

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Маја Илић

**ГЕОМЕТРИЈСКИ И КОГНИТИВНИ ОБРАСЦИ
МОДЕЛОВАЊА ЈАВНИХ ПРОСТОРА У
ФУНКЦИЈИ ЊИХОВЕ АКТИВАЦИЈЕ**

Докторска дисертација

Београд, 2018

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF ARCHITECTURE

Maja Ilić

**GEOMETRIC AND COGNITIVE PATTERNS OF
MODELLING PUBLIC SPACES WITH THE
PURPOSE OF THEIR ACTIVATION**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2018

Ментор:

др Александра Ђукић, дипл. инж. арх, ванредни професор

Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

Чланови комисије:

др Александра Ђукић, дипл. инж. арх, ванредни професор

Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

др Милена Ставрић, дипл. инж. арх, ванредни професор

Технички универзитет у Грацу, Институт за архитектуру и медије

др Ксенија Лаловић, дипл. инж. арх, ванредни професор

Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

др Ђорђе Стојановић, дипл. инж. арх, доцент

Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

Датум одбране:

Београд

ГЕОМЕТРИЈСКИ И КОГНИТИВНИ ОБРАСЦИ МОДЕЛОВАЊА ЈАВНИХ ПРОСТОРА У ФУНКЦИЈИ ЊИХОВЕ АКТИВАЦИЈЕ

САЖЕТАК

Дисертација се бави употребом отворених јавних градских простора и параметрима који утичу на одлуке о кретању и навигацији кроз те просторе. Обрасци кориштења јавних простора, у овом случају пешачких коридора, посматрани су унутар теорије просторне синтаксе која простор дефинише конфигуративно, односно, простор види кроз *релације*, пре него *дистанце*. Овакво виђење простора уско је везано за когнитивну перцепцију корисника и формирање *менталних* мапа простора. Просторна конфигурација, веома прецизно, ствара или елиминише “живот” у јавном простору у смислу дефинисања поља потенцијалних сусрета. Ови односи су систематични и они су производ архитектонских и урбанистичких решења. Међутим, поред ових глобалних конфигурацијских параметара, тј, односа пешачких сегмената у целој мрежи кретања, постоје и локални параметри који се тичу перцепције простора у појединим тачкама где долази до одлуке о даљем правцу кретања. Ти параметри су до сада посматрани и читани дводимензионално, а намера ове дисертације је да кроз конкретне навигацијске задатке утврди утицај тродимензионалности простора на доношење поменутих одлука.

Полазна претпоставка истраживања подразумева да се анализом кретења пешака кроз урбане средине са аспекта геометрије и когниције могу идентификовати физички потенцијали за активацију отворених јавних простора, а да се употребом алата параметарског моделовања у техникама просторне синтаксе могу дефинисати и конкретне интервенције у јавним градским просторима.

Истраживање ће се спровести помоћу комбиновања основних и специфичних научних метода и техника које се примењују у области архитектуре и урбанизма и областима друштвених наука, а то су *метод научне анализе, метода студије случаја, метода анкетног упитника и статистичке методе*.

Резултати првог дела истраживања дефинишу релевантност употребе параметарске анализе простора, те нуде алат који је надоградња постојећих техника и који подразумева флексибилност у увођењу нових параметара у даљим анализама.

Резултати другог дела истраживања које је спроведено у форми анкете указују на то да је навигацијско кретање корисника који су се крећу већ познатим простором комбинација утицаја различитих параметара од којих је најдоминантнији **субјективни осећај испитаника за најкраћу руту**, а који је у уској вези са **најмањим угаоним одступањем од дијагоналног правца од дате тачке до одредишта**. Ово говори о формирању менталних мапа корисника који се не базира на целокупној унапред одређеној траси кретања, већ о доношењу одлука о промени правца за поједине карактеристичне тачке руте посебно. Ово је нарочито видљиво у случајевима када у овим тачкама **не постоји густо изграђена стурктура околних објеката**, тј, када простор не “наводи” корисника на јасан наставак његовог кретања.

Овим истраживањем тежи се доприносу јачања улоге мреже пешачког кретања у активацији јавних простора у урбаним просторима. Разумевањем перцепције корисника о простору, која је првенствено конфигурацијска и глобална, потребно је при урбанистичком планирању обратити пажњу на просторне елементе и њихову позицију у целокупном систему кретања. На нивоу локалног, улога просторног распореда и елемената у окружењу није безначајна као потенцијал места сусрета у укупној концентрацији кретања становника, те је текст ове дисертације допринос научном и стручном преиспитивању параметара у урбанистичком пројектовању.

КЉУЧНЕ РЕЧИ: теорија просторне синтаксе (Space syntax), градски јавни простор, когнитивна перцепција простора, просторна конфигурација, параметарско моделовање, навигација у простору, визуелизација просторних податка

ДОКТОРАТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Научна област: АРХИТЕКТУРА И УРБАНИЗАМ

Ужа научна област: УРБАНИЗАМ

УДК БРОЈ: 711.4:656.142:316.62(043.3)

GEOMETRIC AND COGNITIVE PATTERNS OF MODELLING PUBLIC SPACES WITH THE PURPOSE OF THEIR ACTIVATION

SUMMARY

The dissertation discusses the use of open public city spaces and the parameters affecting the decisions on movement and navigation through those spaces. The patterns of using public spaces, in this case pedestrian corridors, are observed in the framework of the space syntax theory defining the space configurationally, that is observing the space through *relations*, rather than *distances*. This observation of space is closely connected to the cognitive perception of the user and formation of *cognitive* maps. Space configuration, with extreme preciseness, creates or eliminates “life” in a public space in terms of defining the areas of potential meetings. These relations are systematic and represent a product of architectural and urban design. However, apart from these global configuration parameters, i.e. the relations between pedestrian segments in the network, there are also local parameters concerning the perception of space in specific points when the decision on further movement direction is brought. So far, these parameters were observed in two dimensions, and this dissertation intends to determine the effect of three-dimensional space to bringing the abovementioned decisions, by using specific navigation assignments.

The research starting assumption implies that the movement analysis of pedestrians through urban environments from the aspect of geometry and cognition may identify physical potentials for the activation of open public spaces, and that the use of parametric modelling tools in space syntax techniques enables defining specific interventions in public city spaces.

The research will be implemented by combining basic and specific scientific methods and techniques applied in the fields of architecture, urbanism and social studies, including *scientific analysis method*, *case study method*, *questionnaire method* and *statistical methods*.

Results of the first part of the research define the relevancy of the use of the parametric space analysis, offering a tool that represents an upgrade of the

existing techniques and includes flexibility in the introduction of new parameters in further analysis.

Results of the second part of the research that was conducted in the form of a questionnaire pointed out the fact that the navigation movement of users that are moving in a familiar space is a combination of effects of various parameters, the most dominant one being the **subjective feeling of the respondent for the shortest route**, which is in close connection with **the smallest angle deviation from the diagonal direction from the given point to the destination**. This tells about the formation of users' cognitive maps which is not based on the previously all-defined route, but on bringing decisions on change of direction for certain characteristic route points individually. This is particularly visible in cases when **there is no densely built structure of the surrounding facilities** in these points, i.e. when the space does not "lead" the user to a clear continuation of his movement.

This research aims to contribute to strengthening the role of pedestrian movement network in activation of public spaces in urban environments. By understanding the user's perception on space, which is primarily configurative and global, during urban planning it is necessary to pay attention to space elements and their position in the complete movement system. At the local level, the role of space layout and elements in the environment is not inconsiderable as the potential of the meeting location in the total concentration of population's movement, and therefore, the text of this dissertation represents a contribution to scientific and expert re-examination of parameters in urban design.

KEY WORDS: Space syntax theory, public city space, cognitive spatial perception, spatial configuration, parametric modelling, navigation in space, visualization of spatial data

DOCTORATE IN TECHNICAL SCIENCES

Scientific field: ARCHITECTURE

Narrow scientific field: URBANISM

UDC No: 711.4:656.142:316.62(043.3)

САДРЖАЈ

1	Увод.....	1
1.1	Проблем и предмет истраживања.....	1
1.2	Циљ истраживања.....	4
1.3	Задаци истраживања.....	5
1.4	Полазне хипотезе истраживања.....	6
1.5	Методе научног истраживања.....	7
1.6	Генерална структура докторске дисертације.....	9
1.7	Доприноси и очекивани резултати истраживања.....	10
2	Истраживање теоријске поставке феномена отворених јавних градских простора.....	12
2.1	Основни теоријски појмови о јавном простору.....	12
2.1.1	Шта подразумевамо под градским јавним просторима?.....	13
2.1.2	Зашто су јавни простори важни?.....	14
2.1.3	Шта отворене градске просторе чини живима?.....	17
2.2	Савремени проблеми јавних простора.....	20
2.2.1	Утицај развоја информационих технологија на осиромашење јавног простора.....	23
2.3	Аспекти јавних простора који су тема ове дисертације: геометријски и когнитивни аспекти.....	25
2.3.1	Димензије јавних простора.....	26
2.3.2	Морфолошки аспект јавних простора.....	27
2.3.3	Перцептивни аспект.....	27
2.3.4	Визуелни аспект.....	29
2.3.5	Питање зеленила у отвореним јавним градским просторима.....	29
2.4	Јавни простори којима се ова дисертација бави.....	30
2.4.1	Улична мрежа и парцелација.....	30
2.4.2	Урбани простори.....	34
3	Јавни простори у теорији просторне синтаксе (Space syntax Theory).....	40
3.1	Основни појмови о теорији просторне синтаксе.....	40
3.2	Представљање простора у теорији просторне синтаксе.....	43
3.2.1	Метод аксијалних праваца.....	45
3.2.2	Конвексне мапе.....	50
3.2.3	Изовисти.....	51

3.3	Анализа простора у просторној синтакси	58
3.3.1	Графови	58
3.3.2	Појам удаљености	59
3.3.3	Синтактичке мере	60
3.3.4	Размера – радијус кретања	63
3.3.5	Остале мере просторне синтаксе	64
3.4	Критике теорије просторне синтаксе	66
3.5	Просторна конфигурација, когнитивна геометрија и просторна когниција 70	
3.6	Јавни простори и мере просторне синтаксе који су тема ове дисертације ...	74
3.6.1	Улична мрежа	75
3.6.2	Чворишта (choice nodes)	76
4	Когнитивна перцепција јавних простора	78
4.1	Перцепција јавних простора	78
4.2	Когнитивне мапе	83
4.3	Јавни простори у теорији Кевина Линча: стазе и чворови	86
4.3.1	Кевин Линч и просторна синтакса	89
4.3.2	Стазе (сегменти)	90
4.3.3	Тачке (чворишта)	91
4.4	<i>Wayfinding</i> – Оријентација у јавним просторима	93
4.5	Визуелни параметри у когницији простора	97
5	Параметарско моделовање и симулација	102
5.1	Град као комплексан систем кретања	102
5.2	Параметарско моделовање	103
5.2.1	Параметарско моделовање и теорија просторне синтаксе	104
5.2.2	Постојећи софтвери у теорији просторне синтаксе	107
5.2.3	„Нови“ параметарски софтвери у просторној синтакси	109
5.3	Теренска истраживања или лабораторијски експеримент?	111
6	Студија случаја: Истраживање конфигурацијско-просторних карактеристика отворених јавних простора ужег центра градског језгра Бање луке	115
6.1	Концепт истраживања	115
6.2	Методологија емпиријског истраживања	116
6.2.1	Избор локације за истраживање	116
6.2.2	Истраживање које је претходило виртуелној анкети - пилот анкета.	120
6.3	Виртуелна анкета – експеримент оријентације у простору кроз 360 виртуелну руту	137

6.3.1	Специфична питања и циљеви спроведене анкете	138
6.3.2	Избор параметара за мерење.....	139
6.3.3	Методе, алати и ток рада у истраживању.....	147
6.3.4	Узорак анкете.....	156
6.3.5	Задаци у анкети.....	157
6.4	Резултати	159
6.4.1	Синтактичка анализа целокупног истраживаног подручја и резултати френквентности добијени из анкете.....	159
6.4.2	Изовист мере тачака целокупног подручја за угао 360	167
6.4.3	Квалитативни резултати и дискусија по појединим задацима.....	173
6.5	Недостаци овог истраживања.....	183
7	ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА.....	185
7.1	Основни закључци овог истраживања.....	187
ПРИЛОЗИ		207

1 УВОД

1.1 Проблем и предмет истраживања

Мапирање и разумевање образаца кретања пешака у урбаним подручјима је један од кључних фактора у урбаном планирању. Посматрајући јавне просторе у градовима као мрежу потенцијала урбаног простора, намера овог рада је да истражи обрасце друштвеног понашања у њима са аспекта геометријских карактеристика тих простора и когнитивне перцепције његових корисника.

Физичке карактеристике простора имају велики утицај на односе између људи, њихове активности, идеје, и, по много чему, просторна организација може побољшати или онемогућити те односе. Ово је посебно видљиво у отвореним јавним просторима, јер су ови простори центри окупљања и интеракције људи кроз историју. Не постоји универзална рецептура за формирање градских простора који подржавају и подстичу комуникацију између људи. Оптимална конфигурација или *morphic language* (Hillier and Hanson, 1984) изграђеног окружења је резултат сталних промена и прилагодљивости простора у којем се борави.

Упркос покушајима многих аутора да разумеју морфологију и принципе који регулишу матрице просторног коришћења отворених јавних простора, тренутни ниво знања о томе даје слабе ефикасне смернице за дизајнере. Јавни простори, било у стамбеним или пословним зонама, или једноставно у подручјима јавног домена, који су осмишљени са јасном намером да функционишу као живахни урбани простори, постају запуштена подручја. Многи дизајнери још увек перципирају јавне просторе као засебне просторне елементе, без обзира на њихов однос и положај у глобалној мрежи јавних простора. Велики акценат је посвећен локалним просторним особинама, док, са друге стране, није довољно урађено да би се разумео однос између образаца просторне употребе, његових нивоа и просторне дистрибуције, и просторних особина урбане мреже.

Под појмом отвореног градског простора у овом истраживању подразумеваће се јавни простори линеарног типа чија је главна карактеристика проточност. Ови простори ће се посматрати као део комплексног урбаног система, као и њихова међусобна повезаност кроз места раскрсница, односно чворова тог система.

У дефинисању ширег теоријског оквира планираног истраживања урбани простор ће се разматрати у контексту теорије просторне синтаксе (Space syntax). Теорија просторне синтаксе обухвата скуп метода и техника за анализу просторних конфигурација на основу математичких принципа који се користе као средство за симулацију социолошких ефеката простора на његове кориснике и обрнуто. (Hillier, 1996) (Hillier and Hanson, 1984). Поред тога, теорија просторне синтаксе се показала као веома снажан алат у пројектима регенерације и оживљавања девастираних јавних простора.

Теорија просторне синтаксе се базира на идејама које осликавају објективност простора једнако као и наш интуитивни доживљај простора. Савремени фокус ове теорије говори о простору не као последици људске активности, већ као о унутрашњем сажимању свега што људи чине – у смислу да њихово кретање кроз простор, међусобна интеракција, и сагледавање амбијенталних структура поседују природну и неопходну геометрију: кретање представља линеарну активност, интеракција захтева конвексне просторе којима су основне карактеристике визуелна поља (изовисти). Акумулација ових комплексних геометријских особина које налазимо у окружењу је управо оно што гради нашу слику и доживљај града као целине (Hillier, 2005). Кроз своја истраживања амерички урбаниста Кевин Линч (Kevin Lynch) успоставио је везу форме и перцепције окружења изневши податак да корисници разумеју своје окружење на конзистентан и предвидљив начин, формирајући менталне мапе од пет главних елемената: путање, ивице, регије, тачке и репери (Lynch, 1974). Иако је његов рад касније био критикован, чак и од стране њега самог, значај поставке ових елемената отворио је пут ка разумевању и истраживању простора у његовом концептуалном смислу

(питање когниције) као и у смислу успостављања конфигуративних релација ових елеманта (питање просторне геометрије).

Облици интеракције корисника у простору који су до сада проучавани унутар теорије просторне синтаксе најчешће су довођени у корелацију са конфигурацијским својствима изграђених простора, не узимајући у обзир личне мотиве корисника. Конкретно, теорија просторне синтаксе има намеру да сагледа како је појединац дефинисан од стране друштва или других појединаца унутар њега (Penn, 2001). Овим је могуће објаснити *како* се људи крећу унутар датог простора, али питање *зашто* се они крећу на овај начин захтева укључивање нових варијабли у анализу који подразумевају индивидуално *читање* простора (Peronis, 2001), односно формирање когнитивних мапа (Portugali, 2011). Нека од новијих истраживања показала су да постоји јака веза између архитектуре урбаних матрица као чисто геометријских појава и образаца људског кретања, без обзира на просторну намену. Такође је показано да људи кроз кретање не поимају менталне моделе дистанци, већ геометријске моделе повезаности (Hillier, The art of place and the science of space, 2005).

Питања употребе тополошких и метричких дистанци у теорији просторне синтаксе отворила су дискусије чији епилог још увијек траје (Хилијер, Пен, Рати, Карвалхо). У ту сврху рађена су многа испитивања различитих параметара који могу утицати на одлуку о кретању у градској мрежи. Подаци о кретањима и перцепцији простора прикупљани су на различите и квалитативне и квантитативне начине - интервјуима, анкетама, лабораторијски, у виртуелном окружењу (Конрој Далтон, Бијелик, Шнајдер, Кониг и Емо). Ипак, највећи број истраживања рађен је у реалним условима, на лицу места, и оваква истраживања су често ограничена малим узорком испитаника, а обрада ових података испљујућа и дуготрајна јер се своди на мануелни посао. Такође, један од услова адекватног прикупљања података је и то да се испитаницима пруже једнаки услови, скоро лабораторијски, а да се добије окружење што приближније реалним условима.

Технике и методе које се користе у теорији просторне синтаксе имају примарни фокус на анализи постојећих или планираних структура, што је видљиво кроз развој софтверских алата који се користе. (Bielik, Schneider and König, 2012) Међутим, теорија просторне синтаксе може да се користи не само у анализи и валидацији постојећег стања, већ и као средство за њихову модификацију, односно, у раним фазама архитектонског и урбанистичког пројектовања. С обзиром на све већи број утицајних фактора које треба узети у обзир, процес пројектовања и планирања градских простора постаје све комплекснији и захтева укључивање посебних алата приликом анализе. Ови алати подразумевају сталну везу и проверу претпостављених и очекиваних интервенција у простору, а то захтева дефинисање параметара при обликовању простора који би били стални предмет анализа.

Параметричко моделовање подразумева стварање геометријских модела дефинисањем алгоритамских односа између просторних елемената (као што су тачке, линије или површине). Овакав начин моделовања подржава велики број параметара који архитектама и урбанистима омогућавају да истражују широк спектар варијанти њихових предлога решења у реалном времену. Тренутно постоји широк спектар метода за графичку анализу геометрије у смислу њених просторних особина, али не постоји велики број доступних софтвера за анализу ових особина кроз промену просторне геометрије. *Grasshopper* – софтвер који се користи као додатак програмима за моделовање могуће је решење које може повезати визуелне и математичке принципе у пројектовању (Bielik, Schneider and König, 2012; Schneider, Bielik and König, 2012; Schaffranek and Vasku, 2013).

1.2 Циљ истраживања

Општи циљ истраживања предложене теме је унапређење методолошких и техничких принципа анализе отворених јавних простора помоћу теорије просторне синтаксе, као и алата за урбанистичко пројектовање отворених јавних градских простора у циљу подизање нивоа

њихове флексибилности и могућности једноставније, брже и ефикасније трансформације.

Аспекти простора којима ће се рад бавити су геометријски и когнитивни. Ово укључује и морфолошку конфигурацију тих простора, њихову интеграцију у градску мрежу, као и просторна својства сегмената градске мреже који су предмет анализе.

Специфични циљ дисертације је да се истраже просторне карактеристике мреже пешачког саобраћаја које имају утицај на његову регулацију. Просторне карактеристике ће се у овом истраживању односити превентивно на конфигурацију пешачких праваца и њихов однос са окружењем у геометријском смислу, а вредновање ових карактеристика мериће се у односу на фреквентност кориштености ових простора. С тим у складу, дефинисани су и циљеви у смислу побољшања техника прикупљања података о кориштењу јавних простора, те њиховој обради и визуелизацији.

У односу на општи циљ, дефинисани су специфични циљеви истраживања који подразумевају идентификацију потенцијала за примену когнитивних анализа и параметричких анализа јавних градских простора у оквиру теорије просторне синтаксе. У односу на ове потенцијале, биће могуће дефинисати опште принципе и препоруке за урбанистичко пројектовање јавних простора са геометријског аспекта.

Самим тим, циљ истраживања је и то да се дефинишу локални урбанистички принципи који одговарају облицима друштвене интеракције у јавном простору у контексту града Бањалуке.

1.3 Задачи истраживања

У односу на постављене циљеве дефинисани су следећи задаци истраживања:

- Истражити теоријски оквир појма урбаног јавног простора

- Поставити појам урбаног јавног отвореног простора унутар теорије просторне синтаксе, односно њених досадашњих метода и техника анализе
- Истражити когнитивне аспекте јавних градских простора
- Истражити актуелне и доступне алате за анализу јавних градских простора
- Истражити релацију између когнитивне репрезентације и просторне конфигурације отворених јавних простора градског језгра Бањалуке
- Теренско снимање и прикупљање података о кориштењу јавних простора града Бањалуке
- Дефинисање параметара за анализу јавних градских простора
- Израда параметарског модела и алгоритама за анализу јавних градских простора
- Параметарска анализа, визуелизација добијених података у параметарском моделу и испитивање зависности ових образаца у односу на фреквентност кориштења
- Дефинисати оквире генерализације за примену просторних образаца.

1.4 Полазне хипотезе истраживања

На основу претходног истраживања формиран су хипотетички ставови који ће у одређеним фазама истраживања бити проверени:

- Применом геометријске и когнитивне анализе кретања у јавним градским просторима могуће је идентификовати физичке потенцијале за њихову активацију употребом техника просторне синтаксе
- Употребом алата параметарског моделовања у техникама просторне синтаксе могуће је дефинисати интервенције у јавним градским просторима у циљу њихове активације

За проверу постављених хипотеза било је потребно дефинисати конкретнија питања у истраживању:

1. Да ли је могуће искључиво на основу конфигурације просторне мреже претпоставити фреквентност кретања корисника у датом простору?
2. На који начин прикупити најрелевантније податке о фреквентности кориштења јавних простора?
3. Које просторне карактеристике (параметри) посматраних јавних простора су у корелацији са фреквентношћу корисника у тим просторима?
2. Који просторни параметри имају највећи утицај на одлуке корисника о кретању у отвореним јавним градским просторима?

Просторне карактеристике ћемо подразумевати кроз два нивоа: макро нивоу интеграције сегмената мреже у целом систему пешачког саобраћаја у одабраној локацији и микро нивоу тачака у којима се доносе одлуке о промени правца кретања који подразумевају локалне карактеристике тих отворених простора: пропорције, изграђеност, отвореност, визууре, нивелацију, физичке репере. Приликом анализе неће се узимати у обзир садржаји који се налазе у тим просторима. Спровешће се почетна анкета квалитативног типа како би се добили иницијални параметри за даља мерења. Анкета ће подразумевати анализу кориштења градских простора кроз описне параметре испитаника. Спровешће се анализа и валоризација одабраних јавних простора према датим физичким карактеристикама, затим ће се мерити проточност корисника у тим просторима и проверити да ли и који од физичких параметара имају корелацију са активношћу посматраних јавних простора. Овде ће испитивање бити вршено у виртуелном окружењу кроз два когнитивна задатка оријентације у простору (wayfinding) како би се могла вршити поређења резултата у оба задатка.

1.5 Методе научног истраживања

Истраживање ће се спровести помоћу комбиновања низа основних и специфичних научних метода и техника које се примењују у области

архитектуре и урбанизма и областима друштвених наука, као и додирним научним областима планираног истраживања пре свега психологији и информатици. Општи научни метод помоћу којег ће истраживање бити структурирано је аналитичко-синтетички метод који обједињује и структурира теоријска истраживања, и емпиријско истраживање у циљу доказивања постављених хипотеза.

У прва четири поглавља дисертације у којима је формирана теоријска основа о предмету и проблему и формулисан теоријско-аналитички апарат истраживања, примењен је *метод научне анализе*, односно критичке *анализе садржаја* примарних и секундарних извора и студија.

Емпиријско истраживање ће бити спроведено помоћу комбиновања неколико метода. Основна метода која ће се примењивати у овом делу истраживања је *метода студије случаја* која омогућава критичко истраживање и описивање истраживаног феномена понашања-друштвене интеракције и одговарајућег просторног контекста. За студију случаја је одабран град Бањалука. Метода којом ће бити прикупљани подаци о одабраној локацији је *метода анкетног упитника*, која ће за те сврхе бити прилагођавана и модификована како би се добили најрелевантнији подаци. Пре истраживања предметне локације, спровешће се *пробна анкета*, која има за циљ да провери претпостављене технике прикупљања података.

У токе ове фазе истраживања користиће се метода итерације која омогућава анализу простора који се модификује у реалном времену. Метода итерације подразумева директно израчунавање и програмирање различитих софтверских или математичких система.

Обрада података сакупљених анкетирањем извршиће се помоћу SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) софтвера за аналитичко-статистичку обраду података. За анализу просторне конфигурације градске мреже примењене су *технике просторне синтаксе*, као што су аксијалне мапе и изовисти и анализа просторне интеграције, избора и повезаности.

Последња анализа урађена је помоћу Rhinoceros и Grasshopper софтвера, са додатом компонентом *Decoding Spaces* за Grasshopper која је развијена од стране Computational Planning Group (CPlan) на Баухаус Универзитету у Вајмару и која је доступна за комерцијалну употребу.

Четврти део истраживања подразумева критичку анализу и процену сакупљених информација и резултата истраживања у односу на постављена питања и хипотезе.

1.6 Генерална структура докторске дисертације

Структуру докторске дисертације чини седам целина: (1) увод у истраживање, (2) теоријско истраживање о отвореним јавним просторима и њиховим просторним карактеристикама, (3) теоријско истраживање и дефинисање основних концепата теорије просторне синтаксе (4) теоријско истраживање о когнитивној перцепцији јавних градских простора и њена веза са теоријом просторне синтаксе, (5) теоријско истраживање о параметарским алатима за анализу простора, (6) студија случаја, (7) синтеза истраживања и закључна разматрања и препоруке за даља истраживања.

Увод садржи приказ основних одредница истраживања: приказ истраживања литературе о проблему и предмету који су утицали на формирање хипотетичког оквира истраживања, формулацију циљева и задатака истраживања, формулацију хипотеза, преглед методолошког оквира и одговарајућих техника истраживања и процену научне оправданости и очекиваних резултата истраживања.

Први део истраживања садржи поглавља која се баве основним концептима који дефинишу предмет и проблем истраживања – јавни простор и урбанитет, те их позиционира у контекст теорије просторне синтаксе и у контекст когнитивних истраживања која су спроведена у вези са разумевањем простора. Овде ће се разматрати научне теорије о међусобној вези просторно-физичких карактеристика простора и друштвеног понашања корисника. Циљ овог дела истраживања је дефинисање нових параметара у

аналитичким техникама теорије просторне синтаксе који се односе на когнитивну перцепцију корисника јавних градских простора.

Други део истраживања обухвата приказ резултата емпиријског истраживања града Бањалуге и јавних простора у њему. Садржи приказ коришћених метода, алата и техника у истраживању и резултата примене истих. Истраживање овог поглавља заснива се на техникама анкетирања, теренског мапирања, експеримента и просторне анализе. Резултат овог поглавља биће когнитивни и геометријски обрасци коришћења анализираних јавних простора.

У последњем делу дисертације ће бити диксутовани и синтетизовани резултати истраживања у форму просторних образаца за регулисање и обликовање јавних простора, и дефинисан ниво генерализације у примени ових образаца. То подразумева формулисање одговора на постављена истраживачка питања и хипотезе и отварање праваца за потенцијална будућа истраживања.

1.7 Доприноси и очекивани резултати истраживања

Друштвено-просторни концепт јавних простора, као својеврстан метод планирања и обликовања градова, растом и развојем урбане структуре и технолошком напретком добио је на комплексности, те је неопходно критички и теоријски испитати нове параметре који утичу на његову сложеност. Релевантна истраживања унутар теорије просторне синтаксе показала су да постоји неспорна релација између когнитивне спознаје корисника и аналитичких метода које теорија просторне синтаксе користи, односно да те методе интуитивно подржавају просторну когницију (Ренн, 2001), али прецизнији опис тих релација није у потпуности истражен. Научна оправданост планираног истраживања заснива се на потреби да се кроз преиспитивање постојећих фактора и уврштавањем нових допринесе бољем разумевању функционисања урбаних јавних простора унутар теорије просторне синтаксе.

Ово истраживање је допринос истовремено дисциплини урбаног планирања као и дисциплини геометрије архитектонске форме, нарочито са аспекта савремених принципа моделовања који се тичу параметарског дизајна.

Научно-теоријски допринос дисертације у научној области архитектуре и урбанизма је у преиспитивању техника анализе теорије просторне синтаксе, проширујући спектар параметара које она користи за своја мерења, првенствено оних параметара који се тичу тродимензионалности простора, а не само његових конфигурацијских својстава.

Научно-методолошки допринос дисертације односи се на формилисање нових метода за прикупљање, анализу и виуелизацију података о простору, а који су последица развоја технологије и рачунарских наука. Овако дефинисане варијабле могу наћи примену и у постојећим софтверима теорије просторне синтаксе побољшавајући њихове перформансе. У домаћој литератури ова тема није истражена, док у страној нема комплексних истраживања на ову тему, што такође говори о актуелности и оправданости овог истраживања.

С практичне стране, резултати ових генеративних испитивања могу дати допринос дисциплини урбанистичког пројектовања и планирања отворених јавних градских простора са геометријског аспекта кроз низ смерница и препорука у циљу активације јавних простора.

Научни допринос и очекивани резултати су следећи:

- Идентификација потенцијала за примену когнитивних анализа јавних градских простора у оквиру теорије просторне синтаксе;
- Идентификација потенцијала за примену параметричких анализа јавних градских простора у оквиру теорије просторне синтаксе;
- Дефинисање општих принципа и препорука за урбанистичко планирање јавних простора са геометријског аспекта;

2 ИСТРАЖИВАЊЕ ТЕОРИЈСКЕ ПОСТАВКЕ ФЕНОМЕНА ОТВОРЕНИХ ЈАВНИХ ГРАДСКИХ ПРОСТОРА

2.1 Основни теоријски појмови о јавном простору

Добра архитектура осигурава добру интеракцију између јавног простора и јавног живота. Јавни живот се непрестано мења - у току дана, седмице, месеца, или током године. Окружење, пол, доб, финансијска средства, култура и многи други фактори одређују на који начин користимо или не користимо јавни простор. Много је разлога због којих је тешко уградити разноликост јавног живота у архитектонско и урбано окружење. Ипак, веома је битно покушати створити адекватно окружење за милијарде људи који свакодневно користе јавне просторе у градовима широм света.

