capture to fund public transport: A comprehensive review of the literature with a focus on East Asia*, Institute for Transportation & Development Policy.
- Secretariat of Economy, 2017. Department of Statistics, City of NIŠ.  
<http://privredanis.freeiz.com/Statistika.htm>
- Sedway Group, 1999. *BART's Contribution to the Bay Area*. San Francisco.
- Serwadda-Luwaga, J., & Shabalala, N. 2002. *Measuring rural poverty: Baseline statistics for the integrated sustainable rural development strategy*. Pretoria: Statistics South Africa.
- Seto, K., B. Guneralp and L.R. Hutyra, 2012. *Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools*. PNAS Vol. 109, no. 40, pp. 16083-16088.
- Shoup, D. 1997, *The High Cost of Free Parking*. The American Planning Association. Chicago
- Simeunović, M., 2012. *Modeliranje integracije transportne ponude u cilju povećanja saobraćajne pristupačnosti*, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu.
- Social Exclusion Unit. 2003. *Making the connections: Final report on transport and social exclusion*. London: Social Exclusion Unit.
- Song, W., Ming, X., Wu, Z., & Zhu, B. 2014. *A rough TOPSIS approach for failure mode and effects analysis in uncertain environments*. Quality and Reliability Engineering International, 30(4), 473-486.
- Southwest Ohio Regional Transit Authority. 2005. *News Release: 13 Metro Buses Now Helping with East End Evacuation*.
- Srichetta P. and Thurachon W., 2012. *Applying Fuzzy Analytic Hierarchy Process to Evaluate and Select Product of Notebook Computers*, International Journal of Modeling and Optimization, Vol. 2, No. 2, pp.168-173.
- Stanković, M., Gladović, P., Popović V., Lukovac, V. 2018. *Selection Criteria and Assessment of the Impact of Traffic Accessibility on the Development of Suburbs*. Sustainability 2018, 10(6); <https://doi.org/10.3390/su10061977>
- Statistics Finland, 2008. *Statistical grouping of municipalities 2008*. Retrieved from Statistics Finland.

- Stead D. and Marshall S., 2001. *The Relationships between Urban Form and Travel Patterns. An International Review and Evaluation*, EJTI, 1, no. 2, pp. 113 – 141
- Stead i dr., 2001. *Land use, transport and people – Identifying the connections. Achieving sustainable urban form*. London: E and FN Spon, pp. 174-186.
- Stević, Ž., 2018. *Integrirani model vrednovanja dobavljača u lancima snabdevanja*. Doktorska disertacija. Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu.
- Sumrit D. and Anuntavoranich P., 2013. *Using DEMATEL Method to Analyze the Causal Relations on Technological Innovation Capability Evaluation Factors in Thai Technology-Based Firms*. International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies. Volume 4 No.2. ISSN 2228-9860.
- Stojanović G., 2016. *Razvoj hibridnog višekriterijumskog modela u fazi okruženju za prioritizaciju pouzdanosti dobavljača u rudarskim sistemima*. Doktorska disertacija. Tehnički fakultet u Boru, Univerzitet u Beogradu
- Teigen, H. 1996. *Car dependence in rural Norway – a significant problem for sustainable growth?* (working paper). Lillehammer: University of Lillehammer.
- Teodorović, D., Kikuchi, S., 2000. *Fuzzy Sets in Traffic and Transport Systems*, Preface, Fuzzy Sets and Systems 116.
- Texas Transportation Institute, College Station. 2005. *2005 Urban Mobility Report*, Texas A&M University.
- TfGM, 2013, *Transport for sustainable communities: a guide for developers*.
- TfQL. 2011. *Thriving cities: Integrated Land Use and Transport Planning*. Pteq, Leeds <http://www.urbantransportgroup.org/system/files/20112706pteqThrivingCitiesReportforWebFINAL.pdf>
- Thomas, E., Serwicka, I., Swinney, P. 2015. *Urban demographics: Why people live where they do*, Centre for Cities. London
- Townroe, P. 1995. *The Coming of Supertram: The Impact of Urban Rail Development in Sheffield*. Transport and urban development, E & FN Spon, London, pp162-181
- Transit Cooperative Research Program. 1999. *Guidelines for Enhancing Suburban Mobility Using Public Transportation*. Transportation Research Board. National Academy Press. Washington, D.C.
- Transport for London, 2015. *Assessing transport connectivity in London*. Major of London. London
- Transportation Research Board, National Research Council. 1998. *Assessment of the Economic Impacts of Rural Public Transportation*. TCRP Report 34. (1998): 141.
- Tri-Met. 2006. *Facts About Tri-Met*. Portland.
- Trkulja S, Kovačević P, Plavec O. 2014. *Teritorijalna atraktivnost u Republici Srbiji*. Republička agencija za prostorno planiranje, Beograd.