У том контексту, јавни простор је схваћен као систем улица, стаза, зграда, тргова, односно свега што се може сматрати изграђеним окружењем. Јавним животом се такође може сматрати све оно што се дешава између објеката, на путу од и до школе или посла, на балконима, просторима за седење, стајање, трчање и сл. То је све оно што видимо када изађемо ван куће, то је далеко више од јавног простора улице или живота у кафићима (Gehl and Svarre 2013, 2).

Шафто (Shaftoe) је за карактер јавних градских простора употребио термин "convivial" описујући отворене јавне локације (најчешће тргове или пијаце) где се људи окупљају, удружују или једноставно шетају. "Convivial" се у речницима дефинише и као свечан, друштвен, весео, неко ко је склон интеракцији и суживоту, углавном се односећи на људе, али овај израз се једнако може применити и на просторе или ситуације. (Shaftoe 2008, 4)

Без оваквих дружељубивих простора, градови и села би били само места концентрације разних објеката без икакве намере стварања могућности за интеракцију међу пријатељима или случајне сусрете потпуних странаца.

Међутим, дружељубиви јавни простори нису само полигони у којима људи проводе угодне тренутке; они чине и окосницу демократског живота (Carr et al. 1992) и једно од неколицине преосталих места где можемо срести разноликост и учити да разумемо и толеришемо друге (Greenhalgh and Worpole 1996). Без квалитетних урбаних простора у опасности смо да се утопимо у растуће приватизовано и поларизовано друштво, са свим својим пратећим проблемима.

2.1.1 Шта подразумевамо под градским јавним просторима?

У свакодневној употреби, реч "урбане" наговештава места везана за град, али у пракси може да укључује и друга јавна места. Урбани дизајнери се баве јавним окружењем различитих размера – градовима, насељима, суседствима, комерцијалним потезима - свим оним што спада у домен архитекте, пејзажног архитекте или градског планера (Jack Nasar 1989, 31).

Улице и улични пејзажи су посебно важни у дефинисању карактера урбаних средина (Jack L. Nasar 1990). Улице су јавна места, било да их користимо као пешаци или као возачи, било да користимо наменски за рекреацију или успутно на путу до посла. Зато није изненађујуће да карактер улице и њено окружење имају велики утицај на квалитет живота (Appleyard, Gerson, and Lintell 1981; Lansing, Marans, and Zehner 1970).

Терминологија у погледу јавних простора може бити до те мере разноврсна да може деловати и збуњујуће. Постоји једна основна разлика: урбане отворене градске просторе "меке" материјализације генерално називамо „парковима“, док отворене урбане просторе „чврсте“ материјализације оловљавамо „јавним просторима“ или "градским трговима" (Morris 1979, 1979), иако и ту постоји диференцијација у значењу у зависности од поднебља. „Градски трг“ или само „трг“ подразумева отворен или делимично отворен јавни простор за активну пешачку употребу или пасивну рекреацију, лако доступан и приступачан. „Цепни паркови“ су, рецимо, мали ушушкани простори настали између зграда са прилазом само са

једне стране. Скверови су обично већи јавни простори у продужетку улица који обезбеђују централни простор дистрикта или неког историјског језгра (de Arruda Campos, Maria Beatriz 2000).

Генерално, јавни простори се односе на све оне делове грађене и природне средине где постоји јавни отворен приступ. Они укључују: улице, тргове и остале просторе за кретање корисника, било у стамбеним, пословним или неким другим јавним зонама; отворене просторе и паркове; полу-приватне просторе где је дозвољен јавни приступ (у неком одређеном временском периоду). Они такође укључују и места сучељавања вањског и унутрашњег простора, као и одређене приватне просторе где је јавни приступ дозвољен (Carmona, Magalhães, and Hammond 2008).

2.1.2 Зашто су јавни простори важни?

Питање потребе за јавним просторима тиче се једним делом и друштвене политике. У време растуће приватизације простора, вођене економијом слободног тржишта, јавни простори се могу чак сматрати и непожељним или неисплативим, осим уколико се њихова употреба на усмери у место продаје и конзумације. Ипак, многи критичари су током година, укључујући Мамфорда (Mumford), Сенета (Sennett) и Ворпола (Worpole), тврдили да је добро осмишљен и функционалан јавни простор од кључног значаја за развој демократије и цивилизованог друштва. Ворпол и Гринхалг (Greenhalgh) тврде да је јавни простор од централног политичког значаја за питање одрживог, праведног и богатог градског живота (Greenhalgh and Worpole 1996, 25).

Ипак, јавни простори свакако нису само то - простори где је дозвољен приступ јавности. Јавни простори, сада већ сигурно, су веома су важни за здравље, учење, решавање конфликта, толеранцију и солидарност (Shaftoe 2008, 12). Из угла економије, јавни простори имају утицај на цену земљишта, односно повећавају његову вредност за 5-15%, повећавају трговинско

пословање у зонама у којима се налазе и привлаче инвеститоре (Buchanan et al. 2007; Peiser and Schwann 1993; Luttik 2000).

Са здравственог аспекта, јавни простор подстиче и физичку активност јер пружа простор за одржавање формалних и неформалних спортских активности, што опет, утиче на смањење стреса и побољшање менталног здравља (Hartig et al. 2003).

Из угла социологије, јавни простори негују друштвене и когнитивне вештине код људи (Pellegrini and Blatchford 2002), а развијају креативну игру код деце (Fjørtoft 2001; Taylor et al. 1998), смањују степен криминалитета и анти-социјалног понашања (McKay 1998; Painter 1996), промовишу добросуседске односе и социјалну кохезију (Appleyard, Gerson, and Lintell 1981; Massey 2002; Quayle and van der Lieck, Tilo C Driessen 1997). Уопштено, они су кључни фактори друштвеног живота у граду.

Са становишта заштите животне средине, јавни простори подстичу кориштење одрживих видова транспорта (Gehl and Gemzoe 2004) и пружају могућност за развој „зеленог” живота у граду.

Стога, јавни простори имају потенцијал да произведу широк распон добробити: подстичу друштвену кохезију и интеракцију, утичу на економску компетитивност простора, утичу на здравље и и добробит популације, и директно утиче на кориштење обновљиве енергије (Carmona, Magalhães, and Hammond, 2008).

Поред ових, постоји још једна димензије јавног простора – психолошка. Под психологијом у овом случају мисли се на све оно што утиче на понашање корисника у јавном простору. Питање утицаја јавних простора на човекову психу једно је од честих питања којима се бави психологија животне средине (Environmental Psychology) (Shaftoe 2008, 51). О овоме ће више речи бити у посебном поглављу ове дисертације.

Ипак треба напоменути да јавни простори имају и неке карактеристике које могу изазвати и неугодан осјећај, или како Санет описује (Richard Sennett), јавни простори такође могу бити „gritty”. Ово се односи на одбојност или страх од сусрета са странцима, што је у јавним просторима неизбежно. Изложеност у јавним просторима може изазвати одређену анксиозност сличну осећају треме пред јавни наступ. Непознато окружење може изазвати когнитивни и емотивни шок који најчешће може бити разлог избегавања јавних простора (агорафобија) или неадекватно понашање у истим. Овај процес је ипак неизбежан с обзиром да свакодневни живот и посао подразумева интеракцију са другим људима.

Питање кориштења јавног простора свакако да има и културолошку компоненту. Ђокић скреће пажњу на разлику у разумевању појма трга у његовом функционалном смислу чак и међу стучњацима. Прихватљивост градског трга у Србији, а и у Босни и Херцеговини такође, уско је повезана са културним миљеом који не поседује континуитет нити у развоју градова, нити у развоју грађанства (Djokić 2004, 268–75).

На смањење сусрета, односно интеракције у јавним просторима утичу многи разлози који су најчешће последица развоја савременог друштва и технологије. Повећање броја аутомобила и индивидуализовани транспорт један је од очигледних разлога који смањују социјално мешање које би се иначе десило у пешачким зонама. Социјална сегрегација је врло често и намерно подстакнута обликовањем простора чији је циљ да смањи контакт међу групама становништва различитих социјалних статуса.

Јавни простор једноставно више није ствар потребе, већ избора појединца (Bodnár 2001). Одлазак у јавни простор данас дословно подразумева намеру да се појединац социјализује. С обзиром да савремени град окреће људе ка самима себи, одлазак у јавни простор може да се схвати и као развој појединца тестирајући границе сопствене личности и вештина, јер у друштву других, појединац има прилику да преиспита и упоређи своја уверења и ставове (Sennett 1992).

Многе студије су већ доказале да ништа не привлачи људе као присуство других људи у просторима. Поседујемо урођену жељу за местима дружења. Зато је толико изненађујуће да данас често превидимо важност јавних простора. Гел објашњава да кад бисте питали људе пре двадесет година зашто иду у центар Копенхагена, рекли би вам да иду у куповину. Али, ако их питате данас, рекли би вам да је то зато што желе да иду у град (Gehl and Gemzoe 2004).

2.1.3 Шта отворене градске просторе чини живима?

Покушај да се установе принципи квалитетног јавног простора условљени су субјективним вредностима корисника, али ипак, неки уопштени обрасци се могу успоставити, засновани на природи људског понашања. (Bodnár 2015, 2092)

Франсис Тибалдс (Francis Tibbalds) наводи да квалитетни јавни простори треба да буду богати, динамични и разнолики, да не замиру ноћу или у периоду викенда, те да су визуелно стимулативни и привлачни и за становнике и за посетиоце (Tibbalds 2012). Билингам (John Billingham) и Кол (Richard Cole) у својој студији случаја покушавајући да дефинишу добар јавни простор траже одговоре на следећа питања: Да ли је простор угодан - да ли је сигуран, прилагођен човековој размери и са различитим садржајима? Да ли има добре природне услове – осунчање, проветреност и незагађеност? Да ли је упечатљив и препознатљив? Да ли одговара контексту у којем се налази? Да ли је приступачан? (Cole and Billingham 2002)

Прилоком евалуације хиљаде јавних простора, “Пројекат за јавне просторе” (Project for Public Spaces)¹ наводи да они успешни имају четири кључне карактеристике: **приступачност; укључивање корисника у садржаје; визуелну угодност и друштвеност, односно капацитет да привуку кориснике.**

¹ <https://www.pps.org/>

Приступачност јавног простора подразумева његове везе са окружењем, односно, приступне стазе до и кроз њега. Квалитетан јавни простор треба да буде уочљив са веће удаљености, а сагледив из близине. Крајеви, односно ивице јавног простора су такође важне. Рецимо, низ продавница уз улицу је занимљивији и сигурнији за шетњу него једноличан зид неког објекта. Такође, близина паркинга или станице јавног превоза је такође од великог значаја. Ово су неки од параметара које треба узети у обзир приликом дефинисања приступачности неког јавног простора:

- Сагледивост са велике дистанце односно уочавање неких његових унутрашњих делова
- Веза простора са околним објектима – да ли је простор окружен зидовима или неким садржајима и да ли људи из околних објеката користе тај простор
- Приступ простору – да ли корисник мора да се провлачи између аутомобила у кретању да би дошао до јавног простора? Да ли постоје стазе до суседних зона? Да ли особе са посебним потребама имају приступ? Да ли је простору могуће прићи различитим облицима транспорта: јаним превозом, бициклом, аутом и сл.
- Коридори унутар простора - да ли стазе унутар простора добро повезују и кореспондирају са линијама природног кретања корисника

Комфор јавног простора укључује осећај сигурности корисника, чистоћу и доступност простора за седење. Избор места за седење на јавним местима је од изузетне важности, нарочито женама. Ово су неки од параметара које треба узети у обзир приликом дефинисања комфора и визуелне угодности неког јавног простора:

- Први утисак о простору
- Однос броја мушкараца и жена
- Довољан број места за седење
- Да ли су места за седење добро лоцирана унутар простора

- Да ли су места за седење распоређена и на осунчаним и на неосунчаним деловима јавног простора
- Да ли је простор чист и ко је одговоран за одржавање простора
- Да ли је окружење сигурно? Постоји ли особа или систем који осигуравају простор, када и како?
- Да ли корисници фотографишу простор? Има ли садржаја за фотографисање?
- Да ли возила доминирају пешачким простором или им на неки начин ометају кретање?

Садржаји подразумевају основну структуру места. Ако постоје активности на јавном месту, оне су главни разлог због којег корисници посећују тај простор. Без њих, простор је “празан”. Основни принципи које треба имати на уму при евалуацији садржаја јавног простора:

- Што је више садржаја понуђено корисницима, то боље
- Водити рачуна да садржаји укључују једнак број мушкараца и жена
- Садржаји треба да буду примерени различитим старосним групама (ово се посебно односи на старије становништво и децу који тај простор могу користити у радно време)
- Простор треба бити активан током целог дана

Простор који користе и појединци и групе је квалитетнији од простора који окупирају само појединци јер то подразумева да постоје места где људи могу да седну са пријатељима, те да се социјализују.

Друштвеност је карактеристика места коју није лако остварити, али једном кад се постигне, место добија непобитну вредност. Када се људи на неком месту сусрећу са пријатељима, и осећају угодно, они остварују снажнију везу са тим простором али и генерално са заједницом. Осећај места једно је од основних и најтежих карактеристика које поседују квалитетни јавни простори. У таквом месту:

- Људи бирају да се налазе са пријатељима
- Корисници су најчешће у групама и разговарају
- Корисници се препознају именом, не само ликом
- Корисници га препоручују својим познаницима или пријатељима
- Остварује се контакт очима и људи се смеју
- Простор се користи наменски, а не случајно
- Корисници воде рачуна о том простору

Генерални је закључак да људе на јавним местима привлачи присутност других људи. Рецимо, вероватноћа да ће неко сести на фонтану у неком јавном простору зависи од броја људи који ту већ седе. Иако архитекте клупе сматрају примарним местом седења, резултати истраживања показују да секундарни елементи за седење као што су степеништа и фонтане привлаче већи број људи, те делују као магнет за интеракцију (Yan and D. A. Forsyth 2005, 371-375). Дакле, што је већи број људи на неком простору (било да је у питању циркулација или ретенција), то је већа вероватноћа да ће тај простор привући још корисника.

2.2 Савремени проблеми јавних простора

Проблем губитка јавног простора не датира од скоро. Фразе као сто су "криза јавног домена" или "осиромашење јавног живота" могу се наћи и код Зитеа (Camillo Zitte), Сенета, Белаха.

Почетком шездесетих година прошлог века, током периода убрзаног раста градова, примећено је да нешто недостаје у новоизграђеним дистриктима. Надостајало је нешто што је у том моменту било тешко дефинисати, али се могло описати као "спаваонице" или културно осиромашена места. "Живот међу зградама" је заборављен, гурнут у страну експанзијом аутомобила, пројектовањем широких размера и претерано рационализованим и специјализованим процесом грађења. Једни од водећих критичара тог времена су били Џејн Џекобс (Jane Jacobs), Вилијем Бајт (William

H. Whyte), Кристофер Александер (Christopher Alexander) и Јан Гел (Jan Gehl). Они си такође начинили и прве кораке за боље разумевање концепта јавног живота и интеракције јавног простора и изграђеног окружења проучавајући постојеће, пред-индустријске градове. То је подразумевало разумевање потреба и понашања корисника у градовима.

До краја прошлог века већ је било јасно да је живот у градовима од велике важности за архитектуру и урбанизам. Искуства су показала да се живахан јавни живот не дешава случајно. Ово је посебно примећено у градовима који су економски развијени. Повећао се број људи који свакодневно путују на посао аутомобилима, и тиме ускраћују могућност интеракције на јавним местима. Такође, људи више не излазе на улицу да би радили: продавали ситнице, обављали свакодневне послове и сл.

И мање економски развијени градови су такође погођени јер енорман раст моторних возила и инфраструктуре која га прати формира физичке баријере за кретање пешака, производи буку и загађује ваздух. Александер је још 70тих година прошлог века истакао значај аутомобила за јавни живот града:

Аутомобили дају људима велику слободу и могућности. Али они такође уништавају окружење до те мере да ће уништити друштвени живот градова.

(Alexander, Ishikawa, and Silverstein 1977, 64)

Гел наводи да су кроз историју јавни простори били централни појам у животима људи. Они су одређивали кретање становништва кроз градску структуру где су обављали куповину и дружили се. Међутим, аутомобили су временом преузели примат над улицама, гурајући у страну пешачки и бициклички саобраћај. Градови су се проширили, а парцеле добиле велика дворишта у предграђима. Трговци су се преселили у шопинг центре. Телефони, телевизија, интернет и други облици технологије одвукли су људе од јавних простора. Велики број нових пројеката за грађење генерално

занемарују планирање тротоара, паркова, игралишта и других јавних простора.

Савремени процес урбанизације има тенденцију формирања бизнис центара који укључују пословне и административне зграде, технолошке и образовне центре око којих се обично додају комплекси услужних делатности усмерених на туризам. Овакви системи функционишу и сервисирају сами себе и врло често су искључиви за поједине типове корисника тог простора, што доводи до друштвене сегрегације. У већини европских градова (Париз, Брисел, Рим, Мадрид, Амстердам), виши слојеви друштва живе углавном у центрима метропола који се не подударају увек са историјским језгром града (Borja et al. 1997, 87).

И млади људи који припадају контра-култури такође су формирали своје урбане центре – потпуно супротне овим елитистичким и чије примере видимо у Берлину, Амстердаму и Копенхагену (Borja et al. 1997, 89).

Јавни живот је са улице, као традиционалног места његовог настанка, усмерен ка трговачким центрима који се налазе ван урбаног градског језгра. Ови трговачки молови су обично део већег комплекса објеката који делују као одредиште, односно место где се иде са намером, а не као место случајног сусрета. У најбољем случају, ако су овакви простори успешни, они имају тенденцију да усисају јавни живот са улице и реконституишу га у унутрашњем простору, на неки начин га приватизујући. Још један облик оваквог јавног живота (у већим градовима где су развијене пословне зоне) су променаде, односно мостови који спајају објекте на нивоу изнад улице стварајући "bourgeois boutiquesville", односно трговачку зону, остављајући први ниво улица аутомобилима и нижем друштвеном слоју слабије куповне моћи (Rowe 1985).

Овакви јавни простори повлаче питање односа приватног и јавног које је у овом случају нејасно. Ови простори су приватно власништво, иако им је намена да опслужују и окупљају велики број људи, стога је и слобода

понашања корисника у таквим просторима ограничена (Omar Khan, Trebor Scholz, and Mark Shepard 2012, 14).

2.2.1 Утицај развоја информационих технологија на осиромашење јавног простора

Савремена криза јавног живота није само последица индустријске и постиндустријске ере. Како наводи Кастелс (Castells 2000), она је такође део транзиције из индустријског у информатичко доба. Како ће се тачно градови и урбане регије развијати у будућности још увек не можемо претпоставити. Ипак, сама идеја града као структуре доведена је у питање и тражи поновно преиспитивање. Интернет мреже су у комуникацији постале једнако важне као и мреже улица. Површине за пројекцију (екрани) постали су тражени као и било која друга некретнина. Велики део економије, друштва, политике и културе пребацио се у сајбер простор (Mitchell 1995). Још једна последица развоја телекомуникацијских мрежа је и то да људи могу да раде од куће, односно нису више физички везани за место где раде. Таква ситуација брише границе радног места и места живљења, па одлазак и путовање до посла није више неопходно. Према томе, одлазак у град није више ствар потребе, већ избора. Ово не искључује потребу за постојањем места за живот, рад или игру, али може поједноставити и растеретити шему самог кретања с једног места на друго.

Информатичко доба подржава идеју Мелвина Вебера (Melvin Webber) који је утемељио термин „*non-place urban realm*“, односно јавна сфера која није географски позиционирана, која побија параметар успостављања вредности некретнина, а који се односи на “локацију, локацију и само локацију”. Поредећи функционалност разуђеног Лос Анђелеса и компактног Њу Јорка, Вебер тврди да је квалитет урбанитета у суштини културолошки, а не просторни, те да, с обзиром на то, ни град не мора бити посматран као просторни феномен (Webber, 1963, 52; према Carmona et al. 2003).

Сличног мишљења је и Мичел који тврди да “мрежа (у смислу електронске комуникације) негира геометрију... она је фундаментално не-просторна. Она је амбијентална – нигде одређено, а свагде у сваком тренутку” (Mitchell 1995, 8)

Велман наводи да ће компјутерски подржана комуникација бити свеприсутна, али због неvezаности за место, она неће бити позиционирана нигде. Особа, а не место, домаћинство или нека радна група постаће и више од аутономног комуникацијског чвора. Смисао контекста и свест о другима ће остати по страни (Stokols and Montero 2002, 663).

Појавом друштвених мрежа као што је Facebook, јавни живот пресељен је на виртуелне форуме. Ипак, и овде се може довести у питање однос јавног и приватног с обзиром да су овакве платформе корпоративно подржане те имају могућност уређивања садржаја на њима, као што је то случај и са затвореним јавним простором тржних центара. Ове платформе би се пре могле назвати интересним групама или подељеним јавним доменима и као такве оне делују више сегрегацијски него интегративно. Остаје ипак нејасно да ли и како ове групе могу да утичу на доношење демократских одлука. Оне свакако пружају осећај припадности и дају могућност виртуелне интеракције и комуникације, али за изражавање политичких ставова или деловање, физички оквир простора је пресудан.

Дигитални и физички свет, јавну сферу и јавни простор ипак не можемо посматрати одвојено, они обликују једно друго. Пример за то су све чешћи грађански протести организовани преко форума или Фејсбука, а спроведени у реалном простору, на улицама и трговима. Боднар наводи пример организованих протеста у Мађарској 2014. године против покушаја увођења пореза на интернет када је Фејсбук група окупила око 200 000 људи на интернету, од чега је 10 000 изашло на улице да демонстрирају (Bodnár 2015, 2094). Сличне примере имамо и код нас (протести у Београду против пројекта “Београд на води” 2016. године). Чини се да су људи свесни политичке важности физичког простора у поређењу са виртуелним.

Шафто такође тврди да су тврдње о нестанку јавних простора и њиховој замени виртуелним мрежама преурађене. Свакодневни призори на улицама у градовима показују да корисници јавних простора још увек нису спремни да напусте физичке просторе и преселе се у езотеричније окружење (Shaftoe 2008, 11).

Суштина проблема јавних простора своди се на то како довести живот у јавни простор и учинити да функционише на дневој бази и у пристојним условима на начин да коегзистира са постојећом изграђеном средином, а не да се бори против ње (Gehl and Svarre 2013, 2).

Разумевање односа људи и њиховог окружења је у том случају веома важно. Овде треба да поменемо питање детерминистичког окружења, које тврди да физичко окружење има одлучујући утицај на људско понашање. Физички фактори окружења нису нужно доминантни у формирању образаца људског понашања у јавним просторима, али стварају могућности (или немогућности) да се интеракција у јавном простору деси. С обзиром на то, постоје два погледа на ниво утицаја окружења на људско понашање: **окружење које ствара могућности** (где корисник може да бира на који начин ће реаговати на окружење) и **окружење које ствара вероватноћу** (у неком физичком простору неке одлуке корисника су вероватније него друге) (Porteous, 1977; Bell et al., 1990 према Carmona et al. 2003, 106). Према томе, урбани дизајнери и планери не могу у потпуности контролисати понашање корисника у јавном простору, али могу створити и обликовати окружење које манипулише могућностима да се поједине активности у њему десе.

2.3 Аспекти јавних простора који су тема ове дисертације: геометријски и когнитивни аспекти

Како је тема ове дисертације однос и утицај геометрије и когниције на кориштење јавних простора у градовима, овде ћемо дефинисати првенствено које аспекте јавних простора ћемо узимати у обзир приликом анализе, а затим

и које врсте јавних простора. Под геометријом ћемо, када говоримо у ширем смислу подразумевати морфолошке карактеристике јавних простора, односно мрежу улица и пешачких коридора. Самим тим смо дефинисали и улицу као јавни простор од значаја за овај ниво истраживања. Под когницијом ћемо подразумевати перцепцију простора од стране корисника разматрајући шта са визуелне стране утиче код корисника на квалитет и жељу за кориштењем неког јавног простора. Са овим појмом урбане когниције, првенствено ћемо се ослонити на Линчов концепт “imageability”, односно јасног идентитета и структуре који нам даје осећај оријентације и сналажења у простору (wayfinding). Такво знање о окружењу у ком се налазимо је од велике важности јер пружа осећај сигурности у простору (Lynch 1960). Такође кроз разумевање оријентације у простору, стручњаци могу боље предвидети обрасце кретања и кориштења јавних простора.

Када будемо говорили о јавним просторима у ужем смислу, посматраћемо геометрију мањих отворених јавних градских простора, те са аспекта визуелне сагледивости, диспозиције објеката и могућности приступа анализирати квалитет тог простора. За све ове мере и анализе користићемо технике тероије просторне синтаксе. Стога, друштвени, политички, историјски, економски, и садржајни аспекти јавних простора неће се узимати у обзир.

2.3.1 Димензије јавних простора

Према Кармони (Carmona and Tiesdell 2007), постоји 6 димензија којим се урбани дизајн бави: морфолошка, перцептивна, социолошка, визуелна, функционална и временска. За потребе истраживања ове дисертације која се бави геометријом и когницијом, издвојићемо три од 6 димензија јавних простора који одговарају наведеним аспектима, а то су морфолошка, перцептивна и визуелна димензија јавних простора.

2.3.2 Морфолошки аспект јавних простора

Урбана морфологија је поље које се бави формом и обликом насеља. Укључивање морфологије у урбане анализе помаже урбаним дизајнерима да разумеју локалне обрасце развоја и процеса промене насеља. Почетна истраживања у овом пољу фокусирали су се на анализу развоја и промена традиционалних урбаних структура. Морфолози су показали да се насеља могу посматрати кроз призму неколико кључних елемената који се, према Конзену (Conzen 1960) деле на: намену земљишта, изграђене структуре, обрасце парцела и обрасце уличне мреже. Он је нагласио да постоје и разлике у стабилности ових елемената. Објекти и њихова намена су обично највише подложни променама, величине и облик парцела, иако трајнији, такође током времена могу да трпе измене услед промене власника. Мрежа улица препозната је као најиздржљивији од наведених елемената. Њена стабилност проистиче из чињенице да је она друштвена имовина широких размера коју није лако мењати. Промене се могу, наравно, десити услед последица девастације или природних непогода, или имплементације пројеката реконструкције целих урбаних подручја који нису чести (Gauthier and Gilliland 2006).

2.3.3 Перцептивни аспект

Свесност и уважавање перцепције окружења, а нарочито перцепције и доживљаја неког места, фундаментална је димензија урбаног дизајна. Ово интердисциплинарно поље је почело да се развија почетком шездесетих година прошлог века и до данас су спроведена многобројна истраживања о перцепцији окружења у ком се налазимо.

Перцепција подразумева прикупљање, организовање и давање значења информацијама које примамо из окружења. Генерално се може направити разлика између два процеса који су услов за усвајање стимуланса из окружења: *осећај* и *опажај*. Они нису одвојени процеси и у пракси често није јасно где једно почиње, а друго завршава. Осећај се везује за људски сензорни

систем реакције на стимулансе из окружења, и стиче се посредством чула вида, слуха, мириса и додира.

Како су ова последња три мање битна за аспекте којима се ова дисертација бави, даље ћемо разматрати чуло вида као најдоминантније за перцепцију геометрије простора. Оријентација у простору се стиче посредством овог чула, јер како Портеус (Porteous 2013, 3, према Carmona et al. 2003) наводи, вид је активна компонента, он сам “тражи” облике, док мирис и звук долазе ка нама. Визуелна перцепција је комплексна, ослања се на раздаљину, боју, облик, текстуру, контраст и сл. Остала чула, иако доприносе свеукупном доживљају окружења, често нису довољно развијена нити истражена (Carmona et al. 2003).

Перцепција се често меша са појмом когниције, певезујући је искључиво са осећајем вида. Међутим, она подразумева комплексан процес и разумевање подражаја из окружења који се према Ителсону (Ittelson, Franck, and O’Hanlon 1976) може поделити на следеће подпроцесе који делују симултано: когнитивни (укључује мишљење, организацију и архивирање података о окружењу), афективни (укључује осећања која утичу на стварање перцепције), интерпретативни (који подразумевају значења и повезивања добијена из окружења при чему се ослањамо на сећање и поређење нових стимулуса са претходним искуством) и евалуативни (подразумева формиране вредности и разграничења “доброг” и “лошег”).

Окружење можемо сматрати менталном конструкцијом, сликом коју свако од нас појединачно ствара и вреднује. Сlike су резултат процеса којим подстицаје из окружења филтрирамо кроз наша искуства и вредновање. За Линча (Lynch 1960, 6), слике из окружења су резултат двосмерног процеса у којем окружење предлаже разлике и односе од којих посматрач бира, организује, и даје значење ономе што види. Слично томе, и Монтгомери (Montgomery 1998, 100) разликује идентитет (оно што место заиста јесте) од слике места (која је комбинација овог идентитета места и перцепције места коју је креирао појединац на основу његових осећања и импресије тог места).

О когнитивним аспектима перцепције градског простора биће више речи у 5. поглављу ове дисертације.

2.3.4 Визуелни аспект

Иако се визуелни аспект често везује за естетску компоненту, он је много више од тога. Насар је идентификовао пет карактеристика “допадљивог” окружења: природност (предњаче елементи зеленила у односу на изграђену средину), уређеност, отвореност и дефинисаност простора (уоквирен простор који пружа висте и панораме), историјски значај и ред (у смислу организације, кохерентности, читљивости, јасноће).

Доживљај неког урбаног окружења је динамична активност која подразумева кретање у времену где нам се сваким покретом откривају нове секвенце. Да би описао визуелни аспект градског пејзажа Кален (Gordon Cullen) наводи термин *serial vision*, што би био низ визура које нам у налетима откривају нове просторе, а стимулирани су контрастима и драмом коју изазива супротстављеност елемената у окружењу (Cullen 1971). Он је такође сматрао да се урбани простори требају креирати из угла корисника који се креће од тачке до тачке у простору, и из чега цели град постаје пластично искуство, путовање кроз секвенце отворених и затворених простора, места наизменичног смењивања ограничености и отворености. О Каленовој теорији градског пејзажа биће говора у даљем делу дисертације.

2.3.5 Питање зеленила у отвореним јавним градским просторима

Зеленило у градским просторима присутно је кроз целу историју архитектуре и урбанизма (Madanipour 1996; McKibben 1989). Његова визуелно-естетска компонента узроковала је разне дебате у литеаратури урбаног дизајна (Jordaan, Puren, and Roos 2008; Madanipour 1996; Maruani and Amit-Cohen 2007; Thompson 2002), иако је недовољан број радова који говоре о доприносу зеленила у употреби јавних простора у градским центрима (Nordh, Alalouch, and Hartig 2011). Ђокић сматра да се ове функције обавезно морају одвојити. Зеленило као протективни фактор од атмосферилија на

трговима треба заменити изграђеним елементима као што су аркаде или лукови, као што је то случај са талијанским градовима (Djokić 2004, 298).

Тема зеленила посебно је постала битна у контексту заштите животне средине и појма одрживости. Али, и пре тога, потреба за контактом са природом у свакодневној друштвеној интеракцији нагласила је потребу за озелењеним просторима у градским центрима (A. Forsyth, Musacchio, and Fitzgerald 2005; (Ghavampour, Vale, and Del Aguila 2015).

У контексту ове дисертације, зеленило у јавним просторима узећемо у обзир са аспекта геометрије и ограничености визура, као и у контексту утицаја на одабир одређених путања кроз градско ткиво.

2.4 Јавни простори којима се ова дисертација бави

Наводећи раније шта се све може сматрати јавним просторима, у контексту ове дисертације и аспеката јавних простора којима се бави, издвојићемо и дефинисати оне јавне просторе који ће бити предмет истраживања. Ове просторе одвојићемо у две категорије: уличне мреже као систем јавних простора и урбане просторе (улице, тргове и објекте) као појединачне елементе ове мреже.

2.4.1 Улична мрежа и парцелација

Крећући се кроз градску мрежу улица ми упознајемо град. Улице дефинишу и окружују градске блокове који, опет, конституишу град и раздвајају јавно од приватног или полу-јавног, односно, оно што је приступачно свим грађанима или једном делу грађанства. У ширем смислу, улице су јавни и демократски простор града, место где се сви ми, са свим нашим различитостима сусрећемо и комуницирамо.

У морфолошком смислу, како смо раније навели, улични систем је најстабилнији елемент урбане форме, онај који трпи најмање промене кроз временске периоде.

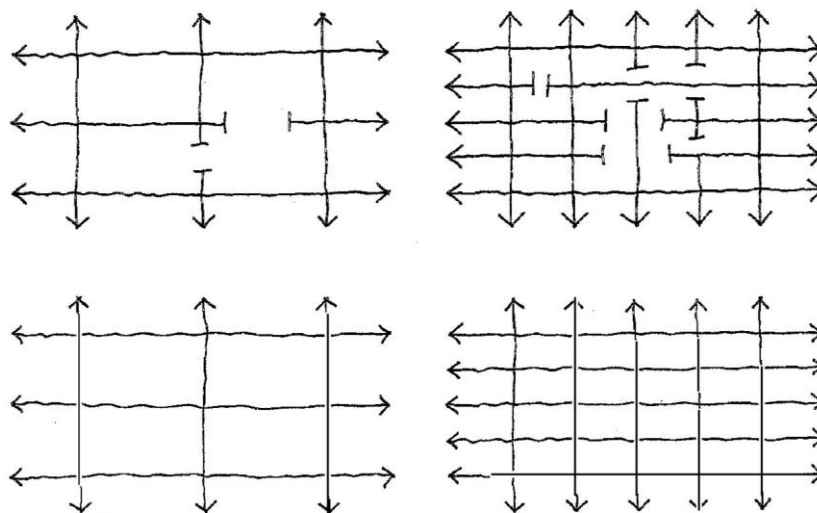
Постоје разни типови улица, у зависности од њихове величине, облика, повезаности унутар уличне мреже, и њихове функције. Ипак, карактер ових улица одређен је и елементима урбаног окружења који их уоквирују. То су најчешће облик парцела са једне или обе стране, објекти који се на њима налазе (димензије и пропорције у односу на ширину уличног фронта), положај тих објеката у зависности од регулационе линије чинећи улицу мање или више отвореном (Oliveira 2016, 15).

Систем отворених простора градског ткива укључује не само просторе кретања (које смо дефинисали као улице), већ и просторе стагнације, односно оне у којима се борави неки временски период (а које смо означили као тргове или паркове). Све претходно објашњено за улице, вреди и за ове типове јавног простора.

Парцелацијом је дефинисан и распоред градских блокова и, између њих, јавних простора. Блокови дефинишу простор и обрнуто. Из планова ових парцелација могу се читати историјски периоди код већине насеља где су се обрасци улица и јавних простора временом мењали и развијали.

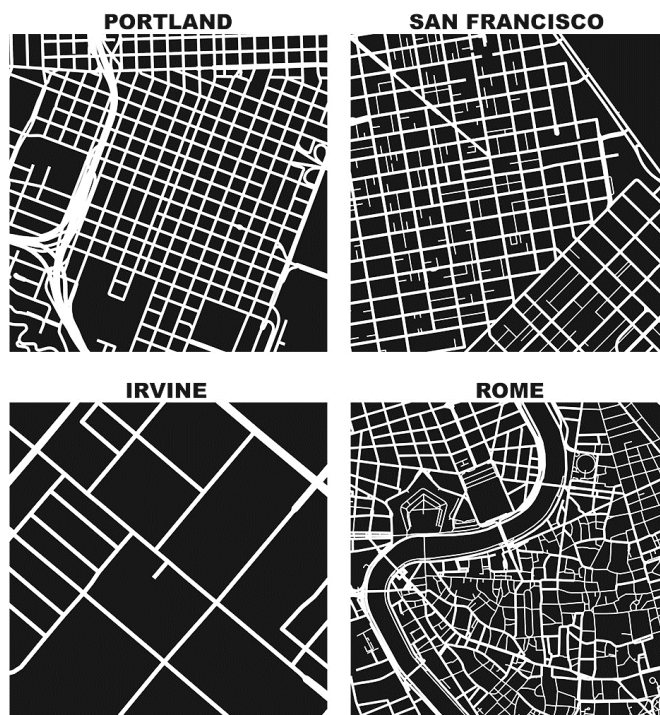
Основна карактеристика урбаног дизајна коју дефинише ова мрежа парцела и улица је **пропусност** (permeability) простора. Она дефинише до које мере неки простор дозвољава избор путања којим ћемо се кретати кроз њега. Она мери могућност кретања. Друга слична карактеристика простора је **приступачност** (accessibility) која говори колико је читљивост простора остварена у пракси. **Визуелна пропусност** се односи на могућност видљивости рута кроз окружење, док се **физичка пропусност** односи на могућност кретања кроз окружење. Оне нису нужно везане, па некада простор може имати визуелну, али не и физичку пропусност (и обрнуто). Парцелацијска мрежа која се састоји из много малих уличних блокова поседује ситнију урбану структуру, док за мрежу која има мањи број већих урбаних блокова кажемо да је крупнија. Ова прва нам нуди и већу могућност избора путања кроз простор, што је чини пропустљивијом (Слика 1). Мањи блокови такође повећавају и визуелну пропусност – што је блок мањи, то је лакше

кретати се од раскрснице до раскрснице што повећава свест корисника о могућностима простора кроз који се креће.



Слика 1: Пропусност уличне мреже. Ситнија структура мреже нуди више могућности да се са једног места доспе на друго (десно). Пропусност се смањује уколико у мрежи постоји дисконтинуитет. (Carmona et al. 2003)

Основну разлику у овим мрежама можемо направити на основу међусобног положаја улица, па можемо разликовати “правилну” (ортогоналну) мрежу коју карактерише геометријска правилност и “деформисану” код које та геометријска правилност није уочљива (Слика 2). Иако у смислу физичке пропусности облик мреже није важан, деформације могу утицати на кретање смањењем визуелне пропусности.



Слика 2. Примери правилних и деформисаних уличних мрежа (Jacobs 1995)

У земљама и регијама са дугом историјом развоја урбанизма, већина урбаних мрежа је деформисаног типа. Оне се често називају и *органичним* (њихова структура је настала спонтано, пре него плански). Бил Хилијер (Bill Hillier) је веома исцрпно у свом раду (B. Hillier and Hanson 1984; B. Hillier 2005) описао однос између кретања становника и развоја уличне мреже градова. Његова основна теза је да је кретање у великој мери условљено конфигурацијом урбаног простора. Заправо, он наводи да је урбана мрежа, у смислу просторне конфигурације, највећа самостална детерминанта урбаног кретања (детаљније погледати у поглављу 3 ове дисертације).

Док органске мреже обично имају живописнији карактер који је резултат њихове промењивости у отварању и затварању визура, правилне мреже су често окарактерисане као монотоне (Carmona et al. 2003).

Када говоримо о улици као друштвеном месту, онда говоримо о кретању пешака у њој, за разлику од аутомобилског саобраћаја који је искључиво циркулациони. Прилике за већину друштвене интеракције и

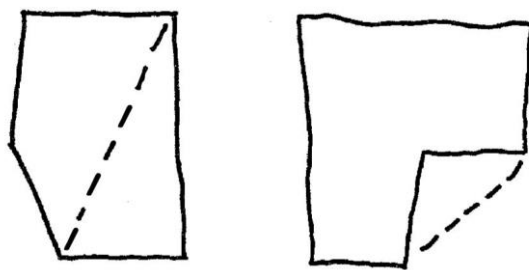
размене јављају се само онда када је аутомобил паркиран, што нас усмерава на одредиште те врсте кретања, пре него на само кретање.

2.4.2 Урбани простори

Пре него наведемо појединачне елементе урбаних простора (улицу, трг и објекте као дефинишући елемент улице и трга), осврнућемо се на генералне карактеристике јавних простора у смислу њихове форме.

Према Кармони (Carmona et al. 2003), јавне просторе у смислу форме можемо поделити на “позитивне” и “негативне”. Позитивни су релативно затворени и имају јасну и препознатљиву форму, мерљиви су и имају јасне границе. У принципу су прекинути, статични, али у својој композицији поседују ред. С друге стране, негативни простори немају јасну форму, односно, најчешће су настали као преостали простор око објеката који се у овом случају сматрају позитивним елементом. Овај простор је континуалан, односно тече и прелива се по рубовима околних објеката.

Разлику позитивних и негативних простора можемо мерити и њиховом конвексношћу. Простор је конвексан када линија која спаја било које две тачке тог простора целом својом дужином лежи унутар тог простора (Слика 3).



Слика 3: Конвексан (лево) и неконвексан (десно) простор (Carmona et al. 2003)

Према Транцику (Trancik 1986, према Carmona et al. 2003, 147), постоји и подела на “чврсте” и “меке” просторе у зависности од изграђености, па према томе, чврсте можемо сматрати онима који имају јасне зидане границе, док су

меки углавном они у којима доминира зеленило – паркови, баште, дрвореди. Предмет нашег истраживања биће ови први.

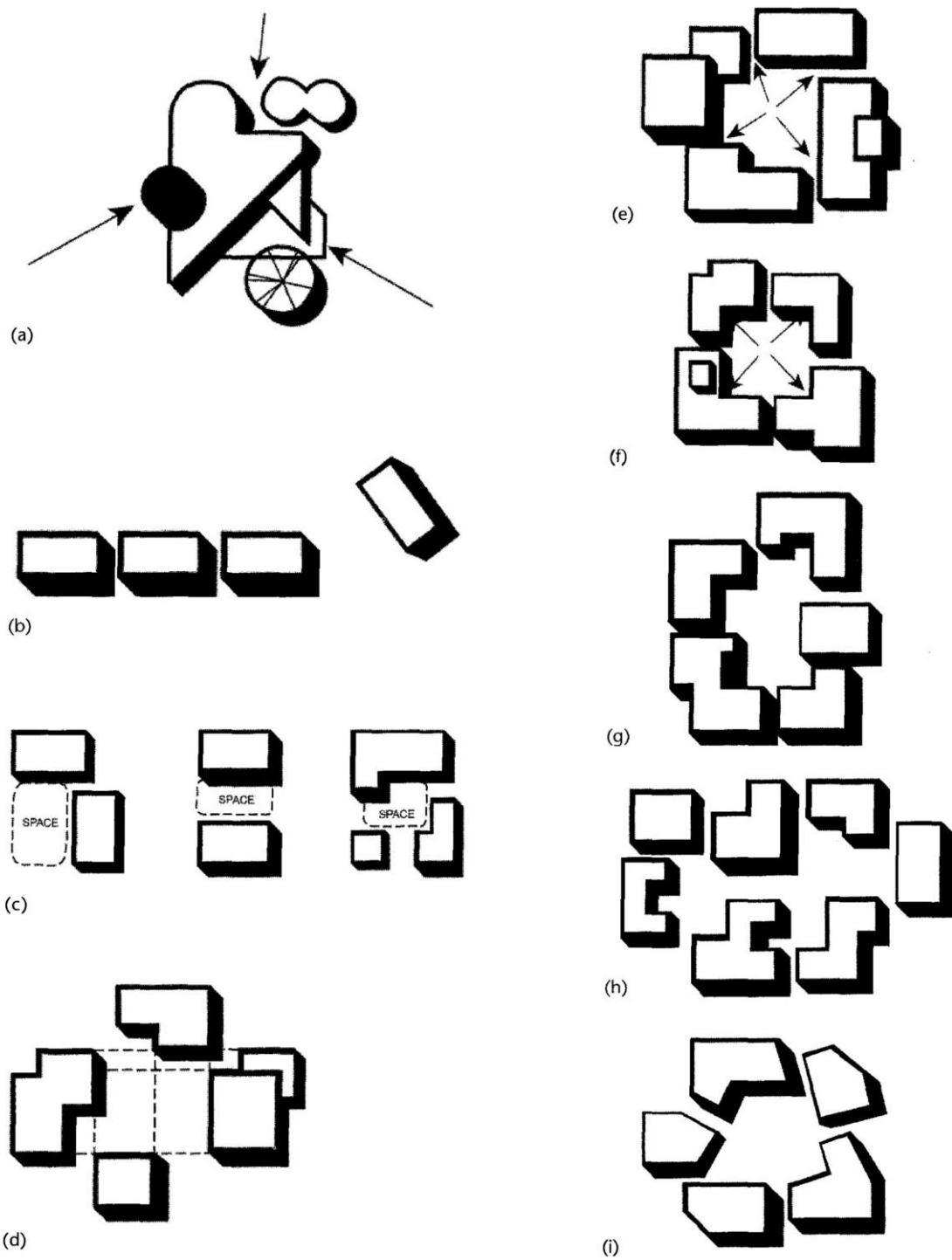
Све “чврсте” градске просторе дефинишу три основна елемента: околна изграђена структура, подлога и замишљени простор неба изнад изграђене структуре, за који Цукер (Zucker 1959, према Carmona et al. 2003, 147) тврди да се доживљава у висини три до четири пута већој од највишег објекта. Стога се затвореност и задржавање простора мора разматрати у све три демензије – и кроз планове, и кроз пресеке.

Количина затворености, и самим тим и ниво задржавања простора, делимично зависе од пропорције ширине простора и висине околних објеката. Најугоднија удаљеност посматрача од објекта је она која је два пута већа од висине објекта, али треба узети у обзир да нису ни све грађевине осмишљене са намером да буду сагледане одједном. Велика варијабилност у визуелном искуству може се постићи и осмишљавањем простора тако да по потреби и ограничава поглед на околне објекте.

Плански распоред простора и објеката је важан у креирању осећаја задржавања простора. Бут (Booth 1989) је разматрајући особину затворености простора формирао низ једноставних дијаграма (Слика 4). Један објекат релативно једноставне форме не дефинише простор, већ се може посматрати искључиво индивидуално (Слика 4/а). Најслабија дефинисаност простора се јавља када су објекти организовани у дугачке низове или када су разбацани по простору без јасне координације (Слика 4/б). У овом случају, објекти су индивидуални, неповезани елементи окружени “негативним” простором и без фокуса. Један од најједноставнијих и најчешћих начина да се оствари композициони ред је положај објеката управно једни на друге, али то често може бити и монотono (Слика 4/с). Веза између објеката може се успоставити и поравнањем неких њихових међусобних ивица (Слика 4/д). Алтернативни начин овом крутом ортогоналном положају је онај где су објекти под неким углом у односу једни на друге.

Најдиректнији начин креирања осећаја задржавања простора је груписање објеката око централног простора, затварајући и формирајући га својим фасадама. На угловима објеката где се простор отвара, додатно задржавање простора може се постићи преклапањем фасада како би се ограничила визура (Слика 4/e). Још већа кохезија простора добија се уколико се објекти који окружују простор ломе на угловима (Слика 4/f). Уколико је сав простор лако сагледив, он не позива на даље укључивање корисника и не имплицира кретање. Са потезима и испадима на фасадама објеката, простор може добити на квалитети у смислу скривених подпростора који му дају осећај мистерије (Слика 4/g). Ипак, што простор постаје комплекснији постоји опасност од његове поделе на мање независне просторе (Слика 4/h). Један доминантан просторни волумен у односу на мање компетитивне просторе доприноси успостављању фокуса на композицију. Такође, ти простори могу бити организовани по некој замишљеној оси.

Даљи битан елемент у стварању јаког осећаја места је положај отвора и приступа простору и путање кроз њега. Стазе које пролазе ободом простора доприносе задржавању унутар њега (Слика 4/i).



Слика 4: Принципи просторног задржавања и ограничавања (Booth 1983, према Carmona et al. 2003)

2.4.2.1 Улице и тргови

Иако позитивни урбани простори имају различите облике и величине, постоје два основна типа: улице (путеви, стазе, булевари, алеје) и тргови. Ови први су динамични простори са осећајем кретања, док су ови други простори задржавања. Однос ширине и дужине ових елемената већи од 1:3 сугерише динамично кретање у правцу дуже осе. Овај однос уједно дефинише и горњу границу која одређује улицу, односно, трг.

Улице и тргови могу се окарактерисати као формални и неформални. Формални најчешће имају јак осећај затворености: строго позициониран урбани мобилијар и поплочање, често симетричан карактер. Неформални су више слободни, имају разнолику архитектуру и изражену асиметрију. И један и други има своје предности и мане, али код простора код којих је стого поштована геометрија већа је вероватноћа да ће инвеститори и пројектанти поштовати, или бити обавезни да поштују постојеће границе. (Carmona et al. 2003)

Под тргом се обично мисли на отворени јавни простор окружен објектима. Овде се основна разлика мора поставити у намени ових простора, односно у зависности да ли је овај простор пратећи елемент неке важне грађевине, или је замишљен као простор окупљања (*people places*). Разлика није апсолутна, велики број тргова функционише на оба начина, међутим, негде су те разлике очигледне (Carmona et al. 2003)

Карактеристике тргова и улица посматраћемо детаљније кроз теорије Линча, Александера и Калена у поглављу 4.

2.4.2.2 Објекти

Иако објекти немају стабилност и трајност као што то има саобраћајна инфраструктура, они су веома битни елементи урбане форме јер су “највидљивији”, те заправо формирају простор. Оливеира је објекте генерално поделио на обичне и изузетне, водећи се њиховим значајем, наменом и

формом. У прву групу улазе углавном стамбени објекти и неки сервисни и комерцијални објекти који међу собом имају више сличности него разлика. Други тип подразумева објекте који су од значаја за град који се по својој форми издвајају из градског пејзажа (Oliveira 2016, 26).

Следећа битна карактеристика објеката је њихова висина и, битније, однос њихове висине и ширине уличног фронта којег окружују. Варијација ових димензија може узроковати значајне промене у урбаном пејзажу стварајући осећај затворености или отворености простора. Следећи битан елемент су фасаде, денивелације и позиција објеката у простору који заправо дефинише карактер трга или улице (Carmona et al. 2003).

Дакле, морфолошки приступ урбаном дизајну који се заснива на обрасцима урбане форме прије него на социолошким или функционалним аспектима имају одређени значај у формирању образаца кориштења тог простора. Међутим, перцепција, односно когнитивни параметри тог простора чине веома важну допуну у разумевању зашто се неки простори користе више или мање. У наредним поглављима дисертације образложићемо детаљније на који начин се морфолошки (кроз теорију просторне синтаксе) аспекти урбаних простора и когнитивни аспекти урбаних простора доведени у корелацију са његовом употребом.

3 ЈАВНИ ПРОСТОРИ У ТЕОРИЈИ ПРОСТОРНЕ СИНТАКСЕ (SPACE SYNTAX THEORY)

3.1 Основни појмови о теорији просторне синтаксе

Градови и изграђена средина представљају нам се на два начина: као физичка (изграђена) *форма* коју видимо и као *простор* који користимо док се кроз њих крећемо. Кроз историју архитектуре, теорија и критика су се углавном фокусирали на ово прво. Тек од краја деветнаестог века, архитектура почиње да обраћа пажњу на теоријски аспект простора, да би се током двадесетог века развио усмерен дискурс о њему, а до краја века већина архитектонских и урбанистичких теорија укључују поглавља о простору, односно теорији простора.

Архитектонски и урбани простор суштински се састоје из релацијских образаца који су одувек били интересантни филозофима, који сматрају да односи међу стварима не постоје у истом облику као те саме ствари. Стога је изазов био посматрати ове релације као менталне конструкције. Међутим, само овакво поимање простора може да га сведе искључиво на неку врсту менталног.

Теорија просторне синтаксе (Space syntax theory) настоји да прошири уобичајени интуитивни поглед на простор као скуп релација на далеко комплекснији простор свакодневне употребе, чинећи ове сложене релације експлицитним, прије него имплицитним (B. Hillier and Hanson 1984). Кључна разлика у овом приступу посматрања простора је та да просторна синтакса посматра ове релације као производ суживота физичке структуре (објеката и градова) и искуства људи који их користе. Стога она креће од проучавања феномена простора каквог затиче у реалном свету, настојећи даље да разуме просторност људске активности (B. Hillier 2005, 97).

Концепт града као комплексног система установљен је у академским круговима, међутим ретко кориштен у професионалној пракси. Стога је неопходна транслација ових теоријских дискурса у примењиво знање, где се

теорија просторне синтаксе доказала веома корисном. Применом просторне синтаксе процеси у урбаном окружењу најдиректније се везују за физички простор. Ова теорија тврди да свакодневне рутине појединца доприносе најразноврснијим облицима друштвене организације, а ове рутине су делимично омогућене и видљиве кроз суживот у јавном простору. Значај оваквог погледа на простор за архитектонско истраживање лежи у чињеници да су ови обрасци понашања условљени карактеристикама урбане форме настале из урбаног дизајна и архитектуре (Marcus, Legeby 2012).

Просторна синтакса спада у групу теорија и методологија које се тичу друштвене употребе простора, настала из заједничког истраживања Била Хилијера (Bill Hillier) и Џулијен Хенсон (Julienne Hanson) са Универзитета Колеџ у Лондону (University College London) средином седамдесетих година прошлог века. Од самог почетка, теорија просторне синтаксе је усмерена на однос простора и друштвеног живота, било да је у питању друштвени живот једног објекта, комплекса, насеља или целог града. У то време, пионирски приступ Хилијера и Хенсонове био је јединствен јер је укључивао анализу искључиво простора између изграђених структура, а не геометрију те структуре.

Током година различите студије широм света (Peronis et al. 1989; B. Hillier et al. 1993; Read and Budiarto 2003) показале су да конфигурацијске карактеристике простора непрекидно корелирају са обрасцем кретања кроз објекте и градове. Овај феномен, уврштен у “теорију природног кретања” говори да је “у урбаним системима примарни генератор пешачког кретања управо конфигурација простора, и у глобалу, жижна места у простору су изједначена и делују конфигурацијски” (B. Hillier et al. 1993; B. Hillier et al. 1993, 31). Према Хилијеру, чињеница да ће се одређен број људи кретати у неком уличном систему има за последицу пораст акумулације одређених садржаја као што су малопродаја, угоститељство или трговина у појединим зонама. Ово, опет, доприноси повећању кретања у овим зонама, стварајући циклични процес у форми центара и суб-центара у градовима широм света (Mora 2009, 17).

Током ових истраживања, дошло се до закључка да је витална компонента за стварање и одржање друштвеног живота у урбаном окружењу управо пешачко кретање, с обзиром да ова врста кретања (за разлику од колског) ствара потенцијал за друштвену интеракцију. Ова интеракција може бити отворена и директна (као што је, рецимо, разговор поред машине за копирање у канцеларијским просторима) или може бити индиректна и дискретна (као што је осећај сигурности у јавном простору изазван присуством других људи) (B. Hillier et al. 1993; B. Hillier 2007). Током година, истраживачи који су се бавили теоријом просторне синтаксе постепено су долазили до закључка да је пешачко кретање један од најбољих предикатора друштвеног успеха, односно неуспеха урбаног окружења. Овај однос између окружења и кретања његових корисника је окосница целе теорије (Congou-Dalton 2001, 11).

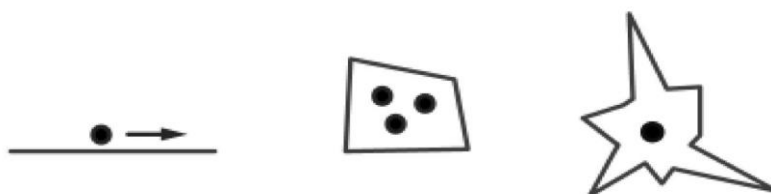
Просторна синтакса наглашава везу између апстрактних друштвених односа и физичког простора кроз његове физичке карактеристике. Посматрајући урбани простор уопштено, направљена је разлика између унутрашњег простора објеката који поседују одређену унутрашњу структуру и вањског простора одређеног тим истим објектима. Овај последњи, будући да чини основу за формирање друштвених односа, одређује их самом својом структуром. Урбани односи могу бити испољени кроз осећај друштвеног заједништва. Ово заједништво или друштвена кохезија се остварује на два начина: кроз локалне мреже и кроз мреже целог урбаног система. Ова прва се још назива и органска кохезија и резултат је узајамне зависности локалних актера, као и локалних система. Ова друга, механичка кохезија, укључује чланове различитих социјалних групација на основи идеологије или дељења истог мишљења.

У складу с тим, лични контакти остварени у отвореним просторима или ојачавају друштвену кохезију (уколико се ради о људима који живе у истом суседству), или стварају услове за механичку кохезију (уколико се ради о сусретима људи из других делова града). Поред основне разлике у природи сусрета, новонастали односи се такође разликују у контроли ових односа, јер

различита друштва другачије уређују личне и формалне односе. Ово се најбоље види у местима где се ови сусрети дешавају. Основна идеја теорије просторне синтаксе је управо у сусретима и могућностима њихове контроле кроз конфигурацију простора.

3.2 Представљање простора у теорији просторне синтаксе

Да бисмо разумели технике којима се теорија просторне синтаксе служи, морамо научити мислити о простору не као о позадини за људске активности, већ као интристички аспект свега што људи раде. Кретање кроз простор, интеракција са другима у простору или само поглед на амбијент неког простора поседују природну и потребну просторну геометрију (Слика 5). Кретање је у основи линеарна активност, интеракција захтева конвексан простор у којем постоји међусобна видљивост појединих тачака, док визууре из једне тачке образују видно поље које називамо изовист пољем. Кумулацијом ових искустава крећући се кроз комплексне обрасце у простору, ми градим трајну слику и стичемо утисак о овим обрасцима као о целини.



Слика 5: Простор као интристички аспект људске активности (B. Hillier 2005)

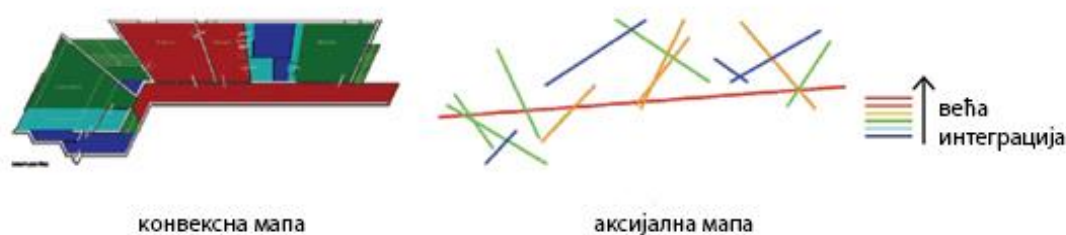
Свака од ових геометријских слика описује неки од аспеката кориштења или доживљаја простора, и управо због тога начин на који су објекти и градови организовани чини витални аспект њиховог настанка, употребе и разумевања. Простори у градовима су углавном линеарни (улице, булевари, авеније) са повременим конвексним елементима које називамо трговима или отвореним јавним просторима на чију функционаност велики утицај имају карактеристике њихових изовист поља. Према томе, језик градског простора исписан је језиком геометрије одражавајући људске обрасце понашања и искуства.

Друга битна идеја теорије просторне синтаксе је та да животни простор не чине само појединачна места, већ је он скуп релација између свих места која заједно чине просторни распоред неког објекта или града у целини. Ово називамо просторном конфигурацијом, мислећи овде на симултано постојање релација између појединих његових делова који чине целину. То је карактеристика и сваког језика, са разликом да он подржава две или три релације у исто време. Међутим, људи по рутини стварају комплексне обрасце и по једнакој рутини их разумеју и користе, иако их језик не може описати. Из овога закључујемо да људи разумеју комплексне просторне обрасце интуитивно, иако их не могу описати или анализирати лингвистички. Ово се највероватније дешава из разлога што користећи језик не размишљамо о синтакси док га користимо, док користећи простор однос појединих елемената у простору формира апаратус којим размишљамо. Због тога просторне обрасце лакше разумемо интуитивно него свесно (Ratti 2004).

Како је теорија просторне синтаксе у основи математичка теорија, она настоји да математички дефинише конфигурацијске карактеристике простора којег доживљавамо интуитивно, а манифестујемо га на начин на који формирамо реалне просторне обрасце кроз формирање објеката и градова. Можемо рећи да кроз посматрање стварног простора, она конструише људски језик простора, као што и лингвисти настоје да разумеју принципе језика студирајући га и анализирајући. У просторној синтакси, конфигурација подразумева не само додавање релација између два места у простору, већ пружа слику целокупног комплекса односа који се нижу један за другим.