- Tu i dr. 2001. *An Empirical Examination of Traditional Neighborhood Developments*, Real Estate Economics. 29(3): 485-501.
- U.S. Department of Agriculture Economic Research Service. *Rural Population and Migration Briefing Room*.
- UITP, 2009 *Integrating public transport & urban planning: a virtuous circle*.
- United Nations Economic Commission for Europe. 2015. *Sustainable Urban Mobility and Public Transport in Unece Capitals*. United Nations New York and Geneva.
- United States General Accounting Office. 1993. *Rural development: Profile od rural areas*. Washington, DC: United States General Accounting Office.
- Urban Land Institute. 2003. *Ten Principles for Successful Development Around Transit*. Washington
- Veselinović M., Stanković M., Jovanović D., Ljubenović M., Ilić N., Nikolić N. 2013. *Strategic function of transfer points when planning line networks in public transport*. The Fourth International Conference "Towards a Humane City"-Transport in cities of Southeastern Europe, Novi Sad.
- Veselinović M., 2008. *Sistem kvaliteta u drumskom transportu*, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad.
- Veselinović, M., 1997. *Uticaj kvaliteta i generalisanih troškova prevoza na racionalnu prostornu organizaciju gradova i okruženja*.
- Vickerman, R. 2007. *Recent evolution of research into Wider Economic Benefits of transport infrastructure investments*. OECD/ITF Joint Transport Research Centre Discussion Papers from OECD Publishing, No 2007/9.
- Voltera, 2008. *Economic Benefits of the Metrolink extension*. Manchester Enterprises. UK.
- Vračarević, R., 2002. *Osnove planiranja saobraćaja-skripta*. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Univerzitet u Novom Sadu
- VTPI, 2002. *Accessibility*, Online TDM Encyclopedia, Victoria Transport Policy Institute.
- Vujošević, M. 2012. *Uvod u optimizaciju*, FON Beograd.
- Wang, Y. M., Luo, Y., & Hua, Z. (2008). On the extent analysis method for fuzzy AHP and its applications. *European Journal of Operational Research*, 186(2), 735-747.
- Wang, Y. M., & Chin, K. S. (2011). Fuzzy analytic hierarchy process: A logarithmic fuzzy preference programming methodology. *International Journal of Approximate Reasoning*, 52(4), 541-553.
- Wang Y., Potoglou D., Orford S., Gong Y., 2015. *Bus stop, property price and land value tax: A multilevel hedonic analysis with quantile calibration*, Land Use Policy Volume 42, pp 381–391
- Wardrip K., 2011. *Public Transit's Impact on Housing Costs: A Review of the Literature*, Center for Housing Policy and National Housing Conference, Washington DC.

- Weathers, William A. and Jane Prendergast. 2005. *Officials Worried About Chemical Explosion*. Cincinnati Enquirer.
- Wegener, M., Eskelinen, H., Fürst, F., Schürmann, C., & Spiekermann, K. 2001. *Criteria for the spatial differentiation of the EU territory: Geographical position*. Bonn: Federal Office for Building and Regional Planning.
- Weinert, C., & Boik, R. J. 1995. *MSU rurality index: development and evaluation*. Research in Nursing & Health, 18(5), 453-464. doi: 10.1002/nur.4770180510
- Weinstein, Bernard L. and Terry L. Clower. 2005. *The Estimated Value of New Investment Adjacent to DART LRT Stations: 1999-2005*. Denton, TX: University of North Texas, Center for Economic Development and Research/Dallas Area Rapid Transit.
- Weir, L. J., & McCabe, F. 2009. *Towards a sustainable rural transport policy*. Dublin: Comhar Sustainable Development Council.  
[http://files.nesc.ie/comhar\\_archive/Comhar%20Reports/Comhar\\_24\\_2009.pdf](http://files.nesc.ie/comhar_archive/Comhar%20Reports/Comhar_24_2009.pdf)
- White, P., 2011. *Equitable access: Remote and rural communities' transport needs*. Paper presented at International Transport Forum on Transport for Society, Leipzig.
- Wirth A., Rasmussen M. 2015. *U.S. Urbanization Trends: Investment Implications for Commercial Real Estate*. CBRE Global Investors.
- Xu, Z., Liao, H. 2014. *Intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process*. Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, 22(4), p.p. 749-761
- Yazdani-Chamzini, A. (2014). An integrated fuzzy multi criteria group decision making model for handling equipment selection. Journal of Civil Engineering and Management, 20(5), 660-673.
- Zadeh L.A., 1965. *Fuzzy sets*, Information and Control 8(3), pp 338-353.
- Zhai, L. Y., Khoo, L. P., & Zhong, Z. W. 2009. *A rough set based QFD approach to the management of imprecise design information in product development*. Advanced Engineering Informatics, 23(2), 222-228.
- Zhu, G.N., Hu, J., Qi, J., Gu, C.C., Peng, J.H. 2015. *An integrated AHP and VIKOR for design concept evaluation based on rough number*, Advanced Engineering Informatics, 29, pp. 408–418.
- Čičak M., 2003. *Modeliranje u železničkom saobraćaju*, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beograd i ŽELNID, Beograd.
- Čupić M., Rao T., Tumala R., Suknović M., 2003. *Odlučivanje formalni pristup*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd.