Овде се ради о примени конфигурацијских мера на обрасце различитих геометријских елемената које формирају зграде и градови. Да ли ћемо одабрати линије, конвексне просторе, изовисте или чак тачке као елементе наше анализе зависи од акпеката функције коју желимо да истажимо. На пример, ако желимо да разумемо кретање у градовима, шематска, односно линијска презентација простора је најадекватнија (Al-Sayed et al. 2014).

Просторна синтакса почиње дефинисањем простора кретања и задржавања као фундаменталних функција у распореду, где је пропусност простора основни услов за функционисање структуре. Предложена презентација просторне структуре може бити интерпретирана или кроз конвексне или кроз аксијалне мапе (Слика 6).



Слика 6: Пример анализе конвексних и аксијалних мапа (Al-Sayed et al. 2014)

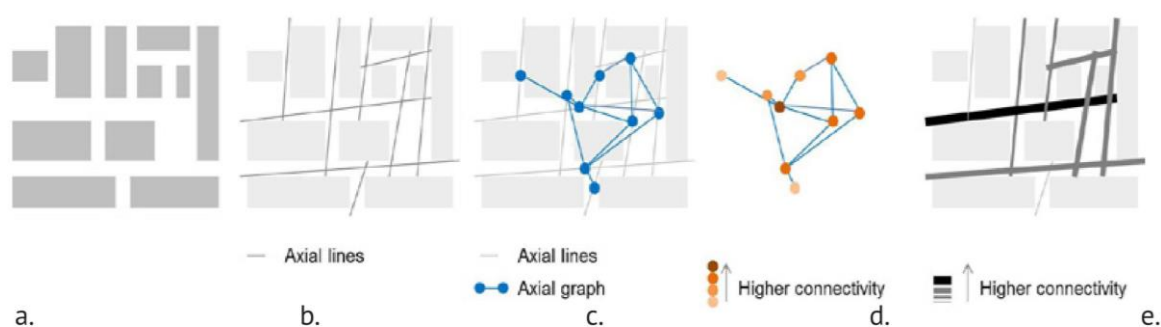
3.2.1 Метод аксијалних праваца

Временом, истраживачи на Универзитету Колеџ у Лондону су развили низ нових техника за просторну анализу које се могу користити за предвиђање пешачког кретања. Ове претпоставке су могуће на основу утврђене статистички значајне корелације између просторне конфигурације окружења и пешачког кретања. Један од разлога за ову корелацију произашао је из чињенице да се просторна синтакса фокусира на простор, а не на геометрију форме. Простор се не посматра само као низ процепа између објеката, већ као потенцијал за кретање. Током година, једна од техника анализе просторне синтаксе се показала бољом од осталих када је у питању предвиђање кретања (и пешака и аутомобила). То је метод аксијалних праваца (Conroy-Dalton 2001, 11).

У урбаној размери, теорија просторне синтаксе се ослања на генеричку функцију уличних простора. Свођење ових простора на најдуже приступачне линије које покривају све конвексне просторе на мапи називамо аксијалним правцима или линијама оптичке видљивости. Ови елементи и њихови односи са суседним елементима могу се представити у виду мреже (чворови или

тачке морфолошког графа G_a . Граф G_a ће се састојати од два сета информација: чворови графа (који престављају аксијалне правце) и сета линија који представљају повезаност ових праваца, односно њихова пресецишта. Суседност простора је основна релација која карактерише ове графове. Два простора (улице) су суседне у графу уколико је могућ директан приступ из једног простора у други. У аксијалном представљању, дубина се дефинише као промена правца кретања са једног аксијалног правца на други. Дубина је тополошка, према томе нема геометријску вредност. Аксијалне линије су основна синтактичка представа теорије, јер оне осликавају структуралне карактеристике уличне урбане мреже: дужине праваца, читљивост и синергију.

Пример представљања неког урбаног дела применом теорије просторне синтаксе приказан је на Слика 7. Урбани простор (а) представљен је као најмањи број најдужих линија пешачког кретања (b), а затим су ти аксијални правци представљени графом (c). Различите вредности степена повезаности приказане су за сваки чвор (d): чворови који имају више веза са суседним чворовима имају већу вредност *повезаности* (Connectivity). Ове вредности су затим представљене кроз дебљину аксијалних праваца (e) (Al-Sayed et al. 2014).



Слика 7: Представљање аксијалних мапа у теорији просторне синтаксе. (Al-Sayed et al. 2014)

За правце који су, у графичком смислу, више удаљени од осталих праваца у окружењу кажемо да су издвојени (segregated). Сходно томе, за правце који имају мању удаљеност од осталих елемената у систему кажемо да

су више интегрисани (integrated). Реципроцитет ове вредности зове се *вредност интеграције* (integration value) аксијалног правца и управо та вредност је константно имала највећу корелацију са просечном густином протока пешака (Conroy-Dalton 2001, 11). Треба напоменути да је тренутно најбољи показатељ пешачког кретања мера названа *интеграција трећег степена* (radius 3 integration) која је заправо вредност интеграције која у обзир узима само правце који су на три степена међусобне удаљености у графу. Из овог разлога, ова мера се назива и *локална интеграција*. Према томе, у суштини теорије просторне синтаксе је међусобна корелација простора, без обзира да ли се ради о представљању кроз технику аксијалних праваца или неку другу технику.

Претпоставке на којима се темељи техника аксијалних праваца су те да је најдужа линија оптичке видљивости битан фактор у доношењу одлука о смеру кретања корисника, те да је број промене правца кретања за корисника релевантнији од саме дужине трасе којом се креће (Bafna 2003).

Тарнер (Alasdair Turner) наглашава да су визуелне везе оне које су најочигледније (Turner 2007). Инголд (Tim Ingold) такође успоставља везу са Гибсоновом теоријом природног видног поља говорећи да свет перципирамо крећући се “путем опсервације”, односно да свет доживљавамо кроз низ слика (Ingold 2005). Ово откривање нових виста дешава се праволинијски. Те линије су оптичке константе. Такође треба узети у обзир да развој људског мозга и његове способности разумевања околине морају бити вођени геометријом окружења. Веза између појединца и аксијалних праваца се мора поставити не само из филозофских разлога. Са прагматичног стајалишта, постоје многе студије које се тичу просторне синтаксе и које проучавају односе између више простора, али се такође односе и на појединца унутар тог просторног система (његов потенцијал да заузме простор). Овде се мисли на Пепонисове (John Peronis) и Хакове (Saif-ul Haq) студије о оријентацији у простору (Peronis, Zimring, and Choi 1990a; Saif Haq 2003), Далтонине (Ruth Conroy Dalton) експерименте о навигацији у виртуелном простору (Conroy-Dalton 2001), Тарнерове и Пенове (Alan Penn) моделе кретања базиране на агентима (Penn

and Turner 2001), као и Тарнерове анализе графова видљивости (Turner et al. 2001). Свако од њих наглашава важност правих линија и наводи корелацију њихових истраживања са техником аксијалних праваца.

Међутим, недостатак ове технике лежи у самом процесу цртања аксијалних праваца. Овај процес се ради ручно, те постоји велика могућност да се за исти простор добије више могућих сетова аксијалних праваца. Не постоји алгоритам који би то аутоматски нацртао. Ако је идеја аксијалних праваца да повеже максималан број конвексних простора, математички је немогуће проблем свести на репетитивни процес са идентичним исходом (deBerg, van Krefeld et al. 1997).

Овај проблем у дефинисању методологије за исцртавање аксијалних праваца захтева одређен ниво интерпретације у исцртавању шеме аксијалних праваца, а затим и одређен ниво интерпретације у повезивању конвексних простора са тим правцима, што упућује на питање поузданости ових цртежа услед фактора људске грешке. Не постоје објављени подаци о проценту ових грешака између обучених и необучених људи за исцртавање овом техником. Такође не постоји ни стандардизована процедура контроле разлика у цртању како би се доказала поузданост ове технике, нити су технике међусобно поређене. Према томе, техника исцртавања најмањег броја аксијалних праваца не нуди истраживачима поуздане и компарабилне податке у смислу основне истраживачке методологије (Desyllas and Duxbury 2001).

И поред утврђене везе конфигурацијских карактеристика простора са обрасцима кретања, технике просторне синтаксе биле су предмет критике појединих аутора. Рати (Carlo Ratti) тврди да аксијално представљање просторне синтаксе занемарује благе девијације улица умањујући тиме реалистичност тих презентација. Такође наводи да просторна синтакса занемарује метричке вредности, за које он сматра да су централни аспекти људског разумевања простора (Ratti 2004). Његово мишљење дели и Далтон (Nick Dalton) сматрајући да један аксијални правац не може представљати једну компоненту мреже не узимајући у обзир његову дужину (N. Dalton 2001).

Он сматра да су и метрички и геометријски аспекти простора фундаментални у разумевању простора код људи.

Из ових разлога, теорија просторне синтаксе понудила је другу технику мерења која аксијалне правце дели на сегменте.

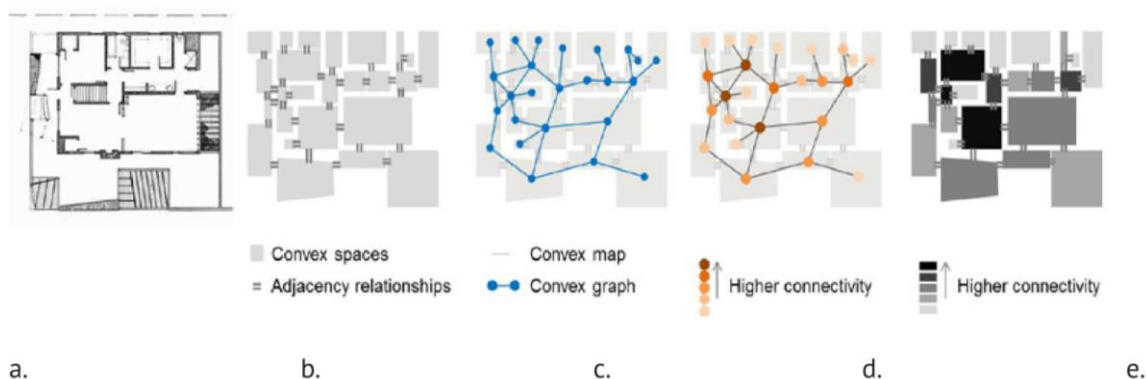
3.2.1.1 Анализа сегмената

Анализа аксијалних праваца показала се мање успешном када се ради о неkontинуираним правцима у систему кретања. Ово је посебно био случај са градовима који имају јединствену структуру са врло мало прекида и јасне линеарне потезе који ортогоналну мрежу секу дијагонално. Због тога је уведена ситнија структура представљања просторне синтаксе која узима у обзир сегменте уличне мреже као елементарну компоненту за анализу. Сваки улични сегмент је дефинисан пресеком два аксијална правца. Сегменти имају геометријске карактеристике сабирајући углове између сваког пара пресечних улица. Једна од највише коришћених конфигурацијских метода за анализу је дубина у односу на угао (angular depth) која подразумева путање са најмањим углом промене правца кретања. Потврђено је да ова угаона анализа највише кореспондира са просторном навигацијом, јер корисници најчешће имају тенденцију да минимизирају когнитивну дистанцу док шетају кроз непознато окружење (B. Hillier and Iida 2005). Поједини аутори такође препоручују ову врсту анализе у комбинацији са ограниченим радијусом како би се избегли ефекти рубних улица с обзиром да мрежни систем на цртежу мора бити ограничен, иако у стварности то није (Turner 2001). Важно је нагласити да се тај радијус односи на метричку удаљеност од сваког сегмента у систему. Према томе, радијус вредности “n” подразумева да је сваки сегмент мреже у релацији са свим осталим сегментима у тој мрежи, док радијус вредности нпр. “500” подразумева да је сваки сегмент у релацији са сегментима који су до 500 м удаљени од њега крећући се мрежом.

3.2.2 Конвексне мапе

Још један начин представљања просторне синтаксе је конвексна мапа. Конвексна мапа представља односе суседних простора сводећи комплексни просторни систем на најмањи број највећих конвексних простора.

У сваком конвексном простору, пар тачака је међусобно сагледив. Простори који су суседни имаће један степен међусобне дубине, они са минимално једним простором између имаће два степена и тако даље. Као и код аксијалних праваца, дубина између два простора дефинисана је бројем синтактичких корака потребних да се од једног простора додђе до другог у графу. Слика 8 приказује пример представљања архитектонског простора Френка Герија конвексним мапама. Просторни распоред (а) представљен је конвексним појединачним просторима/површинама (b). Ови простори су повезани на местима где постоји директна веза између њих. Конвексна мапа је затим представљена графом (c) и различите вредности мере *повезаности* су наглашене у графу (d) и конвексној мапи (e) (Al-Sayed et al. 2014) .

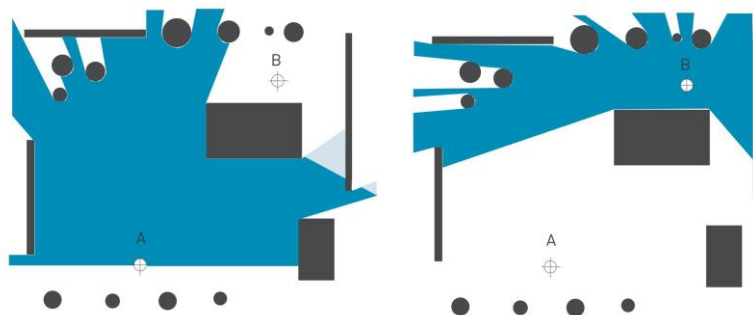


Слика 8: Представљање теорије просторне синтаксе конвексним мапама (Al-Sayed et al. 2014)

Бафна (Sonit Bafna) тврди да је ова метода анализе такође субјективна, јер термин “највећи конвексни простор” није формално дефинисан у теорији просторне синтаксе и тиме остаје интуитиван (Bafna 2003).

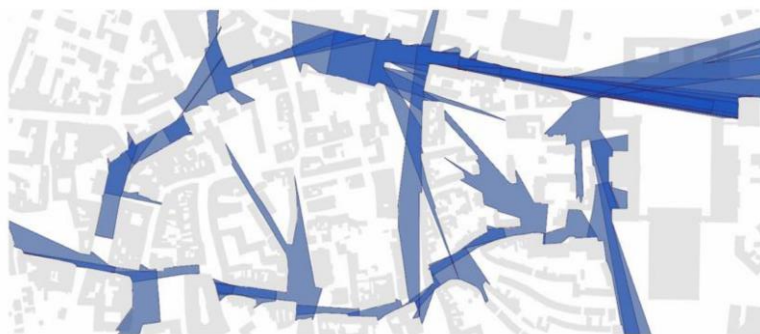
3.2.3 Изовисти

Изовист, или видно поље, први пут се спомиње код Бенедикта (Benedikt 1979), а означава површину просторног окружења која може да се сагледа из једне тачке. Изовист је физичка величина ограничена затвореним полигоном, па стога она има геометријске карактеристике као што су површина или обим (Слика 9). Просторне вредности видног поља могу се везати за тачку, те је могуће конструисати граф повезаности те тачке са свим другим тачкама у простору. Изовист се такође може дефинисати за неку површину, или у форми низа изовиста који су део неке путање како би се приказао доживљај корисника који се креће кроз неки простор (Слика 10).



Слика 9: Пример изовиста за угао од 180 (лево) и 360 степени (десно) (van Nes 2011)

Изовисти се могу посматрати и као површина осветљена када се светлост емитује из очне тачке. У научној литератури, то је хоризонтални пресек кроз простор на висини ока посматрача паралелан са подом (земљином површином), што га чини затвореним дводимензионалним полигоном. Иако се ова техника користи углавном у анализи затворених простора, Морело и Рати сматрају да се она такође веома успешно може користити и код отворених јавних простора ширих размера (Morello and Ratti 2009, 842).

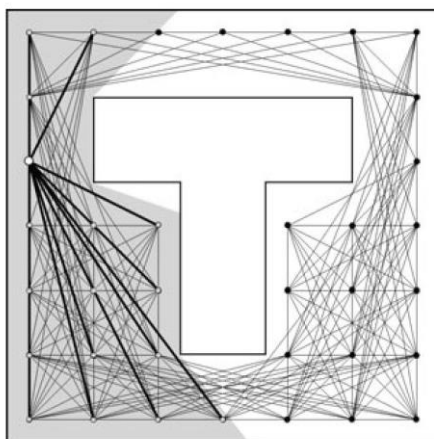


Слика 10: Изовисти дуж путање (Bielik et al. 2015)

Карактеристика овог концепта је та да су изовисти интуитивно привлачан начин размишљања о простору, јер пружају опис простора из угла појединца. И управо због тога су важни за архитектонску анализу. Бенедикт је дао неке предлоге квантификације ове методе као што је обим и површина, међутим, како би се квантификовао простор у целини, потребно је посматрати више изовиста и њихов међусобни однос. Ово га води ка томе да дефинише *изовист поље*.

Проширење појма изовиста са изовист пољима дао би много значајније резултате у анализи отворених јавних градских простора, с обзиром да оно представља суму свих погледа у свакој тачки неког простора. Другим речима, оно представља вредности изовиста додељену свакој видној тачки (обим, површина и сл.) пружајући тако објективнију карактеризацију окружења.

Тарнер је увео ширу методологију у циљу повећања потенцијала друштвене корелације са изовистима. Дакле, уместо да испитује вредности једног изовиста, Тарнер конструише граф користећи изовисте као тачке, а релације међу њима као ивице графа. Резултат је граф *видљивости* приказан на Слика 11. Конструкција графа видљивости стога укључује две компоненте. Прва је одлука о тачкама у простору како би се формирали врхови графа. Те тачке обично подразумевају растер тачака који може бити гушћи и ређи. Одабир густине мреже ових тачака махом зависи од снаге рачунара којим ћемо вршити анализу. Друга је одлука о томе које релације међу паровима изовиста су од значаја како бисмо формирали везе (Turner et al. 2001).



Слика 11: Изовист поље дефинисано према вредностима изовиста за више тачака у простору (Turner et al. 2001)

3.2.3.1 3Д изовисти

Од првог увођења у просторно планирање 1979, изовисти су постали активно поље истраживања. Многи аутори су дали своје предлоге техника њиховог рачунања и формирања облика у односу на урбану морфологију. То је изнедрило многобројне резултате које је тешко интерпретирати са стране архитектонског и урбанистичког становишта. Даље, традиционалне методе рачунања подразумевају модел, који није увек у складу са стварном људском перцепцијом простора, првенствено, не узимајући у обзир вертикалну димензију простора, него се свдећи на посматрање простора дводимензионално. Такође, традиционалне методе не узимају у обзир ни динамичку компоненту кретања кроз простор, а која је фундаментана карактеристика у перцепцији простора.

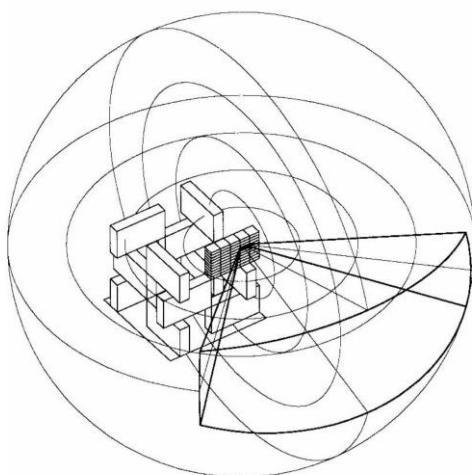
Тродимензионални изовисти дефинишу (Слика 12) тродимензионално видно поље које се може обухватити из једне тачке посматрања узимајући у обзир угао гледања, па стога имамо сферичне или конусне технике мерења. У односу на дводимензионалне технике, ова више одражава стварно перципирану волуметрију простора. Додавање треће димензије поспешује симулацију физичког окружења посматраног са неке тачке (Morello and Ratti 2009, 845).

Софтвери који могу да пруже анализу тродимензионалних изовиста разматрани су протеклих година од стране неколицине аутора (van Bilsen and Stolk 2005). За развој ове анализе било је потребно дефинисати поједине параметре у простору који би били од значаја: просторна отвореност (Fisher-Gewirtzman and Wagner 2003), отвореност неба (Teller 2003; Sarradin et al. 2007), а у скорије време разна мерења су вршена на дигиталним просторним моделима (Morello and Ratti 2009). Ипак, ниједно од ових истраживања се не може сматрати генералним тродимензионалним приступом. Просторни модели су, на пример, тешко примењиви у ширем урбаном подручју. Интересантна је такође и тенденција употребе ових визуелних анализа у виртуелним игрицама (van Bilsen 2009; van Bilsen and Poelman 2009).

Додане вредности тродимензионане анализе, у поређењу са дводимензионалном, дао је Ван Билсен (van Bilsen 2009):

- Вертикална димензија (висина објеката) је занемарена у дводимензионалној анализи
- Доступност кретања у градовима такође зависи од разлике у висинама (успони, мостови и сл.) што дводимензионалном анализом није обухваћено
- Непотпуна анализа просторних репера (у дводимензионалној анализи)
- У тродимензионалној анализи могућа је анализа фасада, односно међусобна видљивост делова објеката у односу на приватност
- Могућност развоја концепата базираних на густини изграђености и осунчаности у тродимензионалној анализи
- Поређење перспективних погледа у односу на висину посматрача

Ипак, због недостатка средстава за истраживање, ова метода није систематично примењена на различита урбана подручја и доведена у везу са друштвено економским процесима. Ипак, како се чини, тродимензионална изовист анализа може бацити ново светло на утицај волуметрије и топографије објеката на људску перцепцију и друштвену активност у простору. (van Nes 2011)



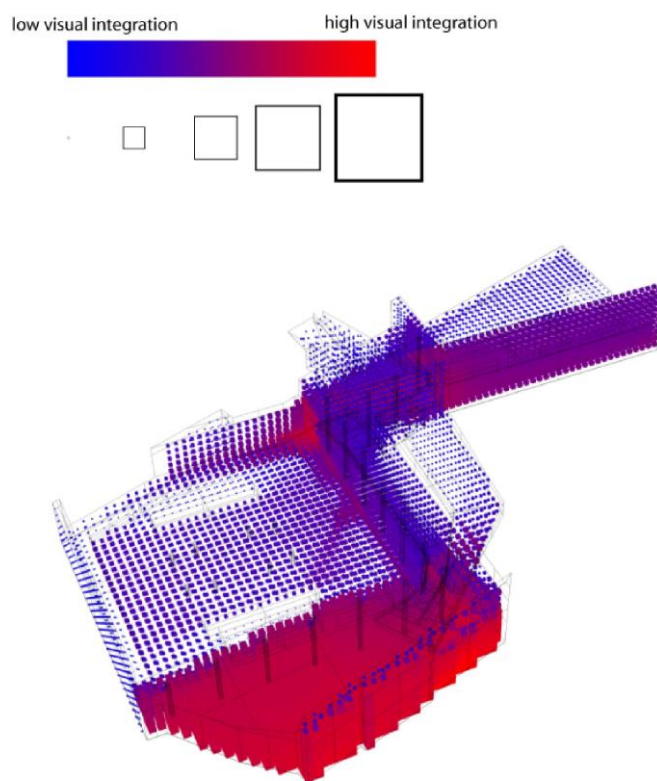
Слика 12: Пример тродимезионалног изовиста (Fisher-Gewirtzman and Wagner 2003)

Дакле, тродимензионалном анализом изовиста могуће је описати, визуелизовати и представити релевантне параметре који су дводимензионалном анализом изостављени. Ове вредности су нарочито важне у просторима где хоризонтално кретање није већином доминантно, као што су рампе, степеништа, или нивелисани терени. Такође су важни и у просторима где је битна визура на високе објекте (репере) уочљиве у даљини. (Derix, Gamlesæter, and Carranza 2008, 67)

Поједини аутори бавили су се темом презентације и рачунања тродиментионалних изовиста (Fisher-Gewirtzman and Wagner 2003 (Morello and Ratti 2009; Varoudis and Psarra 2014; Derix, Gamlesæter, and Carranza 2008; Bhatia, Chalup, and Ostwald 2012; Bhatia, Chalup, and Ostwald 2013), базирајући се на методама које подразумевају или технике тродимензионалних растера дефинисане тачкама или линијске (векторске) технике.

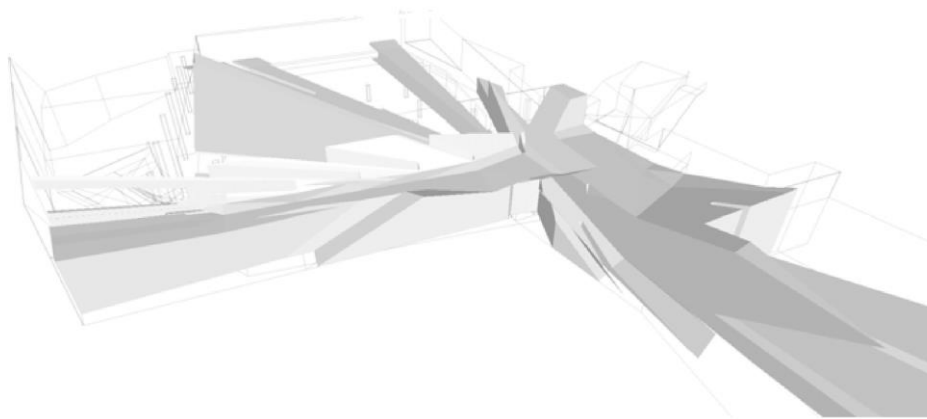
Техника засебних тачака описана је у раду Дерикса, Дамлесетера и Гаранзе (Derix, Gamlesæter, and Carranza 2008). Алгоритам кориштен за овај прорачун графа видљивости базиран је на попуни простора тродимензионалним растером тачака где је затим рачуната видљивост између њих (Слика 13). Ово се ради провлачењем зрака између свих тачака међусобно под условом да тај зрак није прекунит неким објектом у простору како би се успоставиле линије графа. Други начин је сума свих тачака у

простору које су видљиве из правца очне тачке. Ово је је наприближније ономе што је Бенедикт дефинисао као изовист поље. (Derix, Gamlesæter, and Carranza 2008)



Слика 13: Метода рачунања 3Д изовиста просторним растером тачака (Derix, Gamlesæter, and Carranza 2008)

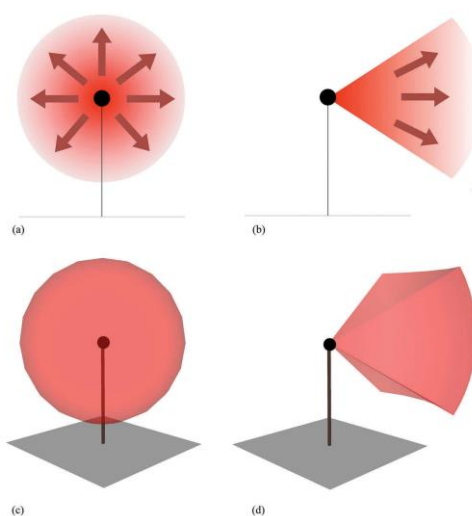
Радијални полиедарски метод рачунања изовиста (Слика 14) подразумева пројекцију зрака из очне тачке радијално на суседне објекте у дигиталном моделу где скуп крајњих тачака на тим објектима формирају затворени полиедар. У овом случају могуће је добити вредности центроида овог полиедра, запремину, као и друге његове геометријске вредности.



Слика 14: Радијални полиедарски метод рачунања 3Д изовиста (Derix, Gamlesæter, and Carranza 2008)

Други аутори који су се бавили калкулацијом 3Д изовиста користили су сличне методе, али које се по типу могу сврстати у ове две претходно описане. Тако је Сулејман у свом истраживању користио воксел модел који је заправо полиедарског типа (Suleiman, Joliveau, and Favier 2013). Примена 3Д изовиста временом и напретком технологије се показала изводљивом, те су Лонерган и Хедли успоставили и следећу типологију (Lonergan and Hedley 2015) (Слика 15):

- Паноптички изовист (са ширином видног поља које је сферично)
- Усмерени и ограничени изовист (ограничен углом посматрања)



Слика 15: Типологија тродимензионалног изовиста: паноптички (лево) и ограничени/усмерени (десно) (Lonergan and Hedley 2015)

Паноптички изовисти су веома корисни за процену потенцијалног видног поља неког посматрача у једној тачки. Међутим, ниједан човек не може сагледати видно поље од 360 степени одједном. Стога овакви изовисти заправо мере потенцијал видљивости неке тачке, односно, шта би неки посматрач могао видети, а не шта заиста види.

С друге стране, ограничени изовист описује поље ограничено лимитирајућим карактеристикама као што је угао гледања или усмерење погледа. Његова геометрија је промењива и може се поредити са усмереним снопом светлости ка неком објекту. Овакви изовисти боље описују ограниченост посматрача и релевантнији су у употреби код корисника који је у покрету (Lonergan and Hedley 2015).

Ипак, ове тродимензионалне технике нису поређене са техникама дводимензионалне анализе, нити са стварним мерењима у архитектонском окружењу, те би додатна истраживања ове методе била од важности за разумевање простора и доживљаја у њему.

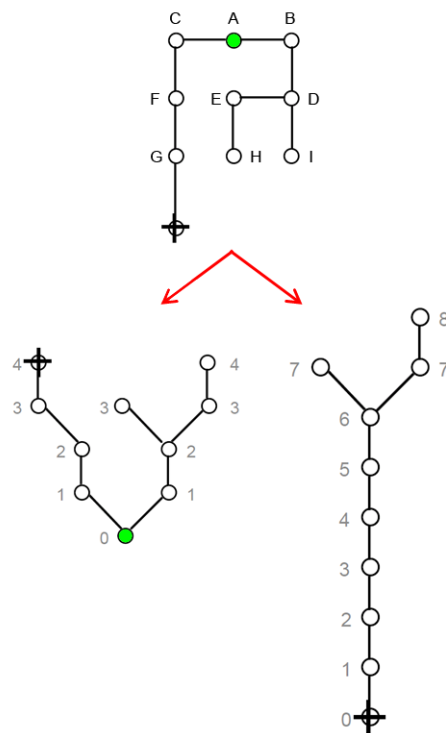
Иако је анализа тродимензионалних изовиста присутна у истраживањима у пољу урбаног дизајна, дводимензионални изовисти и даље доминирају у савременој анализи видљивости простора. Често се само термин *изовист* користи при употреби и једне и друге технике, иако то није у потпуности тачно. Дводимензионални изовисти су подсетови тродимензионалних изовиста. Ограничења у обиму калкулације тродимензионалних изовиста ограничавала су њихову употребу у ранијим истраживањима, међутим, како напредак технологије буде одмицао, неминовно је да ће се употреба тродимензионалних изовиста повећати.

3.3 Анализа простора у просторној синтакси

3.3.1 Графови

Просторна синтакса заснована је на конфигурацији простора и као таква, централну улогу у његовој анализи играју просторни односи.

Просторни односи представљени су у форми **графова** о чему смо говорили у поглављу 3.2.1. У дну графа постављена је почетна тачка графа која представља простор у односу на који се посматрају остале тачке у систему. За њу се вежу суседни простори који су директно повезани са њим и они представљају први ниво дубине простора. На њих се настављају простори другог нивоа дубине директно повезани са првим нивоом и тако редом. Графови истог просторног система се разликују у односу на почетну тачку из које се простор посматра. Сваки од њих представља целокипан систем виђен из те тачке (Слика 16).



Слика 16. Графови истог простора (горе) виђени из различитих тачака (<http://otp.spacesyntax.net/overview-2/analysis-of-spatial-relations/>)

3.3.2 Појам удаљености

Постоје три основне тополошке мере које описују карактеристике просторног графа. Оне се користе као квантитативне вредности просторне конфигурације. Ове мере се могу применити и као мере “суседности” сваког чвора у графу. Под “суседношћу” се сматра одређена удаљеност од појединих тачака у графу и она може бити тополошка, метричка или угаона.

Тополошка удаљеност представља број скретања између две тачке у простору. Угаона удаљеност је промена у углу кретања од једног простора до другог и повезана је са бројем скретања. Претпоставља се да ће људи одабрати руту која ће резултирати минималном угаоним променом у правцу. Метричка удаљеност је Еуклидска удаљеност између два простора изражена у метрима (<http://otp.spacesyntax.net/overview-2/analysis-of-spatial-relations/>).

3.3.3 Синтактичке мере

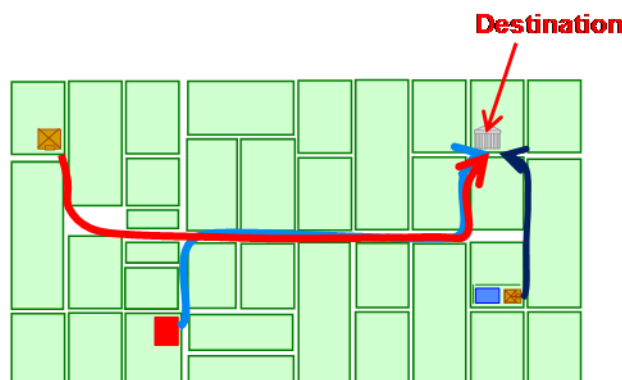
Ова три претходно наведена појма примењиваће се у рачунању различитих синтактичких мера. Истраживање које су спровели Хилијер и његови сарадници (B. Hillier et al. 1987, 236) резултовало је формирањем модела за мерење просторних односа који простор првенствено види састављен из два елемента: чврстог система појединих простора који стоје у неком међусобном односу и низа покретних појединаца који окупирају тај простор. Према томе, простор истовремено има и **статичку** и **динамичку** компоненту. Ово је једна димензија њиховог модела. Друга димензија се односи на разлику између **локалних** и **глобалних** карактеристика простора. Свако појединачно место у простору има своје карактеристике у односу на суседне просторе. Међутим, оно истовремено заузима одређену позицију унутар целокупног система.

За формирање овог модела кориштене су основне 4 мере просторне синтаксе:

Повезаност (Connectivity) представља број непосредних суседних простора који су директно повезани са посматраним простором. Ова мера је *локална* и истовремено *статичка*.

Интеграција (Integration или Closeness) је једна од фундаменталних мера која одређује колико је сваки елемент у простору близу или је приступачан свим осталим просторима у целокупном систему, без обзира који појам удаљености изаберемо.

Слика 17. на пример, показује три најкраће руте од три изабрана полазишта у систему до одредишта у односу на угаону дистанцу.



Слика 17. Интеграција: три руте са најмањом угаоном удаљености до неког одредишта (<http://otp.spacesyntax.net/overview-2/analysis-of-spatial-relations/>)

Ова мера показује колико је неки појединачан простор повезан са свим осталим просторима у систему и колика је вероватноћа за кретањем корисника кроз тај простор, што повећава могућност сурета у њему (B. Hillier 2007). Интеграција показује потенцијал кретања ка неком специфичном простору (to-movement potential).

Ова мера је *глобална и статична*.

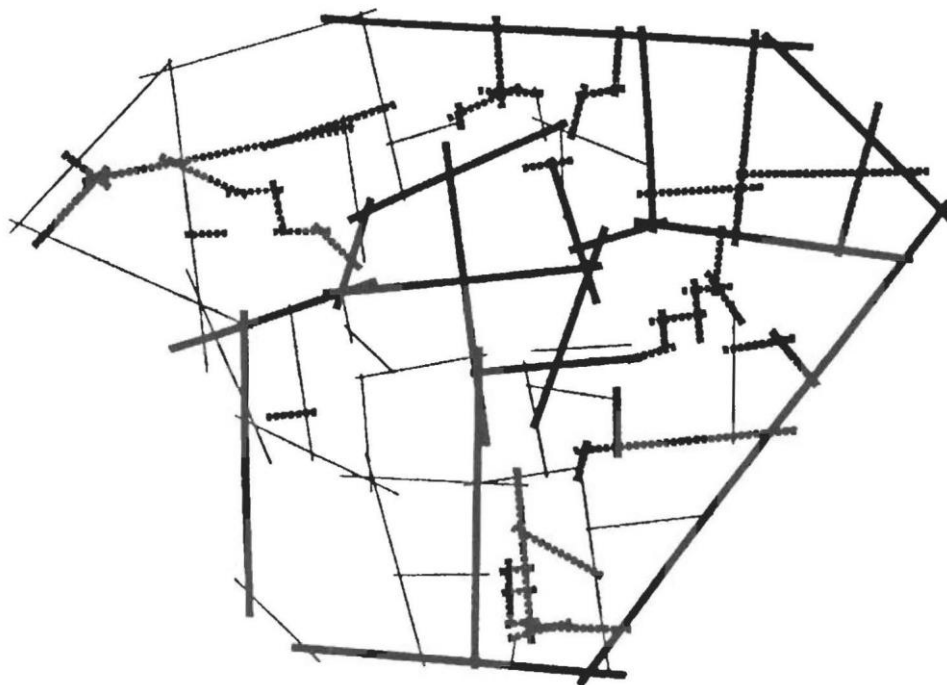
Ниво интегрисаности неког правца у систем може се изразити бројчано формулом која пореди систем са његовим појединим деловима. Формула за вредност интеграције је:

$$IV \text{ (Integration Value)} = 2 (MD - 1) / (K - 2)$$

Где је MD (Mean Depth) просечна дубина свих праваца од тог правца, а K је укупан број елемената у систему. Резултат је вредност између 0 и 1, где 0 означава максималну интеграцију у систем, а 1 максималну сегрегацију (W. R.G. Hillier, Hanson, and Peponis 1987, 227).

Управо зато што се неки урбани систем разликује у својим појединачним деловима, вредности интеграције могу нам открити скелет

овог система који називамо *интеграцијско језгро* (Слика18). Оно представља мрежу коју чини 10 или 25% највише интегрисаних елемената у систему.



Слика18: Интеграцијско језгро урбане структуре (W. R.G. Hillier, Hanson, and Peponis 1987, 228)

Интеграцијско језгро је вероватно најважнија структура плана града. Оно зависи од типа града, али углавном има облик деформисаног круга, што Хијилер сматра веома битним закључком. У својим истраживањима он је наишао на форме прикривеног језгра (средиште и зупци без обруча), централизованог језгра (само средиште), периферног језгра (само обруч), продирућег језгра (један зубац и део обруча), линераног језгра (серије линија) и слично. Ова језгра могу се наћи и на локалном и на глобалном нивоу, могу бити дубока или плитка, фрагментисана или уједињена. Њихов облик и положај зависи од намене града, а условљени су социјалном структуром.

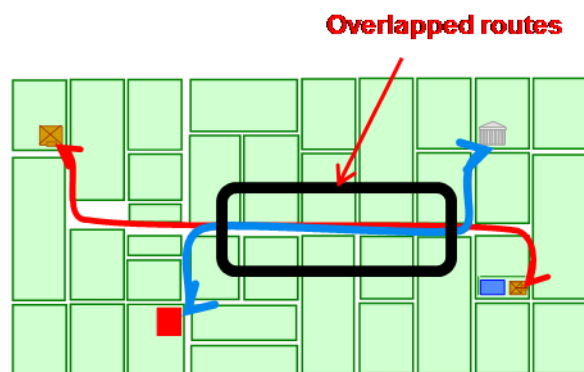
Дакле, глобалне карактеристике урбаног подручја могу се описати аксијалном организацијом и интеграцијском структуром. Локалне карактеристике неког простора могу се сагледати ако узмемо у обзир број веза између неког простора у систему и његових непосредних суседних простора. Ту вредност називамо **контролом**.

Контрола (Control) је *локална* и *динамичка* мера и показује степен избора који неки простор нуди за кретање ка првом суседном простору.

Контрола се мери једноставнијом, али мукотрпнијом методом. Сваки простор има одређен број непосредних суседа, n . Према томе, он сваком свом суседу предаје вредност $1/n$, и овај број се затим сабира за сваки простор који “прима” везе како би се добила вредност контроле тог простора. У принципу, сваки простор учествује у систему са једном јединицом и истовремено добија повратне вредности од својих суседа. Простори са вредношћу већом од 1 су простори високе контроле, док су они са вредношћу нижом од 1 простори ниске контроле.

Избор (Choice или Betweenness) мери проток кретања кроз неки простор, односно, до које мере овај простор лежи на најкраћим путањама од сваке тачке у систему до свих других тачака у том систему, без обзира који појам удљености посматрали (Слика 19). Он показује потенцијал кретања кроз целокупан простор (through-movement potential).

Ово је *глобална* и *динамичка* мера.



Слика 19. Избор: место подударења најкраћих рута три тачке у систему крећући се ка истом одредишту (<http://otp.spacesyntax.net/overview-2/analysis-of-spatial-relations/>)

3.3.4 Размера – радијус кретања

Како би се анализирале карактеристике простора различитих размера уведен је појам *радијуса* који дефинише подсистем који се посматра у

одређеном пречнику око одабраног елемента система. Као резултат имамо пакет мера којима се процењује просторна конфигурација који варирају на основу метричке удаљености.

3.3.5 Остале мере просторне синтаксе

Комбинацијом или адаптацијом наведених мера, временом су добијене и друге мере за анализу простора као што су повезаност, тотална дубина, ентропија, интензитет, синергија. Најкориштеније од ових су мере *угаоног избора* (angular choice) и *угаоне интеграције* (angular integration) са различитим радијусима, јер су ове мере највише провераване кроз низ истраживања и примене у пракси. Хилијер и Илда су демонстрирали да угаоне мере више корелирају са концентрацијом пешачког саобраћаја него мера најмањег броја скртања или мера најкраће руте. Објашњење за ово је дато мишљењем да људи користе угаоне геометријске моделе окружења у менталним мапама (о менталним мапама ће бити више речи у следећем поглављу) како би проценили удаљеност (B. Hillier and Ilda 2005).

Корелација ових мера може описати неке карактеристике простора везане за оријентацију у њему (Conroy-Dalton 2001). **Читљивост** (Intelligibility), на пример, је корелација између повезаности и глобалне интеграције. Она нам говори колико је тешко/лако неке у локалном контексту да разуме глобалну структуру мреже у којој се налази. Ова мера је веома важна када се ради о сналажењу у простору и перцепцији простора. Природно кретање у неком систему ослања се на ниво читљивости тог простора.

Интеграција и читљивост су кључни параметри неког простора – обрасци пешачког кретања у урбаним структурама одређени су најпре обрасцем интеграције система, тј. његовим језгром, а густина кретања одређена је укупним степеном интеграције. Ово значи да је густина пешачког кретања у неком делу система одређена најпре релацијом тог дела према целом систему, а тек онда локалним карактеристикама тог простора.

Хилијер такође наводи да је у већини урбаних структура најбољи предсказатељ кретања интеграција, пре него избор, те да је то највероватније због тога што вероватноћа да неки простор лежи на најкраћим рутама свих тачака у мрежи ка свим осталим тачкама није интуитивна карактеристика простора, као што је то осећај о његовој дубини унутар система који се може изградити кретањем по простору (B. Hillier et al. 1987).

Избор може бити бољи предсказатељ кретања када су у питању корисници којима је дати простор познат. Разлог томе може лежати у чињеници да се у простору увек налази незанемарљив број “странаца”, односно, оних који морају “читати” простор да би се могли кретати унутар њега. Ако је ово тачно, онда корелација између интеграције и избора може индексирати степен корелације између две врсте образаца кретања: кретање кроз познат и кроз непознат простор, односно кретање странаца и домаћег становништва.

Другим речима, просторна конфигурација, веома прецизно, ствара или елиминише “живот” у јавном простору у смислу одређивања поља потенцијалног сусрета и ко-присуства, у зависности од интеграције и степена читљивости целог простора. Ови односи су систематични и они су производ архитектонских и урбанистичких решења.

Хилијер такође наглашава да градови не представљају механизам за стварање контакта корисника колико механизам за потенцијалну ко-присутност и могуће сусрете. Оно што се догађа у позадини није директно условљено самим градом, већ културом, иако је и сама култура један од производа града који временом еволуира. Без ове културе не би било могуће ни употребити простор. Све што је могуће створити је *просторе потенцијалних сусрета* – градског живота – који могу водити у правцу социолошких или културолошких образаца. Та поља могућих сусрета имају своју јасну и опипљиву структуру која варира у корелацији са структуром целокупног простора: могу бити густа или разуђена, локализована или не,

читљива из нечитљива из просторне конфигурације и разноврсна у односу на своје кориснике (B. Hillier et al. 1987, 235).

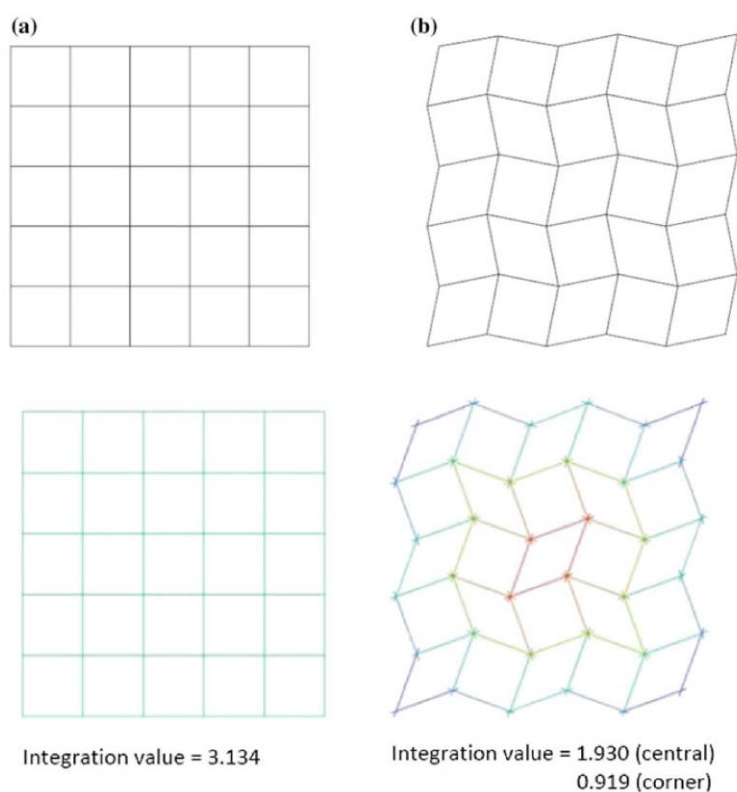
3.4 Критике теорије просторне синтаксе

Теорија просторне синтаксе развија се преко 30 година од свог првог појављивања 1984. године. Од тада је она широко прихваћена као алат за анализу урбаних структура и предвиђање социо-економских образаца широм света. Ипак, временом је уочено и доста неконзистентности о којима се дискутовало, а најчешће су следеће:

Слаба способност предикције. У својој оригиналној формулацији, теорија просторне синтаксе је критикована због узимања у обзир само тополошких удаљености игноришући стварне просторне дистанце или тродимензионалне информације о простору као што су висине објеката, употреба простора и транспортна инфраструктура. Осман и Салиман (Osman and Suliman 1996) наводе како се у стварности просторне баријере најчешће не односе само на физичке баријере у смислу зидова, већ и на мање предмете као што су делови намјештаја, а које теорија просторне синтаксе не узима у обзир у својим анализама као део основе неког спрата.

Непостојање јединствене шеме аксијалних правца. У самом почетку, највише критике односило се на дефиницију аксијалних линија и јединствен начин њиховог цртања (Ratti 2004). Цели процес би се требао базирати на исртавање “најмањег броја најдужих линија у систему”, међутим, неколико аутора (Batty and Rana; Batty 2001; Jiang and Claramunt 2002) је показало да је овај процес произвољан. Различити начини цртања аксијалних правца би требало да доведу и до различитих вредности анализе, међутим, Хилијер и Пен (B. Hillier and Penn 2004) су показали да начин цртања аксијалних мапа није произвољан, а Карвалхо и Пен (Carvalho and Penn 2004) су анализом 36 градова и статистички дошли до закључка да су аксијални правци статистички значајни елементи у систему, али да грешке у цртежу немају статистички значај.

Недоследност аксијалних праваца. Рати (Ratti 2004) је такође навео да постоји неколико неконзистентности у примени аксијалних мапа када су у питању, на пример, везе два аксијална система. Слика 20 показује ортоганалну шему аксијалних праваца (лево) и деформисану мапу (десно) где се евиди да сличне конфигурације имају веома различите вредности интеграције. Ортоганална мрежа има исте вредности интеграције у свим деловима (3.134), док деформисана варира (0.919-1.930)

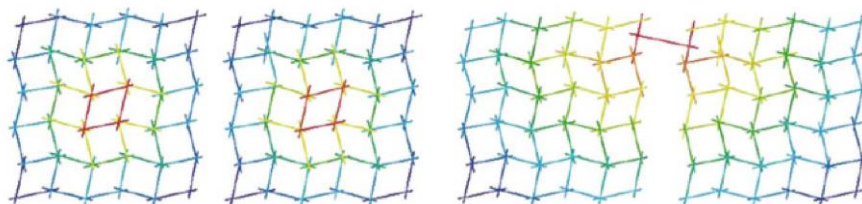


Слика 20: Недоследности у шема аксијалних праваца (Xiao, 51)

Хилијер и Пен су потврдили Ратијеве резултате, али и то да су ове две шеме синтактички различите и да су различити резултати и очекивани и могући. Дијаграм десно се састоји од сломљених сегмената, те да су Ратијеви закључци у конфликту са топологијом мреже.

Следећа неконзистентност коју је Рати изнео односи се на случај када се два засебна система повежу једном везом. Слика 21 показује колико се драстично шема интеграције помера ка доданој вези, која у реалном случају

нема толики утицај. Рати закључује (Ratti 2004) да је овај метод зависан од граница испитиваног подручја, са чим су се сложили и Хилијер и Пен, напомињући да је у том случају у анализу потребно укључити и одређени радијус за које се анализа врши.



Слика 21: Грешке у аксијалним вредностима код спајања два просторна система (Хиао, 52)

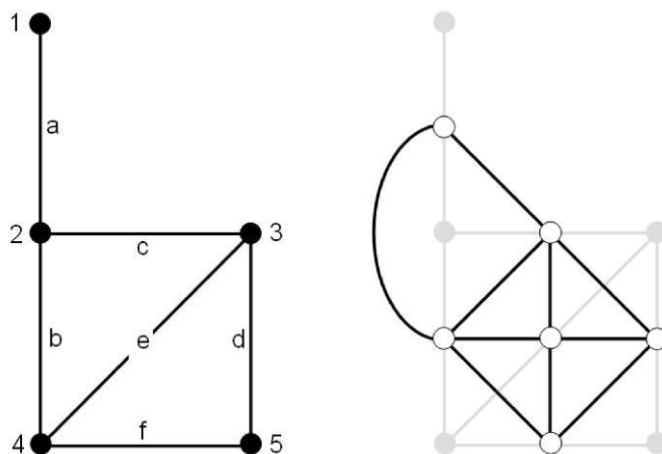
Стедмен (Steadman 2004) је нагласио да су методе просторне синтаксе такође проблематичне код праволинијских, али закрчених праваца кроз чије кретање је потребно уложити додатну енергију, те би корисник радије бирао метрички краће путање него најмању промену правца. Такође је истакао да исте вредности интеграције не могу да предвиде радикалане разлике у густини кретања за два различита датума мерења.

Хилијер и Пен (B. Hillier and Penn 2004) се нису сложили с тим, наводећи да кориштење тополошких мера, прије него метричких, елиминише проблем граничних ефеката. На пример, кад а се центар неке урбане структуре не налази у геометријском центру посматраног подручја, високе вредности интеграције се ипак појављују у улицама ближе садржајној централној зони пре него у улицама које су у геометријском центру.

Друге врсте критика односиле су се највише на генерални приступ простору који се односи на приступачност, а за који ће се касније везати и недоумице у алгоритмима рачунања одређених техника мерења простора.

Приступачност је Бети (Batty) поделио у три групе, од којих је прва везана за могућност приступа неком простору у некој временској и метричкој јединици. Друге две групе базирају се на мрежи, с тим да прва узима у обзир метричке дистанце, док је ова друга шематска и апстрактна. У првом типу,

такозваном прималном, тачке (чворови) у мрежи представљају пресецишта неких праваца или улица, док линије представљају сегменте улица које их повезују. Други, дуални тип, базира се на линијама првог графа (везама) одређујући им степен контроле, близине, интеграције, избора и др. фокусирајући се на центре тих праваца као чворове дуалног графа (Xiao). Теорија просторне синтаксе користи овакав приступ.



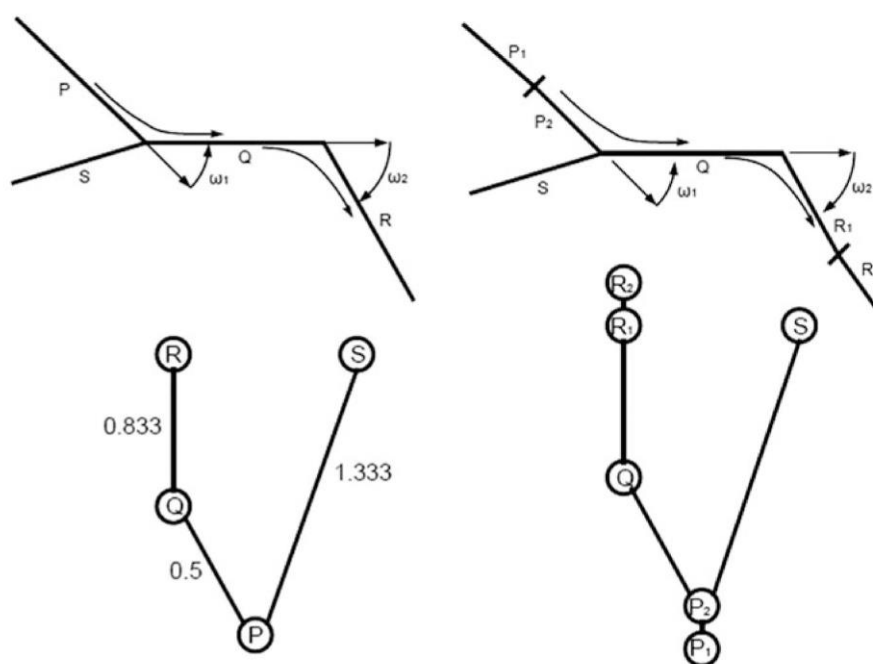
Слика 22: Примални (лево) и дуални (десно) граф (Batty)

На основу ових нових запажања, Хилијер и сарадници су током година унапредили теорију просторне синтаксе ближе дефинишући начин цртања аксијалних мапа, као и развојем техника метричког и геометријског мерења сегмената простора, што је резултовало методама оптерећених дистанци, најкраћих, рута, најмање промене у величини угла и сл. Од тада, просторна синтакса постаје дводимензионални алат за анализу који је доводи ближе конвенционалним саобраћајим моделима.

Рати је указао да постоји унакрсна грешка у тополошкој анализи просторне синтаксе када се две аксијалне карте комутирају, при чему се вредност интеграције драматично мења. Анализа радијалног сегмента коју су представили Хилијер и Пенн (2004) могу избећи ову грешку, јер метрички радијуси могу контролисати вредност интеграције, која зависи од величине анализиране површине и избегавања ивичних ефеката. Да би се то постигло, прво, аксијална мапа мора првенствено бити претворена у сегменте,

разбијајући све аксијалне линије раскрсницама и уклањањем 25% укупне дужине линије (Слика 23: Угаона анализа праваца (Xiao, 56)). Уместо тополошке приступачности, која израчунава дубину из сегмента ка свим другим сегментим, анализа сегмената радиуса за приступачност израчунава дубину, али унутар фиксног метричког радијуса.

Увођењем алтернативних мера удаљености, као што су најкраћа путања (метрички), најмања промена угла (геометријски) и најмањи број скретања (тополошки), сегменатне анализе унутар било ког фиксног радијуса, са радијусом мереним у метричким, геометријским и тополошким доменима, методе просторне синтаксе постале су тачнији и флексибилнији алат за истраживање широког спектра понашања у изграђеном окружењу.



Слика 23: Угаона анализа праваца (Xiao, 56)

3.5 Просторна конфигурација, когнитивна геометрија и просторна когниција

Чињеница да постоји значајна статистичка корелација између пешачког кретања и образаца интеграције није оспорена од стране критичара теорије просторне синтаксе. Оно што је довођено у питање је објашњење

зашто ова корелација постоји. Зашто се ми, као индивидуалне јединке, крећемо у складу са интеграцијом аксијалних праваца? Недостатак овог објашњења дуго је већ слаба тачка теорије просторне синтаксе. Успостављање јаснијих правила којима се води природно кретање пешака могло би да потврди чињеницу зашто је кретање у градовима појавни феномен и такође да разјасни зашто су истраживања просторне синтаксе у тако снажној корелацији са кретањем (Congroy-Dalton 2001, 14).

Маркус је разлог успеха аксијалних праваца у предвиђању кретања објаснио њиховом способношћу да геометријски обухвате и енергетски и информациони труд који треба уложити за кретање у урбаним подручјима цитирајући Хилијера који наводи да уколико изломимо праву линију кретања, енергија за савладавање тог правца остаје иста, али уложен труд за процесуирање информација о путу се повећава (Marcus 2015). Он ово назива когнитивном геометријом.

Улога просторне конфигурације на доношење одлука о кретању у простору је посебно интересантна. Под просторном конфигурацијом мисли се на однос који сваки део простора у изграђеној средини има са другим простором у тој средини. Ово је нарочито битно када се ради о сналажењу у простору о чему су писали поједини аутори (Weisman 1981; Allen 1999; Golledge 1999) и што је довело до великог броја радова из когнитивне психологије који повезују појам когнитивних мапа са просторном конфигурацијом.

Просторна синтакса нуди модел за мерење просторне конфигурације (B. Hillier and Hanson 1984). Тај модел користи тополошку структуру урбане мреже да би се испитала друштвена употреба простора и базиран је искључиво на повезаности улица и не укључује друге врсте информација као што су садржаји или проток саобраћаја. Овај модел се показао тачним на свеукупном нивоу, али се претпоставља да се може користити и на индивидуалном нивоу с обзиром да одражава и понашање и интеракцију са околином на нивоу појединца (Penn 2003). Утврђивање тачности овог модела

на појединачном нивоу истакнуто је као важна тема у пољу просторне синтаксе (Hölscher, Conroy-Dalton, and Turner 2007; Dara-Abrams et al. 2010). Ова испитивања и корелације провераване су у истраживањима везаним за просторну оријентацију у затвореним (Peronis, Zimring, and Choi 1990b), отвореним просторима (B. Hillier and Iida 2005), па чак и у виртуелним просторима где је било лакше пратити понашање испитаника на појединачном нивоу (Conroy-Dalton 2001).

Фактор просторне комплексности игра кључну улогу у процесу оријентације у простору, иако га је некад тешко разликовати од просторне конфигурације. Просторна комплексност се може посматрати као количина објеката у некој сцени која може пружати информације о правцу кретања (Conroy-Dalton 2001). Овај приступ највише одговара изовист анализи где се просторне карактеристике изовиста сматрају геометријским информацијама о окружењу. Они се базирају на архитектонској презентацији простора. За студије рађене у виртуелном окружењу оне у потпуности одговарају перцептивним информацијама које су предочене испитанику. Међутим, у стварном окружењу постоје и секундарни параметри који утичу на перцепцију простора као што су покретне препреке, људи, светло, мобилијар и сл. Новија истраживања изовист анализа настоје да прилагоде досадашње технике изовиста стварним ситуацијама у простору. Емо је предложила шест геометријских параметара урбаног окружења за које сматра да су од важности за перцепцију простора: дубина погледа, визуелна повезаност, проценат видљивости неба и пода, однос површине неба и пода и најдужа пропусна путања (Емо 2010). Слично томе, Винер (Wiener, Büchner, and Hölscher 2009) предлаже дубину профила заједно са дужином контура као меру геометријских информација о простору који прима корисник (Емо et al. 2012).

Идентификација ових просторних елемената захтева препознавање и манипулацију облицима у просторном окружењу. Ови процеси су условљени нашом интуицијом која је у вези са начином на који простор користимо, истражујемо и разумемо. Синтактичка геометрија је у овом случају, везана за феноменологију просторног доживљаја схваћеног више аналитички. Код

изучавања повезаности простора, нарочито на глобалном нивоу, ми ћемо увек правити транзицију са ове директне перцепције на апстрактно разумевање. Веза између читљивости простора у смислу оријентације (сналажења) у њему и читљивости као начина симболичког мишљења насталог из искуства није традиционално била тема квантитативних истраживања у синтактичкој анализи. Ипак, просторна синтакса заснована је на идеји да је архитектура морфички језик (*morphic language*) и као таква се може посматрати у широј теорији о томе како изграђена форма може бити читљива као систем симбола. Управо ту Перонис види везу између геометрије, перцепције и концептуализације простора (Peronis 2001, 23).

Корелација између локалних и глобалних варијабли урбане средине коју је показала просторна синтакса, такође иде у прилог лакшој читљивости просторне конфигурације, те претпоставља да људске когнитивне способности имају форму детектора односа где оном што перципирамо у мањем локалним нивоу налазимо примену и у већој глобалној размери. Ово својство простора Пен подразумева читљивошћу (*intelligibility*) (Penn 2003, 37).