## ПРИЛОГ А

Табела П.А1. Матрица компарације за Просторну групу критеријума

		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>
K <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E <sub>2</sub>	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E <sub>3</sub>	(1,1,1)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)
	E <sub>4</sub>	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)	(2/5, 1/2, 2/3)
	E <sub>5</sub>	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)
K <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
	E <sub>2</sub>	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E <sub>3</sub>	(2/5, 1/2, 2/3)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E <sub>4</sub>	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)	(2/3, 1, 2)
	E <sub>5</sub>	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)	(1/2, 1, 3/2)
K <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	(2/3, 1, 2)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)
	E <sub>2</sub>	(1/2, 1, 3/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E <sub>3</sub>	(2/3, 1, 2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E <sub>4</sub>	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 1, 3/2)	(1,1,1)
	E <sub>5</sub>	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 2)	(1,1,1)

	A1	A2	A3						
A1	1	1	1	0.871	1.149	1.496	0.631	1.000	1.496
A2	0.908	0.871	1.149	1	1	1	0.594	1.000	1.783
A3	0.468	1.000	1.585	0.561	1.000	1.683	1	1	1
Σ	6.994	9.019	12.192						
S1	0.205	0.543	0.571	V[S1 ≥ S2]	V[S1 ≥ S3]			W'	W
S2	0.186	0.318	0.562	1.000	1.000			1	1.000
S3	0.183	0.333	0.610	V[S2 ≥ S1]	V[S2 ≥ S3]			2	0.920
				0.920	0.964			3	0.901
				V[S3 ≥ S1]	V[S3 ≥ S2]				0.347
				0.961	1.000				

Слика П.А1. Резултати прорачуна значаја критеријума за Просторну групу критеријума







## ПРИЛОГ Б

## АНКЕТНИ ЛИСТ

Ова анкета је део истраживања које се спроводи у оквиру израде докторске дисертације под називом **“ДЕФИНИСАЊЕ И ОЦЕНА КРИТЕРИЈУМА УТИЦАЈА САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ НА РАЗВОЈ ПРИГРАДСКИХ НАСЕЉА”**

1. Пол:                    М                    Ж
2. Стручна спрема: а) средња школа   б) факултет   в) мастер   г) докторат
3. Институција где радите: \_\_\_\_\_
4. Молим Вас да сваки од следећих критеријума оцените оценом од 1 до 5 по важности:  
*(1 - потпуно неважан; 2 - мало важан; 3 - важан; 4 - прилично важан; 5 - јако важан)*

Транспортна група критеријума					
– Мрежа линија јавног градског превоза	1	2	3	4	5
– Близина железнице	1	2	3	4	5
– Карактеристике насеља	1	2	3	4	5
– Поседовање аутомобила у домаћинству	1	2	3	4	5
Просторна група критеријума					
– Изграђена инфраструктура	1	2	3	4	5
– Мрежа приступних путева	1	2	3	4	5
– Удаљеност насеља од најзначајнијих садржаја	1	2	3	4	5
Група критеријума квалитета услуге					
– Комфор у возилу	1	2	3	4	5
– Време путовања	1	2	3	4	5
– Преседање током путовања	1	2	3	4	5
Група критеријума квалитета система					
– Ред вожње	1	2	3	4	5
– Цена превоза	1	2	3	4	5
– Тарифни систем	1	2	3	4	5

Резултати анкете ће се користити искључиво у научне сврхе, па је сваки допринос овом истраживању драгоцен.

УНАПРЕД ХВАЛА!