Дакле, поставља се питање да ли се и на који начин технике просторне синтаксе могу применити за испитивање људског разумевања просторних односа? До сада најлогичнији начин да се одговори на ово питање би било да се упореде обрасци кретања у стварном окружењу са конфигурацијским карактеристикама простора, што је рађено у неколико студија (Peronis, Zimring, and Choi 1990b; Chang and Penn 1998).

Без сумње, ова истраживања пружила су увид у то како се конфигурацијске информације складиште у људском уму. Заправо, она се могу сматрати и разлогом све већег интереса које поље когнитивне психологије има за теорију просторне синтаксе. Мора (Mora 2009) ипак изражава две недоумице у вези са овом применом просторне синтаксе у когнитивним истраживањима. Прва се односи на питање да ли је корелација између конфигурације простора и правцима кретања у њему можда последица

(свесног или несвесног) наученог понашања. Односно, особа је могла из претходних искустава (нпр. детињства) научити да се у централним зонама, тј. онима где је висока вредност интеграције улица, дешава и агломерација садржаја. Према томе, каснија интерпретација путања могла би бити проста репетиција наученог, пре него конфигурацијско размишљање. Друга критика односи се на то да су синтактичка мерења занемаривала метричке аспекте окружења у формирању образаца кретања корисника. Пен наводи да је когнитивни простор онај простор који подржава представу глобалног разумевања конфигурацијских карактеристика који се заснива донекле на искуству и учењу, те да тај простор није метрички (Penn 2003). Он тврди да су конфигурацијске карактеристике линија главни предиктори кретања људи. Међутим, остаје још увек нејасно да ли је могуће да је избор кретања у тачкама одлуке (*choice nodes*) које се налазе на пресециштима аксијалних правца донесен простом проценом најдуже линије коју корисник види у тој тачки (Mora 2009). Стога је испитивање управо ових тачака одлуке потребно за детљаније утврђивање когнитивних процеса укључених у одлуке о кретању.

Просторна синтакса показује велику зависност са просторном когницијом управо када су у питању локалне разлике. Стога су од великог значаја и сва прикупљена локална истраживања која би могла дати глобалнију слику о значају когниције као релевантног параметра у теорији просторне синтаксе (Bafna 2003, 28). Намера истраживања ове дисертације је да понуди допринос у развоју теорије просторне синтаксе у контексту локалних карактеристика града чија конфигурација има своје специфичности.

3.6 Јавни простори и мере просторне синтаксе који су тема ове дисертације

У овом истраживању бавићемо се имплементацијом мера теорије просторне синтаксе на **градску уличну мрежу** испитујући *wayfinding*, односно сналажење у простору и **статичне тачке** (чворишта) те мреже где су донесене кључне одлуке о правцу кретања испитујући параметре њихове видљивости.

3.6.1 Улична мрежа

У случају града, просторна синтакса себе види као растућу науку о мрежама. У прошлости многи покушаји да се град разуме као систем превидели су његов најочигледнији део – уличну мрежу – не сматрајући је од научног интереса. А управо она веже објекте у јединствене системе. Видљива је у самој структури града и директно је користимо у кретању кроз град. У том смислу, улична мрежа представља заједничко тло између стварног, физичког града и нашег доживљаја његовог простора. Просторна синтакса дозвољава нам приступ овом градском систему на нов и оригиналан начин како бисмо открили важне принципе на којима се је град настао, развијао се и мењао. Одговор на питање зашто је улична мрежа тако важна лежи у томе да су синтактичка истраживања спроведена последњих година изнела на светлост фундаменталну везу између структуре града и његовог функционисања, тврдећи да је конфигурација уличне мреже основни генератор образаца кретања кроз град. Обликујући кретање, такође се обликују и обрасци људског саприсуства које је кључно у стварању осећаја да су градови људске творевине, односно да успешан град балансира између друштвеног и физичког аспекта. Дакле, архитектура великих размера (градова), која је занемаривана деценијама, важнија је за живот и опстанак градова више него што мислимо (B. Hillier 2005).

Теорија природног кретања базирана на оквиру теорије просторне синтаксе односи се на релацију између просторне организације и образаца употребе, односно, пешачког кретања и задржавања у тим просторима и како та иста организација утиче на кретање. Ова теорија тврди да су обрасци пешачког кретања примарно одређени конфигурацијом урбане мреже с обзиром да пешаци имају тенденцију да се крећу најкраћим рутама од полазишта до одредишта. Узимајући у обзир да и форма и густина изграђене средине формирају мање-више мрежасту структуру, и да се људи крећу по свим деловима те структуре, постоји јака корелација између мере повезаности аксијалних праваца и протока пешака у систему (de Arruda Campos, Maria Beatriz 1997).

Уличним мрежама и њеном фреквентношћу бавићемо се детаљније у следећем поглављу дисертације кроз појам оријентације у простору односно *wayfinding*-а и кроз појам когнитивних мапа.

3.6.2 Чворишта (choice nodes)

Просторна мрежа града је мрежа просторних елемената који чине урбано окружење. Она се састоји из низа отворених простора (улица) који су разбијени најчешће у сегменте и на чијим пресециштима или сучељавањима дефинишемо тачке избора кретања (choice nodes). Ове тачке су веома важан инструмент у предвиђању људског кретања уличном мрежом (Volchenkov and Blanchard 2007).

Ове тачке или чворишта су повезани сегментима рута којима се корисник креће од једног до другог места. Некада је тешко разлучити шта је одговарајући просторни елемент комплексног система – аксијални правци или конвексни простори, јер се и пресецишта аксијалних праваца и преклапања конвексних простора могу сматрати везама у графу који спајају елементе тог графа и чине тополошки приказ неког система простора.

Чвориштем, у контексту ове дисертације, сматраћемо простор мањих размера који може бити сагледан из једне очне тачке и који се налази на пресеку сегмената мреже одабраног урбаног система. У овим тачкама је у моменту кретања дошло до избора понуђених праваца током процеса оријентације у простору.

Поједина истраживања оваквих простора наводе визуелне параметре као један од битних фактора који утичу на избор кретања где је испитивана веза између визуелних поља и образаца кориштења јавног простора кроз анализу шест тргова у Лондону (de Arruda Campos, Maria Beatriz and Golka 2005). За истраживање релације визуелних поља и образаца стационарних активности у јавном простору кориштене су три методе које су међусобно поређене: преклапање изовист тачака (overlapping point isovist - OPI), граф видљивости (visibility graph analysis - VGA) и конвексни изовисти.

Иако су овде циљ истраживања биле стационарне активности, ове мере се уз одређена прилагођавања могу применити и на истраживање избора даљег кретања корисника. Овде се првенствено мисли на адекватан одабир угла видног поља изовиста, затим усмерење погледа и самим тим и дубину видног поља. Такође, ове параметре је потребно проверити и у дводимензионалној и у тродимензионалној анализи изовист поља о којима смо говорили раније у овом поглављу, а што ће бити предмет детаљније анализе у самој методологији истраживања ове дисертације.

4 КОГНИТИВНА ПЕРЦЕПЦИЈА ЈАВНИХ ПРОСТОРА

4.1 Перцепција јавних простора

Теорије о перцепцији простора генерално су подељене око приступа изучавању овог поља из угла објективног и субјективног. Једно стајалиште тежи да нагласи улогу посматрача као процесора онога што се налази у окружењу, а што би у супротном представљало безобличну празнину. Супротно стајалиште сматра да је перцепција формирана претходно датом формом окружења. Покушаји да се ова подела премости наглашава важност компоненте *времена* и *просторне диференцијације* у перцепцији. Као ни намера, или повод, ни перцепција није сума различитих опажаја, већ ток активности интегрисаних у покрет тела кроз простор у неком времену. Перцепција је организована као антиципацијска, где појединац прима нове информације из окружења док истовремено ментално процесиура претходне. Перцепција подразумева активни покрет ока или главе, чак и када је тело у мировању. Стога она зависи од просторних и временских активности и не треба је посматрати ни само као издвојен осет, нити као чисто мисаони процес, већ као интеракцију тела са материјалним и друштвеним контекстом (Giddens 1984, 46).

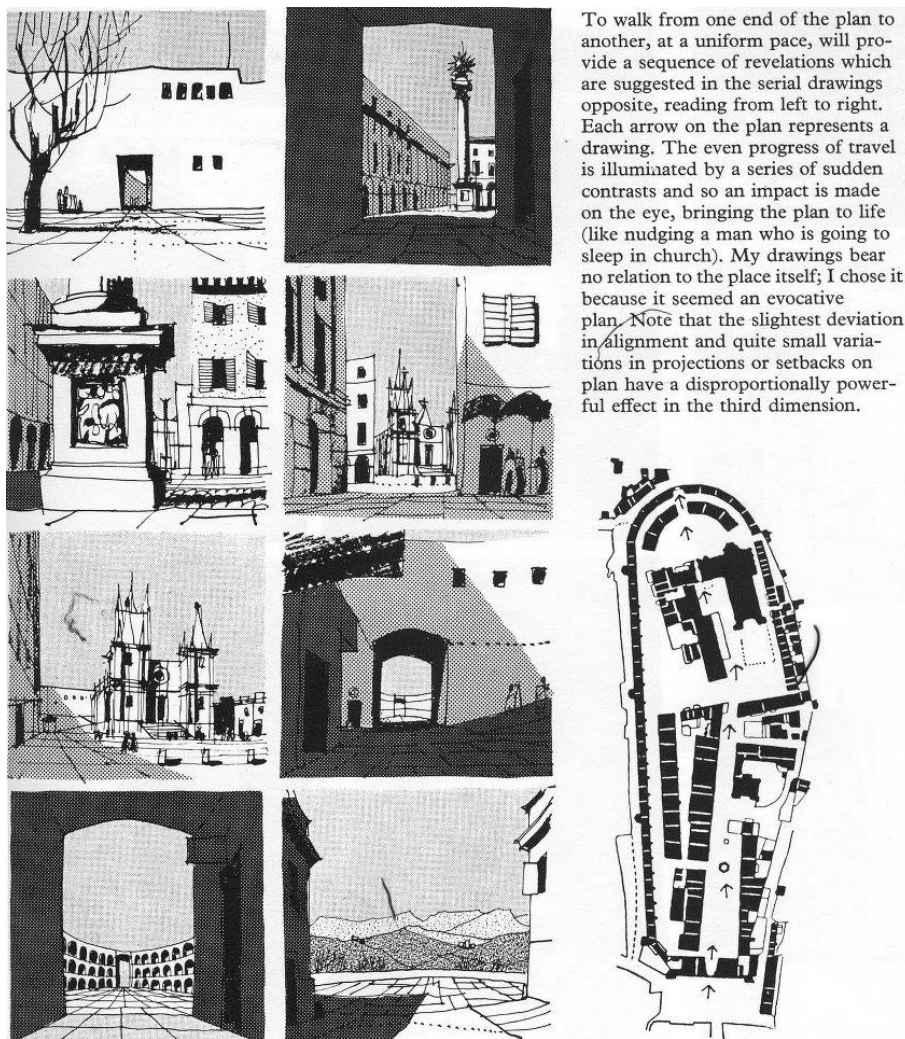
Гибсон наводи да су перцепција и схватање простора појмови другачију по нивоу, али исти по врсти. Он наводи да перцепција не може нужно да се одвоји од когниције, односно спознаје о простору, већ сматра да је то један неодвојив систем. Он разликује физички од еколошког окружења, где код првог елементи у простору немају значење, док код другог имају (Gibson 1978). Гибсон објашњава оно што ми архитекте називамо *осећај за простор*, односно оријентацију на следећи начин:

Улица у неком лавиринту или соба у кући или улица у неком граду конституишу место, а место често конструише висту, полузатворени сет видљивих површина. Виста је оно што се види са једног места, са напоменом да то место није тачка већ проширена регија. Висте су серијски повезане с обзиром да се на крају једне улице, отвара поглед ка новој [...]. Прелазак са једног

места на друго подразумева отварање висте испред и затварање висте која остаје иза нас [...]. Када се ове висте ставе у функцију истраживачког кретања, ствара се инваријантна структура куће или града или целог станишта [...]. Не ради се овде толико о птичијој перспективи, већ о присутности свуда у исто време. (Gibson 1978)

Маркус сматра да се оно што спознајемо крећући се кроз простор не може назвати баш низом слика окружења, већ пре целокупним концептом тог окружења, без обзира на несавршености где неки делови “штрче” у односу на друге, а што он сматра концептом сличним *когнитивним мапама*.

Кален у књизи “Градски пејзаж” (Cullen 1971) говори о уметности односа места у граду и компоновању његових елемената (зграда, зеленила, саобраћаја, билборда...) тако да се град “остварује драмски”. Ово усклађивање зависи од три основна концепта: низа визура, места и садржаја. Овај низ визура је уско повезан са кретањем кроз различите делове града. Слика 24 управо описује овај концепт: крећући се из једног дела града ка другом, отварају се секвенце простора. Ове секвенце слика садрже две групе: поглед који обухвата тачку у којој се налазимо и поглед који наслућује следеће место. Концепт места подразумева нашу реакцију на позицију нашег тела у окружењу која се бави низом искустава која потичу од утицаја отворености или затворености простора. Кален тврди да када бисмо креирали градове из позиције особе која је у покрету, цео град би био једно пластично искуство, путовање кроз просторе притисака и вакуума, секвенце изложености или заклоњености. Као и код Линчове “Слике једног града” (Lynch 1960) коју ћемо у наставку детаљније разматрати, и Кален прилази перцепцији града из угла посматрача.



Слика 24. Низ визура у кретању кроз град (Cullen 1971)

У свету у којем се интелектуални интереси драстично мењају, изучавање о когницији окружења показало је завидну упорност. Почевши са Линчом, област когниције окружења прихватиле су и остале дисциплине као што је психологија окружења, архитектура, географија, урбано планирање, рачунарске науке, когнитивне науке и сл. Тајна њеног општег прихватања лежи у њеном широком опсегу истраживања. Једни ово поље вежу за знање о простору, док га други виде више као инклузивни процес учења о свету, дајући му значење и учествујући у њему. Поред овог теоријског значаја, когниција окружења има примену у изучавању оријентације у градском простору, као и у разумевању феномена пешачког живота на улицама (Devlin 2001).

Теорија просторне синтаксе има сад већ дугу традицију прецизних мерења кретања у физичком простору и посматрања понашања људи у њему; бихевиоралне студије су изучавале поједина понашања људи као што је процес мишљења на глас или скицирање мапа, као и кретање у стварном окружењу; когнитивна наука је изучавала и моделовала когнитивне процесе. Аутори које се баве когницијом окружења тврде да постоји нека врста изоморфизма између физичког окружења и наше менталне репрезентације света, односно да она у себи, поред слика тог окружења, садржи и релације у простору који посматрамо. Овај изоморфизам постоји и у садржају менталних репрезентација као и у његовом распореду елемената. Садржај је често означен као дескриптор вишег облика који не представља само елементе у простору, већ је резумљив у смислу употребе и значења. Тако Линч тврди да когнитивне мапе могу бити дефинисане у смислу репера, стаза, тачака, дистрикта и ивица (Lynch 1960). Овај изоморфизам може бити последица и научног. Људи се често прво упознају са топологијом окружења, а затим развијају метричке односе. На пример, неко може да зна да се неки објекат налази иза неког другог објекта, али не и на коликој удаљености.

Даље, научници су дошли до закључка да су читљивост (Lynch 1960), комплексност (Weisman 1981) или разумљивост (B. Hillier 2007) неког простора уско везани за прецизност људске менталне репрезентације тог простора. Когнитивна истраживања су везала спознају простора са кретањем у њему (Golledge 1999) тврдећи да уколико неко разуме структуру неког простора, он ће са мање грешака успети у њему да се снађе. Уколико разуме и метричке односе, моћи ће наћи и најкраће путање јер ће у тачкама избора путање знати у којем смеру треба тачно да се креће. Такође, разумевање простора може утицати и на друге врсте навигације, као што је случај када неко истражује простор ради уживања.

Когниција окружења такође може предвидети и феномен зашто се људи чешће крећу неким просторима. Важан увид у теорију просторне синтаксе говори о значају присуства људи у простору као о друштвеном и културном феномену. Активне, насељене улице су често интересантније и

сигурније и свакако помажу стварању осећаја заједнице у простору (B. Hillier 2007). Пен сматра да објашњење о присутности корисника у неком простору има везе са разумевањем целокупног система кретања, конкретно са разумевањем локалних и глобалних структура тог простора (Penn 2003; Saif Haq 2003; Saif Haq and Girotto 2003).

Можда се разлог томе може наћи у Гибсоновој претпоставци да визуелне информације не активирају навигацију, већ обрнуто - да се ми крећемо кроз простор да бисмо открили нове информације и боље разумели наше окружење. Пен је то слично описао наводећи разлоге стратешке ефикасности где је основно питање навигације размена између локалних визуелних информација (виђених из једне тачке) и глобалних визуелних информација (добитених из осталих тачака простора). Да би се постигла ефикасност, мора се успоставити баланс између истовременог минимизирања локалних информација непосредно након њиховог усвајања и максимизирања глобалних информација након преласка на следећу тачку посматрања. Ова тврдња је у конзистенцији са истраживањима Далтонове (R. Conroy Dalton 2001) у којима испитаници, када се изгубе у непознатом и нечитком окружењу, настављају да се непрестано крећу, стајући само на местима богатим информацијама, а то су места са широким и дубоким видним пољем.

Тверски тврди да у менталним конструкцијама које људи стварају док се крећу – когнитивним мапама, одређене информације као што су тачне метричке удаљености бивају поједностављене или чак искривљене. Правци и осе нису представљене аналогно нити метрички у степенима или метрима, већ на неки начин категоријски. Управо та шематизација простора омогућава интеграцију фрагмената у целовит систем (Tversky 2003). Овде се могу повући паралеле са Пеновом тврдњом о улози аксијалних праваца у навигацији који су такође шематски, а који се могу дефинисати једнако као “секвенце сегмената реоријентације” које спомиње Тверски у својим ранијим истраживањима (Tversky 1993). Управо овај појам реоријентације доводи нас

до важности тачака које се налазе на чворовима ових сегмената, а у којима је донесена одлука о промени правца кретања.

4.2 Когнитивне мапе

Даунс и Сти објашњавају когнитивне мапе као психолошки процес помоћу којег се појединци присећају, кодирају и декодирају изграђену средину. Ово знање укључује знање о рутама и локацији кључних елемената у окружењу (Sanoff 2016, 71). Когнитивно мапирање је дефинисано као апстракција која подразумева менталне способности да се памти окружење, док когнитивна мапа подразумева производ овог процеса како би се те репрезентације сложили. Ови аутори идентификују два основна концепта когнитивних мапа: репрезентације и окружење. Репрезентације осликавају менталне слике које су поједностављени модели окружења. Окружење, само по себи, је генерални појам, али као предмет овог истраживања фокусираћемо се на изграђену средину и њену геометрију.

Когнитивне мапе су способност разумевања на који начин стићи до жељеног одредишта (Downs and Stea 1977, 6). Према томе, оне имају веома важан утицај на просторну навигацију и схватање средине.

Когнитивне мапе су познате као метод решавања просторних проблема. Транслација репрезентације простора у мапе укључује два корака: конструкција мапе у уму (map-encoding), а затим читање тих мапа (map-decoding). Анализом ових корака, дошло се до закључка да људи користе сет правила који им говоре шта да раде, којим редоследом и како да ова два корака комбинују. Једним делом перцепција околине је јединствена за сваког појединца, али исто тако, постоје и делови перцепција који су заједнички. Према томе и когнитивне мапе могу садржати уопштене елементе просторних карактеристика.

Управо ове заједничке елементе теорија просторне синтаксе покушава да објасни кроз просторне односе и конфигурацију изграђене средине. У овој дисертацији, посматраћемо кретање корисника за задане локације одредишта

кроз дефинисано подручје, те покушати да дефинишемо кључна места у којима се појављују разилажења у рутама, те покушати да дефинишемо могуће разлоге за то.

Тверски наводи да термин когнитивних мапа има много значења, што може довести до неспоразума у схватању овог појма (Tversky 1993, 14). Преовлађујуће је схватање да су когнитивне мапе менталне конструкције налик мапама које се “уче” усвајањем елемената из окружења, прво репера као тачкастих појмова, затим рута као линијских елемената, и коначно повезивањем ових елемената метричким информацијама. Међутим, као когнитивне, претпоставља се да се оне разликују од правих мапа окружења. Као мапе, претпоставља се да су оне кохерентне целине које осликавају просторне односе између елемената. Као менталне конструкције, претпоставља се да су оне сличне правим мапама подложне некој врсти ревизије, као и слике, које су заправо интернализоване перцепције.

Према конструктивистичком погледу, људи усвајају различите делове знања о окружењу које користе када се од њих тражи да се присете окружења, скицирају га, опишу руту, локацију или наведу неку раздаљину између објеката. Ти различити делови су низови сећања на неке делове пута, мапе, вербалног описа или упутства које им је дато, неке чињенице и слично. Као и за сваки задатак који се тиче сећања, неће све информације које су ускладиштене бити искориштене кад то буде потребно (Tversky 1993, 14).

При томе, ове информације бивају изобличене приликом перцепције. Неправилни геометријски облици простора често буду “исправљени”. На пример, Парижани имају тенденцију да исправе ток реке Сене, док американци то исто раде са границом са Канадом. Скретања и углови улица су често сведени на ортогоналне односе. Удаљеност до неког одредишта је често прецењена уколико се на путањи налазе препреке, велики број скретања или међу-тачака (Tversky 1993, 17).

У многим случајевима, нарочито кад су у питању непозната окружења, информације релевантне за процену могу имати различите форме, неке чак нису ни у облику мапа. Мало је вероватно да ће оне бити организоване у кохерентну целину која личи на мапу. У том случају, људска унутрашња репрезентација ових структура више подсећа на колаже. *Когнитивни колажи* су тематски преклопљени мултимедијални елементи сећања из различитих тачака посматрања. Не поседују елементе мапе, али могу садржавати слике, парцијалне информације и различите перспективне погледе (Tversky 1993, 15).

У другим случајевима, када су окружења једноставна или позната, људи имају прилично тачне менталне репрезентације окружења и његовог просторног распореда. Детаљнијим посматрањем ових репрезентација, уочено је да оне поседују категоризоване просторне односе између елемената, реконструкцију перспективних слика и просторно закључивање. Ове конструкције Тверски назива *просторним моделима*. За разлику од когнитивних мапа, ови модели не садрже метричке елементе, а за разлику од колажа, они садрже грубе кохерентне просторне односе (Tversky 1993, 15).

Истраживачке методе за изучавање когнитивног мапирања су директно везане за проблем комплексности приступа информацијама у људском уму. У ту сврху развијене су методе као што је посматрање или самоизвјештавање, које су базиране на извлачењу менталних слика из сећања испитаника (Sanoff 2016).

Посматрање се састоји од вербалних одговора испитаника на упитнике и методе праћења понашања људи у датом окружењу. Понекад, додатне информације могу резултовати предрасудама, и овај проблем је присутан такође и код метода фото-анкета и других метода визуелног посматрања. Самоизвјештавање је друга категорија истраживања којом се добијају когнитивне информације у вербалној, писаној или визуелној форми. Једна од техника репрезентације људског кодирања окружења је једноставно питање

да се објасни окружење или да се мапирају активности испитаника кроз искуство кретања од једног места до другог (Sanoff 2016).

Једна од намера ове дисертације је и анкетно прикупљање података о конструкцији менталних мапа корисника одређеног простора за дефинисан просторни задатак у циљу анализе кључних параметара за даља истраживања о употреби јавних простора.

4.3 Јавни простори у теорији Кевина Линча: стазе и чворови

Најутицајнији рад у почетној фази развоја когнитивних теорија имао је Кевин Линч. Он је тврдио да градови производе одређене слике код својих становника, и да им те слике, уколико су добро артикулисане, пружају осећај емотивне сигурности, или, уколико нису, могу их одвратити од истраживања окружења. Да би те слике у окружењу биле добро усклађене, он даље тврди да окружење мора бити читљиво (*legible*). Читљивост, или како га он дефинише, “једноставност са којом сваки део окружења може да се реорганизује и поново организује у кохерентну целину”, резултат је интеракције пет елемената: стаза, ивица, дистрикта, тачака и репера (Lynch 1960, 2). У случају отворених јавних простора, то значи да корисник зна где се налази у простору и како да стигне на место где жели осећајући да простор поседује визуелну повезаност.

Према Линчу, стазе су елементи у простору који представљају улице, пролазе или булеваре који каналишу кретање. Ивице, са друге стране, представљају границе између урбаних целина или дистрикта. Тачке су дефинисане као стратешка места где се две или више стаза сусрећу. Дистрикти су већи и препознатљиви делови града који поседују одређени карактер. И коначно, репери представљају препознатљиве и сингуларне елементе града који служе као референтне тачке у окружењу.

Линч наводи да су репери и стазе најважнији елементи приликом навигације у градовима. Иако репери помажу у одређивању тренутне позиције корисника у простору, стазе се сматрају круцијалним у разумевању окружења.

Линч наводи да слика града није прецизна, минијатурна рефлексја реалности, већ њена симплификација добијена редукцијом, искривљењем и модификацијом. Она је схваћена фрагментарно, комбинујући физичке атрибуте (објекте, улице) са не-физичким (људи, мириси, текстуре, боје). И поред ове искривљености, ова слика садржи тополошке инваријанте места.

То је као да цртате мапу на бесоначно флексибилном гуменој површини; правци су искривљени, удаљености развучене или сабијене, велике форме су толико изобличене да су на први поглед непрепознатљиве. Али секвенца је обично тачна, та слика је ретко кад расцепана и састављена у неку другачију целину. Овај континуитет је неопходан ако желимо да та слика има неку вредност. (Lynch 1960, 87)

Дакле, сви ми градимо менталне слике окружења које нам помажу у процесу сналажења у простору. Ове менталне мапе садрже многе елементе који описују наше искуство и објашњавају алате које користимо при оријентацији и памћењу. Оне представљају вредност читљивости неког места

Теорија менталних мапа објашњава сналажење у простору као исцртавање руте у односу на објекте и места уграђена у менталну мапу. Ова теорија је, након Линчове дефиниције основних 5 елемената, даље развијана од стране и других аутора. Слика 25 приказује резултате истраживања различитих аутора о перцепцији ових елемената.

У контрасту с тим, водила се и дуга дебата око тога да ли људи граде апстрактну слику окружења кроз когнитивне мапе или перципирају околину у односу на транзицију између различитих перспективних тачака посматрања (practical-mastery theory). Гел, на пример, предлаже идеју да људи не стварају менталне мапе, већ да памте окружење у односу на њихове свакодневне активности (Gell 1985).

Principal investigator and year published	City	Interview Sample (Number and Predominant Type)	Importance of Urban Elements					Investigator's Comments
			Land-marks	Nodes	Paths	Edges	Districts	
K. Lynch (1960)	Boston (United States)	30 (Professional, managerial)	●	○	○	○	●	One strong edge; distinctive districts, confusing paths; understand structure.
	Jersey City (US)	15 (Professional, managerial)			○			Lack of character; formlessness; low imageability.
	Los Angeles (US)	15 (Professional, managerial)	○	○	●			Less sharp image, visually faceless, but active, ecologically ordered
D. Jonge (1962)	Amsterdam (Netherlands)	25 (Wives of skilled and while-collar workers)		●	●			A very strong image; strong predominance of main elements; spider web structure.
	Rotterdam (Netherlands)	22 (Wives of skilled and while-collar workers)	○	○	○			Over-all image weaker; buildings seen more clearly; no clear boundaries.
	The Hague (Netherlands)	25 (Wives of skilled and while-collar workers)	○		○		○	No wide straight path; separate elements and buildings; vague as to boundaries.
J. Gulick (1963)	Tripoli (Lebanon): entire city	35 (Students, upper middle class)		○	○		●	Stresses districts geographically distinctive or nodes; buildings not a major focus.
T.F. Saarinen (1969)	Chicago (US)	42 Area workers	●		●		●	Tightly defined areas with internal detail.
		18 Suburban students			●	○		Border areas.
		12 University students	●		●	○	●	Border areas and external landmarks.
H. Klein (1967)	Karlsruhe (Federal Republic of Germany)		●	●	○			Rational; striking landmarks; highly linear; imaged center moving westward.
D. Appleyard (a969)	Giudad Guayana (Venezuela): entire city			○			●	Little "common" urban knowledge of city; higher for local areas; higher for lower income population.
D. Stea and Wood (1970)	Mexico City: city and center		●	○	●		●	Edges almost entirely absent; strong domination by major paths; district landmarks.
	Puebla(Mexico): city and center		●	●				Streets extremely regular highly legible but uninteresting.
	Guanajuato (Mexico): city and center		●	●	○			Highly irregular; unstructured; bi-nodal.
	San Cristobal las Casas (Mexico): city adn center		●	○	○			Legible city; clear and strong pattern of spatial activity.

Слика 25: Истраживање когнитивних мапа (Downs and Stea, 1979, prema Mahsan Mohsenin 2011)

Поред појма читљивости, Линч помиње и појам *сликовитости* (imageability), који представља “ону квалитету физичког објекта која пружа велику вероватноћу да ће у неком посматрачу пробудити снажну слику” (Lynch 1960, 9). Важно је за поменути да Линч не доноси суд о вредности различитих урбаних простора, већ *читљивост* и *сликовитост* поставља као параметре за вредновање. Другим речима, он покушава да успостави ниво правилности урбане структуре и том приступу могу допринети даље анализе у контексту видљивости и визуелне доступности (Morello and Ratti 2009, 841).

4.3.1 Кевин Линч и просторна синтакса

Релација Линчовог рада и просторне синтаксе био је предмет истраживања два аутора (Conroy-Dalton and Bafna 2003) који су радили синтактичку анализу Линчових пет елемената. Односно, они су покушали да истраже да ли теорија просторне синтаксе може да дође до истих резултата о начину перцепције окружења. Они су конструисали аксијалну мапу Бостона, те је затим упоредили са оним предложеним од стране Линча. Пре тога, било је потребно класификовати линчове елементе у две категорије: *просторне дескрипторе* (стазе, тачке и дистрикти) и *визуелне дескрипторе* (репери и ивице). Просторне елементе окарактерисали су као елементе првог реда, а визуелне као елементе другог реда, дајући им хијерехију и тврдећи, за разлику од Линча, да просторни елементи ипак играју већу улогу у читљивости града од визуелних.

Потврда њихове тезе се може наћи и у истраживањима важности елемената у когнитивним мапама (Слика 25) где се види да постоји велика разлика у присутности два елемента (репера и ивица) која су, према њима, сврстани у визуелне дескрипторе простора, док остала три елемента који су дефинисани као просторни дескриптори остају уједначени према својој важности, па према томе, и стабилнији у свеукупној корелацији са људским разумевањем окружења.

Занимљива је и интерпретација Линчове намере да генерализује свој метод како би процедура формирања слике неког града била стандардизована, а то је једино могуће уколико когнитивна мапа тог града не би била само скуп карактеристика у смислу наведених пет елемената, већ систематична структура сачињена од њих (Conroy-Dalton and Bafna 2003, 3). Управо у тој Линчовој намери, они виде повезницу са премисама теорије просторне синтаксе. Њихова тврдња наводи на то да корисници не бирају упечатљиве елементе неког града на основу њиховог визуелног доживљаја, већ зато што се они налазе унутар неке специфичне руте или контекста.

Због ове поделе на просторне и визуелне дескрипторе, овде су јасно дефинисане и методе којима су вршена поређења са Линчовим истраживањима, а то су *аксијалне мапе* и *изовисти*. При томе, понуђено је и другачије виђење разлике између ове две мере, које се не односи толико на хијерархију просторно – визуелно, већ више на то да ови први дозвољавају мапирање од локалног ка глобалној структури, док други задржавају карактеристике локалних информација, без природне екстензије ка глобалном (Conroy-Dalton and Bafna 2003).

4.3.2 Стазе (сегменти)

У неком основном смислу, Линчове стазе се могу посматрати аналогно са аксијалним правцима у терији просторне синтаксе. Аксијални правци такође комбинују дуалну присутност покрета и визуелне перцепције, представљајући уједно и стратешки важну дубину визуре и потенцијал кретања.

Истраживања Далтонове су мање-више потврдила корелацију аксијалних праваца и Линчових стаза, међутим, поједина одступања постоје, и то у поређењу анализе аксијалних праваца и вербалних одговора испитаника у Линчовим истраживањима. Ова одступања говоре да су у појединим случајевима, за испитанике већу важност имали визуелни карактери улица него вредност њихове интеграције у систему кретања.

Разлике које су уочене у аксијалним правцима и Линчовим стазама настају због другачијег погледа на линеарност просторних праваца. Линчове стазе не садрже никаква ограничења у смислу углова, тј, често оне меандрирају, док би такви правци у аксијалним мапама морали бити представљени већим бројем аксијалних праваца. Ова разлика се може премостити узимањем у обзир сегментираних интеграције или поређењем Линчових стаза и аксијалних праваца на нивоу графа – тако што би стаза била еквивалентна низу аксијалног правца који су континуални од полазишта до одредишта у графу (Conroy-Dalton and Bafna 2003).

4.3.3 Тачке (чворишта)

Дефинисање тачака је сложенији порцес од препознавања стаза – чини се да не постоји тачан метод идентификације где се оне појављују, нарочито у односу на аксијалне мапе (Congroy-Dalton and Bafna 2003). Линч разликује два типа тачака – оне на пресецишту важнијих праваца и оне које карактерише концентрација тематских активности. У односу на опис стварних тачака у његовом истраживању, налазимо две ситуације у којима он тачке види као важне елементе у визуелном карактеру града. Прво, оне су кључна места која се користе у навигацији и сналажењу у градовима где се субјекту нуди избор у кретању. Ове тачке не морају да имају неке истакнуте физичке или визуелне карактеристике и, самим тим, требало би их лако препознати у аксијалним мапама. Међутим, мали број тих тачака које се појављују у Линчевим истраживањима заиста леже на пресециштима или чак близини јаким аксијалним праваца. Далтон и Бафна закључују да Линч јасно не разликује тачке које пружају осећај оријентације у простору од оних које можда могу деловати збуњујуће.

У даљој дискусији, они наводе да би анализа ових тачака кориштењем мере изовиста помогла у диференцијацији њиховог значаја за кретање. Такве тачке би требало да имају конкавне форме, јаку визуелну асиметрију, и близину снажних аксијалних праваца. Такође сматрају да би карактеристике ових простора као што су обим и површина изовист поља, средња дужина изовиста, циркуларност или ентропија могле имати утицај на њихову улогу у оријентацији, те препоручују даље истраживање ових параметара (Congroy-Dalton and Bafna 2003).

Морело и Рати раде анализе ових тачака на DEM моделима (Digital Elevation Models). Неке анализе могу да се раде на бази дводимезионалних изовиста (тачке и дистрикти), док друге (ивице и репери) захтевају комплекснији вокселизовани простор. Табела 1 даје њихов преглед карактеризације свих пет елемената на примеру Миланског сајма.

Табела 1: Реинтерпретација и калкулација Линчових елемената (Morello and Ratti 2009, 13)

	Визуелни елементи: дефиниције и примери (Линч, 1960)	Анализе на DEM моделима
Стазе	... Канали за потенцијално кретање (стр. 47) ... Јак визуелни карактер ... Кинестетички квалитет ... Јасно су фокусиране на полазиште и одредиште Примери: главне улице и булевари	Питања: Какав је ритам? Да ли поседују симетрију или реверзибилност у оба правца? Анализа (у статичним и покретним перспективама): ... Најдужих аксијалних праваца ... Линија високих вредности интеграције ... Провера присутности осећаја кретања дуж стазе; динамичан облик линија кретања даје идентитет и обезбеђује континуиран доживљај кроз време ... Провера визуелног фокуса дуж улице. Континуитет погледа је карактер јасне позиције посматрача
Чворови	... Линч разликује два типа чворова: оне на главним раскрсницама и оне које карактерише концентрација неких тематских активности ... Јасан облик ... Кључни елементи у оријентацији у простору ... Доприносе осећају оријентације у граду ... Најважнија места у доношењу одлука о кретању ... Чворови са снажним визуелним карактером, који се издвајају из окружења и наглашавају неке од својих карактеристика (стр. 77) Примери: централни трг, парк, урбано место где се више активности дешава симултано	Питања: Да ли оваква места поседују довољан идентитет да садрже и промовишу своје активности? Анализа (у статичним перспективама): ... Проверити хомогеност или фрагментацију граница 1) Конкавних чворишта (звездастих) и близину високо интегрисаних аксијалних праваца 2) Конвексних чворишта (компактних) • Однос површине и обима • Средња вредност дубине изовиста • Циркуларност (Бенедикт, 1979) • Ентропија (Тарнер, 2001)
Дистрикти	Јасне ивице дистрикта Примери: суседства са јасним границама и јаким карактером која садрже сличне урбане функције	Питања: Да ли је дистрикт кохерентан? Да ли има јасну структуру? Анализа (на перспективама у покрету): ... Проверити хомогеност или фрагментацију граница ... За унутрашње карактеристике дистрикта проверити једнаку распоређеност вредности изовиста, нарочито дужину просечних радијала ... За вањске карактеристике дистрикта проверити да ли претпостављене ивице дистрикта делују као стазе или као ивице (изовисти дуж граница)
Ивице	... "Линеарни елементи који нису стазе" (стр. 62) ... "Границе између две врсте подручја" (стр. 62) ... "Визуелно истакнуте, ... континуалне у форми и непропустљиве за кретање" (стр. 62) ... "Имају тенденцију раздавјања (окружења)" (стр. 63) Примери: урбане беријере (инфраструктурне), дуги и једнолични елементи изграђени дуж улица	Питања: Да ли је ивица континуална? Да ли је читљива као јак елемент у свом окружењу? Анализа (на перспективама у покрету): ... Проверити да ли уједначеност расте или опада у радијалној дужини (дистрибуција радијалних варијација)
Репери	Основна карактеристика: видљивост из далеких виста, лака уочљивост Примери: парадигматични објекти, споменици	Питања: Да ли је репер добро позициониран? Анализа (на перспективама у покрету): ... Проверити видљивост (оклузивност) из даљине и из непосредне блиине репера ... Проверити хомогеност видљивости објекта из даљине

Морело и Рати наводе да прва три визуелна елемента могу веома лако да се израчунају једноставном дводимензионалном анализом изовиста. Они су, на пример за стазе користили тачке на једном правцу у којима је рачунат обим, површина и конвексност, а затим приказани у форми хистограма за тај сегмент пута. Ови дијаграми представљају визуелни ритам или карактер стазе: неке су са правилним и контролисаним ритмом, неке са крешендо ефектом код делова пута где се висте нагло отварају, а неке са неконтролисаним визуелним квалитетом и великом фрагментацијом.

Генерално, они раздвајају два типа анализе: анализа секвенци у покрету и статичних секвенци (као што је панорама од 360 степени). Статичне висте могу се вредновати рачунањем максимума, минимума и средње вредности дужине радијала изовиста. Ова врста анализе специфично је везана за Линчова чворишта. Визуелни квалитет ових чворова вуче вредности из анализа граница ових простора (Morello and Ratti 2009).

Имплементација изовист анализе која узима у обзир и трећу димензију простора, може да пружи прецизнији модел, где разлика у високим или ниским објектима, на пример, може отворити стимулишуће архитектонске аргументе за урбанистичко планирање. Усавршавањем технологије моћи ће се рачунати и мапирати цели дистрикти, односно њихова визуелна доступност. Морели и Рати су у својим истраживањима понудили технику рачунања тродимензионалних изовиста и изовист матрица, која се показала ефикасном за валоризацију визуелне перцепције у отвореним јавним просторима и ширим урбаним целинама. Овакав приступ анализи простора може дати нове алате у урбаном планирању у циљу активације отворених простора (Morello and Ratti 2009, 846–47).

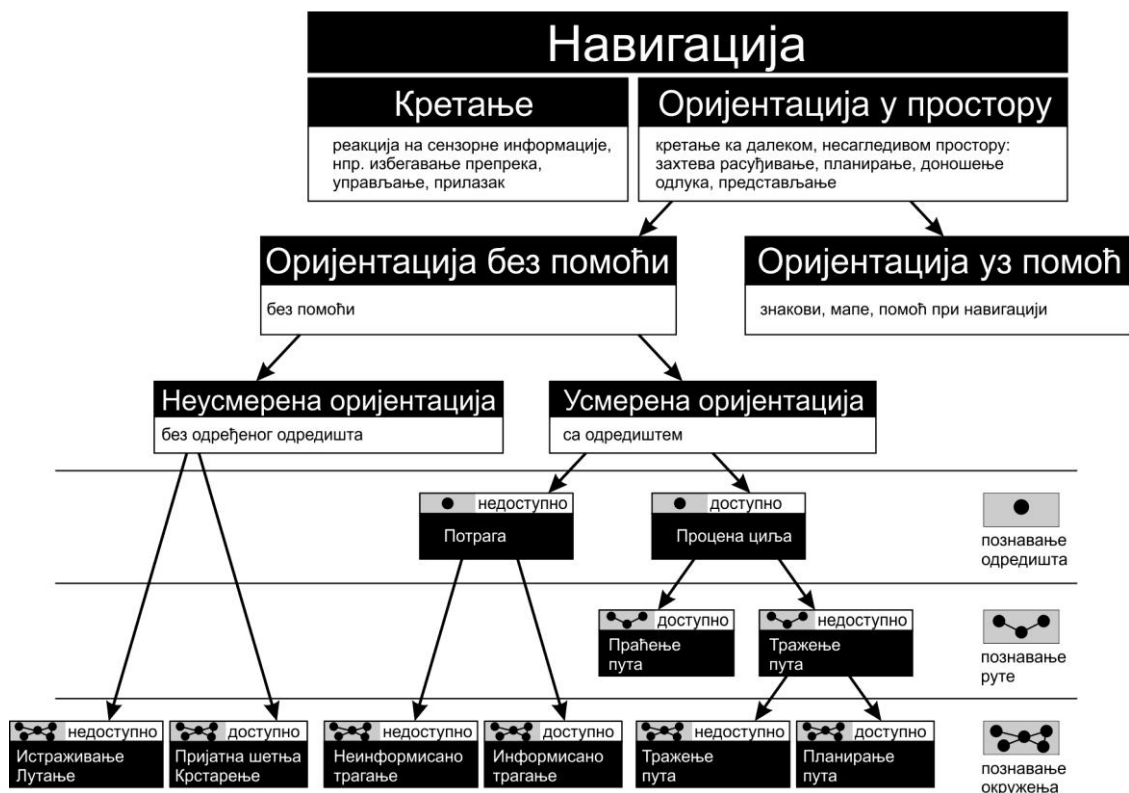
4.4 Wayfinding – Оријентација у јавним просторима

Кретање између дефинисаних тачака представља најистакнутију примену просторне когниције. Избор праваца кретања је свакодневно присутна појава, те је као таква задобила пажњу истраживача у протеклих 50

година. Израз *wayfinding* оригинално потиче од Кевина Линча (Lynch 1960), а Реџиналд Голедџ (Golledge 1999) га дефинише као процес утврђивања и праћења пута или руте између полазишта и одредишта. Људи свакодневно решавају овакаве задатке који укључују тражење, истраживање, праћење и планирање рута у вањском и унутрашњем простору, као и у виртуелном окружењу. Когнитивни процеси и стратегије потребни за савладавање ових задатака се веома разликују и истовремено су веома битни (Wiener, Büchner, and Hölscher 2009). О сналажењу у јавним просторима (*wayfinding*, *pathfinding*) Карпентер наводи да је то оно што људи раде да би пронашли пут до неког одредишта (Carpenter 1989). Према Фјуингсу, то је приступ који се односи на то како људи користе информације перципиране из околине на основу којих доносе одлуке у циљу оријентације да би нашли пут или утврдили путању којом желе да се крећу кроз неки простор (Fewings 2001).

Неке студије показују различита понашања корисника у зависности да ли се налазе у познатом или непознатом окружењу (Hölscher, Conroy-Dalton, and Turner 2007). Фјуингс наводи да је могуће разликовати две врсте сналажења: “статични проблем избора”, где људи већ познају окружење и одлука се доноси знајући могући резултат и “динамички избор”, где се одлука о кретању доноси у окружењу у којем се налазите први пут (Fewings 2001).

Експлицитна или имплицитна сврха оријентације у простору је кључни фактор у објашњењу донесених одлука и понашања. Стога студије које истражују сналажење у простору морају бити веома прецизне у дефинисању задатка. Најопсежнију таксономију оваквих задатака предложио је Ален (Allen 1999) дефинишући три врсте задатака: истраживачка навигација, пут до познатог одредишта и пут до непознатог одредишта. Прво представља истраживање непознатог окружења у случају доласка у нови град, друга врста може бити траса од куће до посла, а навигација помоћу мапе би био пример трећег типа. Винер (Wiener et al. 2009) ову таксономију сматра непотпуном јер укључује различите когнитивне процесе за исти тип задатака и предлаже детаљнију поделу (Слика 26).



Слика 26: Таксономија задатака просторног сналажења према Винеру (Wiener, Büchner, and Hölscher 2009)

Најједноставнији задатак представља питање којим путем бисте ишли. Оно изискује избор базиран на сврси која није јасно дефинисана, иако ће субјекат, у стварању те одлуке, имати на уму неку врсту индивидуалног циља. Претпоставља се да човек, када је суочен са оваквим отвореним питањем, има за циљ да спозна како су понуђене опције пута међусобно повезане (Емо et al. 2012). У докторату ћемо се бавити просторним сналажењем дотичући се и усмерених задатака потпомогнутим мапама у познатом и непознатом окружењу.

Метод посматрања избора индивидуалних рута косрисника развијали су почетком 90-тих година Пепонис, Зимринг и Чои у свом првом директном истраживању везе између когниције и сналажења у простору користећи технике просторне синтаксе (Peronis, Zimring, and Choi 1990b). У овој студији они су изнели концепт *структуре тражења* која повезује читљивост објекта са сналажењем у њему. Овај концепт је користан јер јасно разликује два аспекта когниције која се у литератури често мешају, а то су стазе, које се

користе да би се дошло до жељене дестинације и разумевање свеукупне конфигурације објекта у којем се креће. (Penn 2003, 45)

Постоји знатан број студија које се баве питањем шта утиче на сналажење у простору – да ли је оно условљено просторном конфигурацијом или физичким окружењем. Вајсманова студија тврди да на сналажење у простору утиче окружење и идентификоване су четири варијабле из окружења које утичу на сналажење: визуелни приступ, архитектонска разноврсност, конфигурација основе и сигнализација (Weisman 1981). Сигнализација нам у овом раду неће бити од значаја, за разлику од прве три наведене варијабле које су и фундамнеталне за сналажење.

Са друге стране, постоје и студије које тврде да на сналажење у простору највећим делом утиче просторна конфигурација. Емо (Emo et al. 2012) је утврдила висок ниво корелације глобалне интеграције са кретањем корисника у затвореним просторима. Она наводи да људи разумеју глобалну структуру простора из локалне тачке посматрања, што подржава тврдњу да се теорија просторне синтаксе крије иза концепта *читљивости* простора. Такође наводи да даља истраживања релације између дубине видног поља, визуелне повезаности и мере глобалне интеграције могу имати перспективу у даљим истраживањима.

Наведена студија је показала да су места одлуке корисника о одабиру рута кретања у корелацији са мером глобалног избора (global choice) и интеграције, али и да су ове корелације различите у односу на врсту задатка. У случају неусмереног задатка (када се корисници крећу простором без наведеног одредишта) локална интеграција се показала као најефектнија мера, што значи да да су подаци о локалној структури уличне мреже од посебног значаја. У случају усмереног задатка, глобални избор је био најефективнија мера предвиђања кретања корисника. Интересантан је такође податак да је у овом истраживању визуелна доступност репера у простору од круцијалног значаја за доношење одлука о кретању. Такође, велики утицај на правац кретања имало је присуство људи и возила (Emo et al. 2012).

Потребно је нагласити да поред наведених параметара физичког окружења и просторне конфигурације, на оријентацију корисника у простору могу утицати и други екстерни фактори као што су знакови, текст, боја, текстура, вегетација, мириси, звук и температура. Све ово утиче на људску перцепцију окружења, међутим, у фокусу овог истраживања чији је циљ разумевање односа између простора и фреквенције његовог кориштења, биће управо визуелни параметри.

Дефиниција просторне оријентације може се базирати и на претпоставци да је то чин кретања до одредишта уз стални процес одлучивања користећи когницију за осећај о окружењу у којем се налазимо (N. Dalton 2001). Према томе, за потребе овог истраживања, просторна оријентација ће бити посматрана као процес проналаска руте на основу просторних карактеристика окружења, базиран на визуелној когницији.

4.5 Визуелни параметри у когницији простора

Визуелни услови урбаног окружења могу се дефинисати као број и структура визуелних поља и њихова интеграција. Визуелни услови имају потенцијал да утичу на квалитет спознаје простора код корисника и њихову способност да стварају когнитивне репрезентације истог. Даље, према Корнелу (Cornell, Heth, and Alberts 1994), сналажење у простору је базирано на хронолошком препознавању познатих виста дуж неке руте. Претходне студије су показале да когнитивна репрезентација простора зависи од низа визуелних перспектива и ширине њихових визуелних поља и интеграције међу њима. Сличну идеју су предложили и Киперс и Луит (Kuipers and Levitt 1988) који тврде да интеграција виста код посматрача служи за конструкцију конфигурацијског знања о просторима веће размере.

Један од значајних доприноса разумевању како визуелна интеграција просторне структуре утиче на сналажење у простору дала је теорија просторне синтаксе (Penn, 2003). Читљивост простора, као што смо то раније рекли, једна је од најважнијих карактеристика простора за успешност

сналажења у њему, јер омогућује увид у глобалну структуру простора на основу локалних карактеристика. Дефинисана је као степен корелације између локалне и глобалне мере интеграције уличне мреже. “Ова мера предвиђа да ће град бити читљив ако је његова улична мрежа таква да су улице вишег нивоа интеграције повезане са већим бројем улица у просеку, а изоловане улице имају директну везу са мањим бројем улица” (Bafna 2003, 26). Други научници су утврдили да висок ниво глобалне интеграције доприноси сликовитости урбане структуре или уличних сегмената (Shokouhi 2003).

Когнитивне компоненте спознаје простора није лако категоризовати. Вербални описи окружења, скицирање мапа, процена раздаљине итд, само су неке од метода које се користе за истраживање улоге когнитивних компоненти (Saif-ul Haq, Hill, and Pramanik 2005, 338).

Типични експерименти оријентације у простору спроводе се или у лабораторијама где је окружење на неки начин репродуковано, или у стварном окружењу где нема много могућности за контролу варијабли које желимо да посматрамо. Репродукција стварности се остварује преко фотографија, слајдова, филмова које су приказани субјекту. У зависности од квалитета тих медија, може се остварити мањи или већи реализам. Овакав начин испитивања не дозвољава субјекту да доноси одлуке о својој путањи кретања, односно тачке одлуке у тим кретањима су најчешће невезане и нису условљене претходним, а што је кључно за процес сналажења. Са друге стране, експерименти који су спроведени у стварним окружењима дозвољавају испитанику да доноси одлуке у кретању, али ови експерименти су често критиковани због немогућности изолације екстерних варијабли које нису предмет истраживања (Saif-ul Haq, Hill, and Pramanik 2005, 338). У скорије време, неки експерименти у просторној оријентацији рађени су у виртуелним окружењима са контролом кретања субјекта (Conroy-Dalton 2001)

На основу дуге архитектонске традиције, Џодик (Joedicke 1985, према (Gerald Franz 2005) је формулисао теорију архитектонског простора која потиче од схватања простора као “нечега између”, онога што се јавља као

перцепција просторних граница/обриса. Стога, импресија простора је конструкција људског перцептивног (углавном визуелног) и когнитивног система који формира односе између објеката или локација. Ако је простор систем перцептивних односа, онда је примарни квалитет овог простора његова густина, односно интензитет доживљених односа. Карактеристика просторних поља су градијенти затворености и континуитета тока простора. Пуни и празни волумени простора су екстремни доживљаја простора (Gerald Franz 2005).

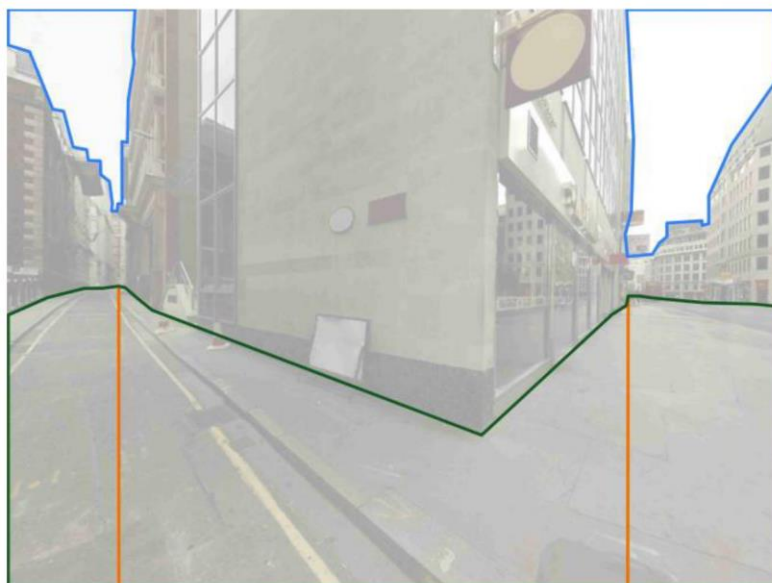
Џодик наводи да је просторну густину могуће егзактно одредити, али не види примену овог квантитативног приступа у архитектонској пракси, те се уздржава од даљих закључака. Други су аутори, ипак, били више заинтересовани за ове квантитативне закључке, и то нарочито у сфери изовист анализа (Gerald Franz 2005).

У истраживањима појединих аутора наводи се компонента “геометријског модула” као типичне репрезентације садржаја људске просторне меморије, нарочито за просторе мале размере (Wang 1999; Wang and Elizabeth S. Spelke 2002; Werner and Long 2002). Скорија истраживања показују да су просторни распоред и геометријска форма од примарне важности за самоорганизацију и декодирање објеката у просторној меморији, Интересантно, геометријским информацијама се даје предност над другим факторима (нпр. бојом) код деце, док су код одраслих оба фактора једнако заступљена (Elizabeth Spelke, Lee, and Izard 2010). Иако су ове студије показале ефикасност код неколицине геометријских конфигурација, оне нуде мотивацију за додатне геометријске анализе (Gerald Franz 2005).

Резултати студије која се базирала на праћењу људског ока у стварном окружењу проширили су визуелне параметре на основу локације фиксираних погледа. Они су показали да је пажња посматрача усмерена посебно ка структуралним елементима у окружењу. Издвојене су три просторно-геометријеске мере: површина неба, површина подлоге и најдужа линија погледа (Слика 27). Заједно са сазнањем да испитаници бирају најповезаније

улице у одабиру кретања, Емо (Емо 2014) сугерише да постоји веза између индивидуалних когнитивних процеса који се јављају приликом оријентације у простору и релативне мере повезаности која се користи у теорији просторне синтаксе.

Ове три мере рачунате су преко развијених стереоскопских слика за сваку тачку посматрања (Слика 27). Површина подлоге се односи на површину која се може користити за кретање а која је видљива из дате очне тачке. Она се користи да се дефинише линија хоризонта за сваку алтернативну стазу. Најдужа линија погледа у овом случају мерена је као најдужа вертикална линија површине подлоге за сваку понуђену стазу. Површина неба се односи на површину слике коју покрива небо. Ово је приступ базиран на квантитативним подацима и, према Емо, чини први корак у разумевању улоге просторно-геометријских карактеристика у предвиђању кретања пешака кроз неко окружење (Емо 2014).



Слика 27: Геометријске мере простора: површина подлоге (зелена), најдужа линија вида (наранџаста) и површина неба (плава) (Емо 2014)

И пријашња истраживања нагласила су важност дубине видног поља у оријентацији у простору (Wiener et al. 2009; Golledge 1999) и релевантност

линије погледа за анализу просторне синтаксе (R. Conroy Dalton 2001; B. Hillier 2007)

Дакле, за предвиђање активности пешака у отвореним градским просторима, поред наведених параметера површине подлоге, неба и дубине изовист поља, у испитивања ћемо уврстити и додатне варијабле површине и волумена изовист поља у тродимензионалном моделу. Тродимензионални модел користићемо ради аутоматизованог добијања података о геометрији простора о чему ће више речи бити у наредном поглављу дисертације. Одабир локације ових изовиста вршиће се на основу резултата добијених из спроведеног експеримента навигације кретања пешака у виртуелном окружењу које ће бити описано у шестом поглављу ове дисертације.

5 ПАРАМЕТАРСКО МОДЕЛОВАЊЕ И СИМУЛАЦИЈА

5.1 Град као комплексан систем кретања

Насупрот мишљењу да су градови хаотичне заједнице које треба контролисати, Џејн Џејкобс (Jane Jacobs) и Мајкл Бети (Michel Batty) тврде супротно. Испод очитог хаоса и разноликости физичке форме, постоји снажан поредак и образац који произлази из безброј одлука и процеса који су потребни да се град развије и прошири физички. Бети такође тврди да ослањање на досадашње планирање градова према идеалистичким геометријским плановима не води никуда и да будућност види у оснаживању науке која жели да разуме функционисање градова као комплексних система.

Међутим, најистакнутији експоненти критике Линча, Џејковбсонове и Александера (Alexander) захтевају од истраживача да размишљају о урбанистичком планирању из перспективе антропологије, што би требало да буде засновано на запажању онога што заправо функцинише у стварним градовима. Ово је отворило пут математичком приступу мерења у урбаној морфологији. Александер је први покушао увести у дебату формални математички концепт. Поједини научници су били заинтересовани да уведу математичке алате у област урбане морфологије, нарочито теорије графова и тако повежу ову идеју са оним што се примењује у урбаном дизајну (March and Steadman 1971; Martin and March 1972; Steadman 1983). Један од примера је рад на могућим графичким приказима урбане форме (Krüger 1979). У том контексту, издвојила се метода просторне синтаксе подстакнута од стране Хилијера и Хенсонове (1984) која се заснива на графичком представљању и опису градова као система отворених простора. (Xiao, 42)

Овакав математички приступ посматрању градова као комплексних система подразумевао је и употребу нових алата за квантификацију простора. Ови алати су првенствено дигитални, јер метода којом се баве подразумева координацију великог број параметара који утичу на развој и промене у урбаним системима. Развој ових алата био је доминантно у сфери

информационих технологија, међутим, последњих деценија, овакава алгоритамски приступ простору пребацује се и у сферу архитектуре, а за то је заслужан развој параметарског моделовања (параметарског дизајна).

5.2 Параметарско моделовање

Параметарски дизајн се може дефинисати као било који скуп физичких својстава чије вредности одређују карактеристике или понашање нечега (Lamit 2015). Дакле, форма се заснива на физичким параметрима који конструишу објекат или простор. Промена ових параметара доводи до промене карактеристика и понашања објекта или простора.

Параметарски дизајн у архитектури појавио се седамдесетих година, са појавом метода за описивање кривих кроз параметарске једначине. Стив Кунс (Steve Coons) је 1967. године дао предлог дефинисања закривљених површина поделом у два правца која површину дели на мање површи дефинисане са четири ивичне криве нижег реда што је олакшало даљи рад и прорачуне (Alvarado and Munoz 2012).

Параметарски дизајн је динамичан процес који се регулише променама и параметрима, у којем се може добити више паралелних решења у процесу пројектовања. Он подржава креирање, управљање и организацију комплексних дигиталних модела. Коришћењем параметарских алата, архитекте или урбанисти могу да дефинишу правила у креирању решења, а у складу са захтевима дизајна. Другим речима, параметарски дизајн помаже у модификацији физичких параметара који утичу на дизајн који одговара одређеним захтевима или потребама заснованим на одређеним правилима које је одредио дизајнер.

Параметарски дизајн је, дакле, рачунарски приступ који подразумева скуп међусобно везаних параметара који, користећи алгоритме, резултују неком одређеном просторном формом. Везом између различитих елемената у комплексној структури или геометрији може се манипулисати, а ефекти се лако могу анализирати. У архитектури и урбаном дизајну користи се на

различите начине: од разматрања енергетске ефикасности до тестирања структуралних особина неких конструктивних система; од разматрања сложених просторних функционалних односа до управљања пројектима изградње (Jabi 2013; Stavric and Marina 2011).

Резултати појединих истраживања указују на то да на доношење одлука о кретању корисника кроз простор утиче и визуелна перцепција простора (Basu and Ghosh 2017), а што се се касније одражава на економске или административне интервенције. Уз помоћ параметарског дизајна фактор визуелне перцепције, заједно са осталим параметрима, може бити боље интегрисан у процес планирања и пројектовања. У том случају, визуелна перцепција постаје објективан и рационализован параметар, а не интуитивни и квалитативни фактор, као што је то до сада практиковано.

Према томе, може се рећи да визуелна перцепција контролише параметре форме простора до неке мере, иако тачне параметарске релације између визуелне перцепције и архитектуре још увек нису детаљно испитане. Ово отвара ново поље истраживања у будућности. Да будемо прецизнији, ова истраживања могу бити везана за елементе геометријске форме објеката. Вебер и Аман (Weber and Amann, 2004) нпр. наводе да постојеће студије “Shape Grammars” теорије још увек не успостављају јасну везу између когнитивних аспеката и доношења одлука о кретању кроз простор. Међутим, да би се оваква истраживања уопште могла усмерити, потребно је изградити базу података о простору, што ће отворити пут кориштењу параметарских софтвера у будућности.

5.2.1 Параметарско моделовање и теорија просторне синтаксе

Методе анализе просторне синтаксе које смо навели у поглављу 2 дисертације фокусирају се искључиво на геометријско позиционирање просторних елемената и за своје прорачуне не захтевају додатне податке о коришћењу земљишта или саобраћају. Као такве, оне су посебно погодне за испитивање алтернативних решења у процесу дизајна у смислу њихових

просторних карактеристика. Постоји неколико софтверских пакета за извођење таквих анализа, али дефинисање и промена геометрије се мора урадити у специјализованим *CAD* (Computer Aided Design) софтверима. Будући да је процес дизајна стални и итеративни процес побољшања заснован на креирању идеја и њиховој процени (Lawson 2006), корисно је истражити што више итерација у процесу пројектовања. Конвенционалним начином рада и форматима датотека ово није једноставно: свака итерација захтева да се подаци непрестано извозе и увозе у софтвер, односно, захтева се стална манипулација између алата за пројектовање и анализе пројекта. Ово значајно отежава процес планирања и пројектовања и делује као препрека за архитекту или урбанисту да истражује широк спектар варијанти свог решења.

Параметарско моделовање представља нови приступ стварању комплексних облика у архитектури и урбаним дизајном за потребе истраживања различитих варијантних решења. Како смо навели раније, у параметарском моделовању крајња геометрија је резултат процеса моделовања који је вођен алгоритмима и одређеним улазним параметрима (Woodbury 2010). Предност оваквог приступа је могућност лаке промене улазних параметара и генерисање великог броја варијантних решења у реалном времену. У параметарском урбаном моделовању може се узети у обзир мноштво фактора за дефинисање коначног облика. Циљ овог процеса је интеграција вишедимензионалног карактера и симулација ситуација у стварном свету, помажући пројектанту да створи одржива окружења. Геометријски и нумерички параметри као што су морфологија локације, висински прописи, смернице за планирање и разни урбани индикатори густине могу се користити за обликовање градова (Beirão, José Nuno Dinis Cabral 2012). Међутим, до сада није било подршке за укључивање просторних анализа у овај модел (Bielik, Schneider, and König 2012, 702).

Параметарско моделовање означава стварање геометријских модела дефинисањем односа између својстава геометријских објеката (као што су тачке, линије или површине). Ови односи се дефинишу нумеричким параметрима (нпр. број елемената који се понављају) или повезивањем самих

геометријских елемената (нпр. линија дефинисана са две тачке). Ако се изврше промене вредности параметара или особина припадајућих геометријских објеката (као што је померање тачке), то има директан утицај на укупну геометрију. Геометријски модели чији елементи се међусобно односе на горе описани начин, називају се параметарским моделима. Они дозвољавају конструисање сложених геометријских структура релативно једноставним средствима и омогућавају брзо генерисање велике количине варијанти променом параметара. Распон ових варијација зависи од структуре параметарског модела и може варирати од малих варијација до структурно различитих решења (Woodbury 2010).

Са обзиром на природу анализа којима се бави теорија просторне синтаксе, параметарско моделовање је веома погодан алат чија употреба у овој теорији може имати велику примену, без обзира да ли се ради о широким размерама урбанистичког планирања уличних мрежа, блоковских структура у појединим њеним деловима, или урбанистичком пројектовању детаља неке мање целине. *CAD* технологија нема могућност симулације одређене ситуације, већ само могућност њене презентације. Термин *симулација* често се изједначава са термином *презентација*, иако је он више везана за предвиђање, док је презентација представљање неке сцене неког места у одређеној временској тачки. Параметарско моделовање чини симулацију могућом. Комбиноацијом *CAD* параметарских алата и теорије просторне синтаксе урбанистима и архитектама је проширен спектар деловања са садашњих и на будуће просторе (Azad Hadji Khameneh 2015, 954).

Када је реч о параметарском моделовању, основни и главни алат за архитекте је *Grasshopper 3D*, параметарски софтвер који је додатак програму за моделовање *Rhinoceros*. То је визуелни програмски језик које је развио Дејвид Рутен (David Rutten) 2007. године и који је јединствен у архитектонској пракси, јер омогућава интуитиван начин да се истражи форма, а да при томе није потребно програмерско искуство. Како је заједница корисника овог софтвера велика, постоји већ одређен број компоненти за овај софтвер које се баве управо анализом простора заснованој на теорији просторне синтаксе

(SpiderWeb, Syntactic, DecodingSpaces, SmartSpaceAnalyser) а који подржавају анализу и аксијалних мапа и изовист поља. Тренутно је употреба теорије просторне синтаксе у параметарском моделовању у експанзији (Basu and Ghosh 2017; Beirão, José Nuno Dinis Cabral 2012; Bielik et al. 2015; Judyta Cichocka 2015; Nourian, Rezvani, and Sariyildiz 2013; Stavric and Marina 2011).

5.2.2 Постојећи софтвери у теорији просторне синтаксе

Да бисмо могли утврдити предности употребе параметарског приступа у анализи просторне синтаксе, потребно је прво дати преглед и карактеристике постојећих софтвера које просторна синтакса тренутно користи (Dong et al., Sec1:4). Неке од њих ћемо описати, а неке само споменути у Табела 2.

DepthmapX (<http://varoudis.github.io/depthmapX/>) је Open-Source (код отвореног типа) софтвер за просторну анализу који је развио Тасос Варудис (Tasos Varoudis), а посвећен је Аласдеру Тарнеру (Alasdair Turner), који је развио прву верзију овог програма на Универзитету Колеџ у Лондону (University College London). Овај софтвер укључује анализу аксијалних мапа, анализу сегмената, као и анализу видљивости. Базира се на увозу цртежа (*DXF* фајлова). Програм је доступан за комерцијалну употребу.

Qgis Space Syntax Toolkit је додатак *QGIS* софтверу и користи се за анализу просторне мреже и статистичку анализу. Ово је верзија *DepthmapX* софтвера који ради у GIS окружењу. Софтвер је развио Џорџ Гил у Лабораторији просторне синтаксе (Space Syntax Laboratory) на Бартлету (The Bartlett, UCL). Састоји се из два модула: *Graph analysis* и *Attributes explorer* и поседује директан линк са софтвера *DepthmapX* за аксијалну анализу.

OmniVista је апликација за анализу изовиста коју су 1999. године развили Ник Далтон и Рут Конрој Далтон (Nick Sheep Dalton and Ruth Conroy Dalton). Развијена је приватно, без институционалних афилиција. Подржава анализу тачкастих, растерских и линијских изовиста. Овај програм више није активан.

Confeego (<http://www.spacesyntax.org/software/newtools.asp>) је сет нових алата развијен у оквиру компаније *Space Syntax Limited* који се користи у истраживањима и саветовању у пројектовању. Овај програм ради у *MapInfo Professional GIS* окружењу. Последња верзија овог софтвера датира из 2005. године и рачуна дубину елемента у графу, интеграцију и сродне мере, и има укључен и пакет за статистику.

Spatialist су развили Дон Херис и Марк Вајсман (Don Harris and Mark Weisman) са Технолошког института у Џорџији (Georgia Institute of Technology) као примену теоријских принципа које је увео Пепонис (John Peponis). Користи се за анализу планова објеката или насеља. Креиран је као додатак *Microstation* 95. Програм тренутно није у употреби.

Карактеристике ових програма приказује Табела 2.

Табела 2: Карактеристике постојећих софтвера за анализу просторне синтаксе (Beyhan 2011)

Софтвер	Модалитети			Доступни улазни и излазни формати датотека	
	Анализа мреже	Анализа конвексних простора	Анализа растера	Улазни формат	Излазни формат
Syntax2D	*		*	dxf	ss2, csv
DeptmapX	*	*	*	dxf, mif, gml, cat, rtf, ntf	txt, mif, graph
OmniVista			*	pict	pict
Confeego ^a	*			tab ^d	tab ^d
Spatialist ^b	*	*		dgn ^d	dgn ^d
SPOT	*			dxf	
WebmapAtHome	*			dxf	svg, csv
Segmen	*			mif ^d	mif ^d
Place Syntax Tool ^a	*			tab ^d	tab ^d
Axwoman ^c	*	*		shp ^d	shp ^d
GRASS-plugin	*			shp ^d	shp ^d
Mindwalk				dxf, txt	dxf, txt
a. Допатак је зависан од софтвера MapInfo b. Допатак је зависан од софтвера MicroStation c. Допатак је зависан од софтвера ArcInfo d. Допатак за различите GIS софтвере					

Треба споменути да већина развијених софтвера за анализу просторне синтаксе није отвореног кодног типа, односно модификације тих програма

нису могуће од стране корисника. Иако су доступни за употребу, контрола њиховог кориштења од стране аутора је евидентна јер аутори софтвера понекад траже да им се уступи база просторних модела које корисници софтвера креирају приликом свог истраживања у замену за право кориштења софтвера (Beyhan 2011, 3).

Од софтвера наведених у табели, само су *DepthmapX*, *Syntax2D* и *GRASS* open source софтвери. Већина њих ради у оквиру *GIS* софтвера који није бесплатан.

Сви софтверски програми за анализу просторне синтаксе захтевају *CAD* датотеку за анализу. Због тога је од виталног значаја ови софтверски програми користе формате датотека које генеришу популарни *CAD* програми. *Autodesk's CAD* програм доминира на тржишту *CAD* софтвера. Врста датотеке коју користи је *.DWG* типа, али такође подржава и *.DXF* и *.DWF* формате датотека (неактивност програма *OmniVista* и *Spatialist* се вероватно може приписати њиховом неуспешном интеграцијом са *AutoCAD*-ом. *OmniVista* је креиран за оперативни систем *Macintosh* који није чест у употреби у архитектонској пракси. *Spatialist* ради искључиво на софтверу *Microstation 95* који и даље постоји, али има веома мали удио на тржишту. У будућности, софтверски програми за анализу просторне синтаксе морају бити прилагођени софтверским платформама на којима се покрећу и подржавати формате датотека које подржава *AutoCAD*.

5.2.3 „Нови“ параметарски софтвери у просторној синтакси

До 2007. године највећи број софтвера креираних за потребе испитивања просторне синтаксе настајали су у Бартлетовој лабораторији. Међутим, посљедњих година допринос у развоју програма долази и са других институција. Поред развоја нових алата за примену теорије, већи значај имају упливи нових идеја које преиспитују дотадашња теоријска начела просторне синтаксе. У оквиру параметарског моделовања, развијени су, и даље се усавршавају, софтвери за примену теорије просторне синтаксе. Ови софтвери

су већином везани за *Grasshopper3D* као додатне компоненте, и доступни су за едукативну употребу.

SpiderWeb (<http://www.grasshopper3d.com/group/spiderweb>) нуди скуп основних калкулација/компоненти за креирање, анализу и извођење различитих операција са графовима (укључујући визуелне графике). Описане компоненте углавном изводе мерења која нуди и *DepthmapX* (Space Syntax Limited 2013), а за које је потребно познавање основних начела теорије просторне синтаксе. Мање напредни корисници могу применити кластере (већ готове скупове операција) које су предвиђене за извођење различитих стандардних мерења као што су интеграција, повезаност, избор. *SpiderWeb* подржава и тродимензионално мерење. За разлику од унапред дефинисаних мерења које пружа *DepthmapX*, са *SpiderWeb* компонентом модели се могу прилагодити како би се укључила мерења у раној фази планирања. За ову методу планирања од велике је важности да постоје различите компоненте које се комбинују, уместо једне која изводи анализу и није подложна промени параметара. *SpiderWeb* је креирао Ричард Шафранек (Richard Schaffranek) са Техничког Универзитета у Бечу (Vienna University of Technologie).

Syntactic* и *Configurbanist (<https://sites.google.com/site/pirouznourian/>) су алати који иду један са другим, које је осмислио Пироз Нуриан (Pirouz Nourian) са Техничког Универзитета у Делфту (TU Delft), а који су инспирисани претходном компонентом *SpiderWeb*. Прва компонента пружа примену теорије графова у архитектонском дизајну и усмерена ка је пропрачуница унутрашњих простора, док се друга бави урбаним мрежама и пешачким и бициклистичким рутама.

SmartSpaceAnalyser (<http://www.smart-solutions-network.com/>) развио је *Smart Space team* из фирме *Buro Happold Engineering* из Дубаија. То је интуитивни алат за просторну анализу на нивоу објекта или града. Подржава мапирање дистанци, анализу видљивости и повезаности.

Urban Network Analysis (UNA) није класични параметарски софтвер, он је додаток за *Rhino 5*, али с обзиром да *Grasshopper* ради унутар софтвера *Rhino 5*, *UNA* софтвер је могуће донекле користити и за параметарско моделовање. Овај програм нуди процене удаљености, приступачности и могућности сусрета у урбаним мрежама и има могућност увоза *GIS* података и њиховог укључивања у процес анализе.

DeCodingSpaces Toolbox (<http://decodingspaces-toolbox.org/>) је додаток за *Grasshopper* који садржи компоненте за алгоритамско архитектонско и урбанистичко планирање. Алат је објавила група *Computational Planning Group* (CPlan) која је резултат међуакадемске сарадње и партнера из праксе широм света. Овај алат је још увек у настајању и број аутора који ради на њему је у сталном порасту.

Сви ови алати још увек врше углавном дводимензионалне анализе, нарочито кад су у питању изовисти. Неки од њих су готове компоненте које немају могућност прилагођавања специфичности мерења или карактеру истраживања за које је намењено. Из тог разлога, за рад у овој дисертацији одлучили смо се да за мере просторне синтаксе одабраног подручја користимо компоненту *DeCodingSpaces*, док су за мерења изовиста прављени додатни алгоритми.

5.3 Теренска истраживања или лабораторијски експеримент?

Начин реализације истраживања која се баве навигацијом у простору је тема од значаја за валидност добијених резултата истраживања. Нарочито када су у питању студије које се базирају на вербалном извештају, јер се фокусирају на интроспекцију испитаника током испитивања што није случај у свакодневном животу. Такође, разлике између интроспективе и онога што испитаник изрази у својим одговорима су увек могуће. Исто тако, није реално да се испитаник понаша потпуно природно уколико зна да га посматрају.

Према томе, начин прикупљања података који нуди најбољи омер контроле, флексибилности, валидности информација и уложеног труда

представља питање од битног значаја у овом случају. Ова тема има дугу традицију у методолошким дискусијама експерименталне психологије (Stapf 1976, Kaminski 1976). Посебно у почетку, област психологије која се бави животним окружењем делимично се дефинише методичким приступом који зависи углавном од посматрања на лицу места (*in situ*). Данас, уместо избора између теренских студија или лабораторијских експеримената, сматра се да су оба приступа комплементарна, и имају специфичне предности и недостатке.

У лабораторијским експериментима ситуациони контекст је обично вештачки, а утицај посматрања на валидност акције испитаника је много већи. Лабораторијски експерименти захтевају много мањи узорак испитаника, трају краће и могу пружити прецизније квантитативне податке. Бољи ниво контроле такође олакшава откривање детаља и нијанси у понашању испитаника, које иначе не би било могуће опазити у реалним условима. Ова два метода се такође разликују у њиховом потенцијалу да размотре временске аспекте посматраних појава. Лабораторијски експерименти могу посматрати само непосредне или краткорочне ефекте, јер, осим практичних проблема, дуготрајни експерименти би вероватно донели бесмислене резултате због свог неприродног контекста. С друге стране, теренске студије могу теоретски омогућити посматрање природно насталих дугорочних ефеката, али се зато фактори ометања које проузрокују променљиви услови не могу лако искључити.

Неколико емпиријских студија поредило је ова два приступа. Генерално, битне разлике између података добијених у вештачком окружењу и оних на лицу места нису пронађене, или су биле јако мале. Стампис (Stamps 2002, 2003), тако, у својим студијама није могао утврдити значајне разлике у факторима у различитим условима испитивања (време дана, простор у коме се испитивање врши, удаљеност посматрача, количина светлости).

У складу с тим, теренска истраживања се радије користе када је потребно дефинисати неку хипотезу, док се лабораторијска користе да би се та теза

испитала. У сваком случају, употреба једног или другог принципа зависи од специфичности самог истраживања (Gerald Franz 2005).

Једна од метода која се може користити за истраживање појединачног кретања у простору је примена технологије виртуелних окружења. Далтонова сматра да би употреба виртуелних окружења могла да пружи кључне податке за разумевање и откривање људских микро-покрета који резултирају променама у кретању пешака. Постоје две основне предности које доносе такве технологије. Прво, када се користи виртуелно окружење за "посматрање" пешачких акција, могуће је извести и најдетаљнија мерења. Не само да се локација субјекта у окружењу може тачно измерити (као и правац у којем је усмерен поглед), већ и фреквенција мерења може бити веома честа (до десетине секунде). На овај начин, сваки мали корак, оклевање, промена правца или кратки поглед могу се снимити у потпуном детаљу. Врсте опсервација које би било тешко уочити у стварном свету, у виртуелним окружењима постају могуће. Ако се посматрања могу изводити на овај начин, претпоставља се да би било могуће идентификовати одређене акције или понашања, које би, уколико се понављају током трајања читавог експеримента, произвеле образац који је конзистентан са обрасцима понашања у стварном окружењу (Conroy-Dalton 2001, 16).

Далтонова се такође бавила и истраживањем врсте одлука које су испитаници доносили на раскрсницама у свом кретању. Она је створила окружење у којем су испитаницима представљени разни типови раскрсница, а затим је посматрала и мерила понашања и кретања испитаника у свакој тачки. На тај начин дошла је до закључка да испитаници врло јасно бирају руте које су праволинијске, а да избегавају оне које имају делимичну закривљеност или вијугају. Њена претпоставка узрока овог феномена је та да испитаници теже да смање комплексност руте, те закључује да је избор кретања код испитаника комбинација жеље за одабиром најједноставније руте (у смислу углова) и жеље да се правац и усмереност кретања одржи што ближе одредишту (такође у угаоном смислу). Далтонова је такође утврдила и значајну статистичку корелацију између посматрања стварног света и

виртуелне анализе реплицираног окружења. Другим речима, људи се крећу на аналоган начин у обе реалности.

Још једна предност кориштења виртуелних окружења може се наћи у испитивању концепта "научног метода". Један аспект научног метода односи се на поступак извођења експеримената, где се препоручује смањење броја променљивих фактора присутних у експерименту, како би се изоловано посматрао ефекат једне варијабле која се тестира. Идеално, истраживач треба да тежи да из експеримента елиминише све екстерне варијабле, остављајући само једну варијаблу под надзором. У случају стварног кретања пешака, број фактора који могу утицати на избор руте је превелик. Не само да у стварном свету има превише стимулуса које треба узети у обзир при испитивању, већ ту могу бити присутни и ефекти које ми још увек нисмо у стању да идентификујемо (Conroy-Dalton 2001, 16).

Истраживач који користи виртуелно окружење у истраживању може бити сигуран да ће се окружење састојати само од оних фактора које је он одабрао да укључи. Дакле, фактори који могу да утичу на пешачко кретање у виртуелном свету су ограничени и потенцијално познати. На пример, могуће је створити окружење који садржи само минималне просторне податке (форму и удаљеност). У том случају, могуће је испитивати ефекат појавности и изгледа објеката на кретање променом текстура објеката у окружењу. Такође је могуће испитати и утицај уличног осветљења или сигнализације, па чак и присуство других људи у окружењу. Виртуелна окружења заправо представљају идеалан тестни полигон, пошто испитивач има потпуну контролу над окружењем на начин који је у стварном свету потпуно немогућ.

6 СТУДИЈА СЛУЧАЈА: ИСТРАЖИВАЊЕ КОНФИГУРАЦИЈСКО-ПРОСТОРНИХ КАРАКТЕРИСТИКА ОТВОРЕНИХ ЈАВНИХ ПРОСТОРА УЖЕГ ЦЕНТРА ГРАДСКОГ ЈЕЗГРА БАЊЕ ЛУКЕ

6.1 Концепт истраживања

У циљу испитивања постављених теза, истраживање је фокусирано на анализу два типа јавних простора у ужем градском језгру Бањалуке о којима је било речи у претходним поглављима дисертације – отворени јавни простори који подразумевају кретање корисника (улична мрежа или оно што Линч у својој теорији дефинише као *paths*) и отворени јавни простори у којима се ове путање укрштају (чворови одлука о кретању или оно што Линч назива *nodes*). Анализа ових простора и њихова употреба фокусирана је на параметре видљивости, односно визуелне доступности у тим сегментима/тачкама мерених техникама просторне синтаксе као предиктора интензитета кориштења ових простора. Вредности са којима су ови резултати поређени добијени су из емпириског истраживања које је спроведено кроз анкету сналажења корисника у простору која је конципирана као виртуелна шетња кроз одабрано градско подручје. Кроз низ задатака оријентације у простору које су испитаници решавали добијена је шема кретања корисника кроз понуђене сегменте градског ткива. Добијена шема је преточена у егзактне мерне податке о френквентности улица и тачака у ужем градском језгру. Циљ анализе ових шема кретања био је да се уоче потенцијалне кључне тачке у којима постоји слагање или одступање резултата добијених анкетом и претпостављених резултата добијених техникама анализе просторне синтаксе. Даље су ове тачке разматране детаљније у смислу анализе њихових параметара вредности видног поља (издвојено је 5 кључних параметара) са намером да се утврди корелација ових параметара са вредностима френквентности сегмената и чворова добијених из истраживања.

Утврђивањем зависности ових параметара могуће је, са методолошке стране, указати на одређене предности и бенефите употребе параметарског приступа у планирању и моделовању јавних простора. Такође, овај приступ

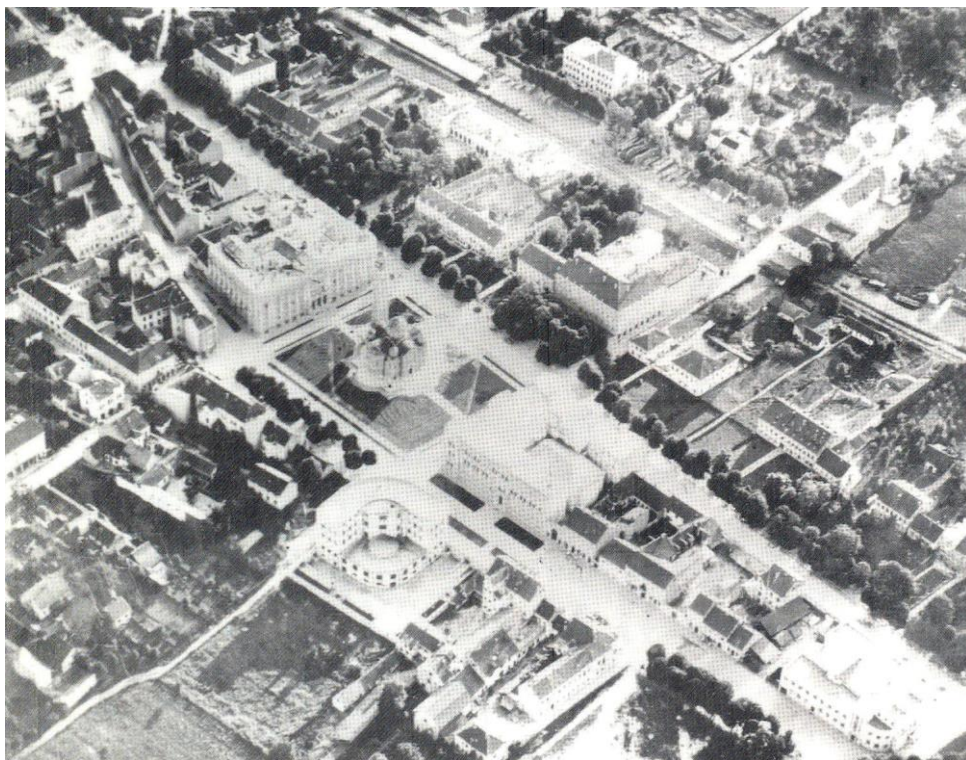
омогућава лакшу и бржу проверу релевантности техника просторне синтаксе у контексту визуелних и когнитивних параметара и тродимензионалног приступа анализи простора о којима је последњих година било доста различитих мишљења.

Са практичне стране резултати истраживања треба да укажу на конкретне смернице у планирању и моделовању отворених јавних градских простора, а које се тичу услова визуелне перцепције корисника тих простора.

6.2 Методологија емпиријског истраживања

6.2.1 Избор локације за истраживање

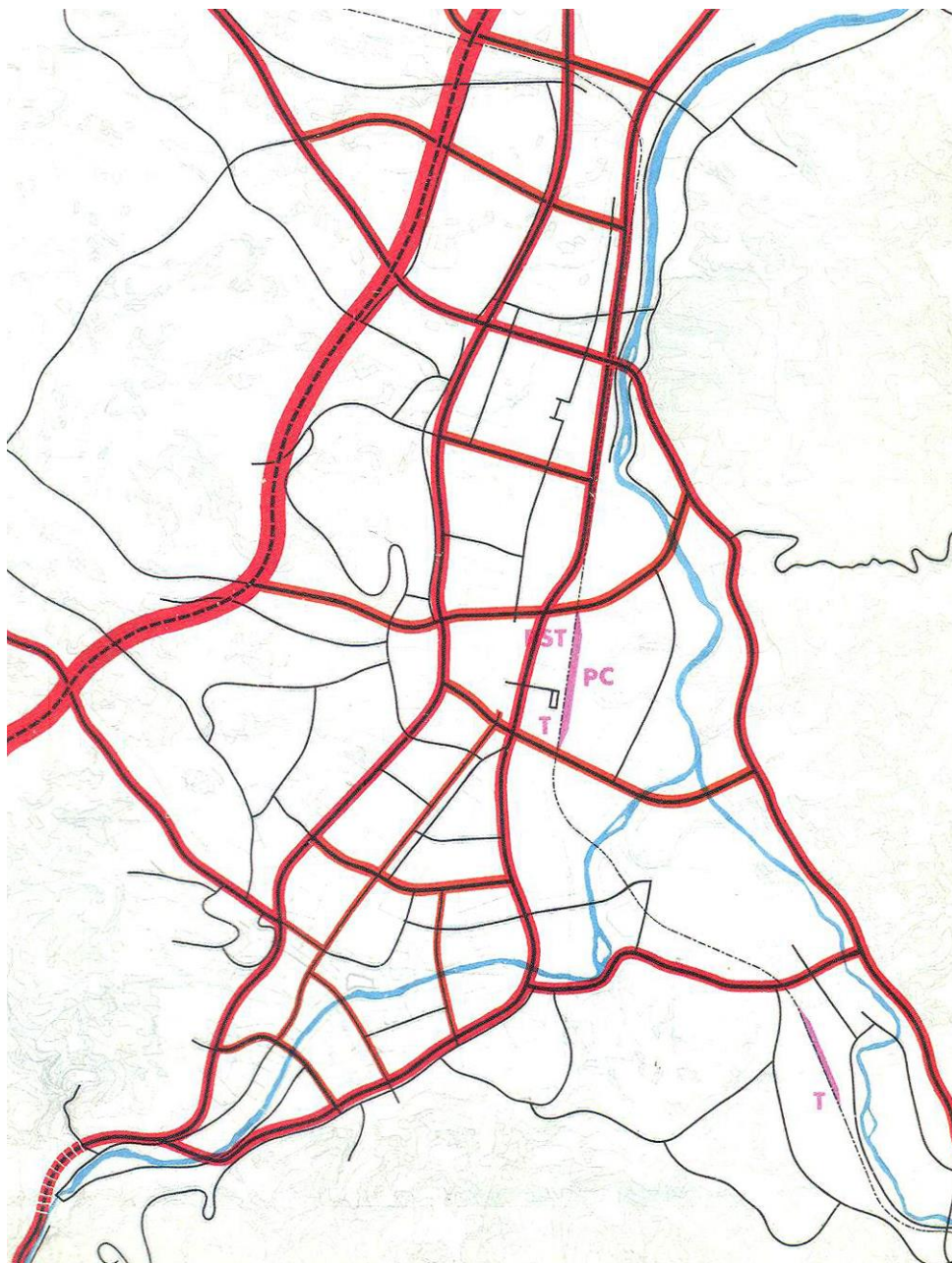
Настанак данашњег централног језгра Бањалуге у овом облику и матрици датира из периода аустроугарске окупације крајем 19. века коју карактерише плански усмераваан развој. Промена матрице била је условљена изградњом масивнијих објеката на значајнијим пунктовима. Тада је градски центар, у односу на претходни турски период померен на север (где је и сада) где се јавља крупнија блоковска структура формирана масивним и репрезентативним објектима европског манира (Слика 28). Претходна уситњена структура парцелације укрупњавала се, а улична матрица се развијала ортогоналано из основне лонгитудиналне шеме зацртане Царским друмом (данашња улица Краља Петра Првог Карађорђевића) на коју су се касније наслањале трансверзале. Улични фронтови су затварани у циљу компактности и хомогености градске структуре (Simonović 2010).



Слика 28: Померање урбаног језгра ка северу (пред друго св. Рат) (Simonović 2010, 118)

Након земљотреса 1969. године приступило се изради Урбанистичког плана који је усвојен 1975. године. Према њему су планиране две транзитне саобраћајнице које би растеретиле централну зону и које би биле повезане попречним примарним и секундарним саобраћајницама. Овај план никад није у потпуности довршен, што због финансијских, што због организационих проблема. Одступање од Плана је скоро било правило које је резултовало хетерогеношћу физичке структуре, фрагментираношћу простора и дисконтинуитетом на многим нивоима. Ово је приметно у интерполацији појединих стамбених блокова и масивних јавних објеката у централно градско језгро (Гајева, Јеврејска и Тржничка улица). Још тада су уочени недостаци и неадекватност уличне мреже због неповезаности транзитних саобраћајница и због чега се контакт градске мреже са даљинским саобраћајницама остварује унутар градског ткива (Слика 29). Овакво стање довело је до немогућности јасне сепарације пешачког од осталих видова саобраћаја, чиме је пешачки саобраћај кроз центар знатно отежан (Simonović 2010).

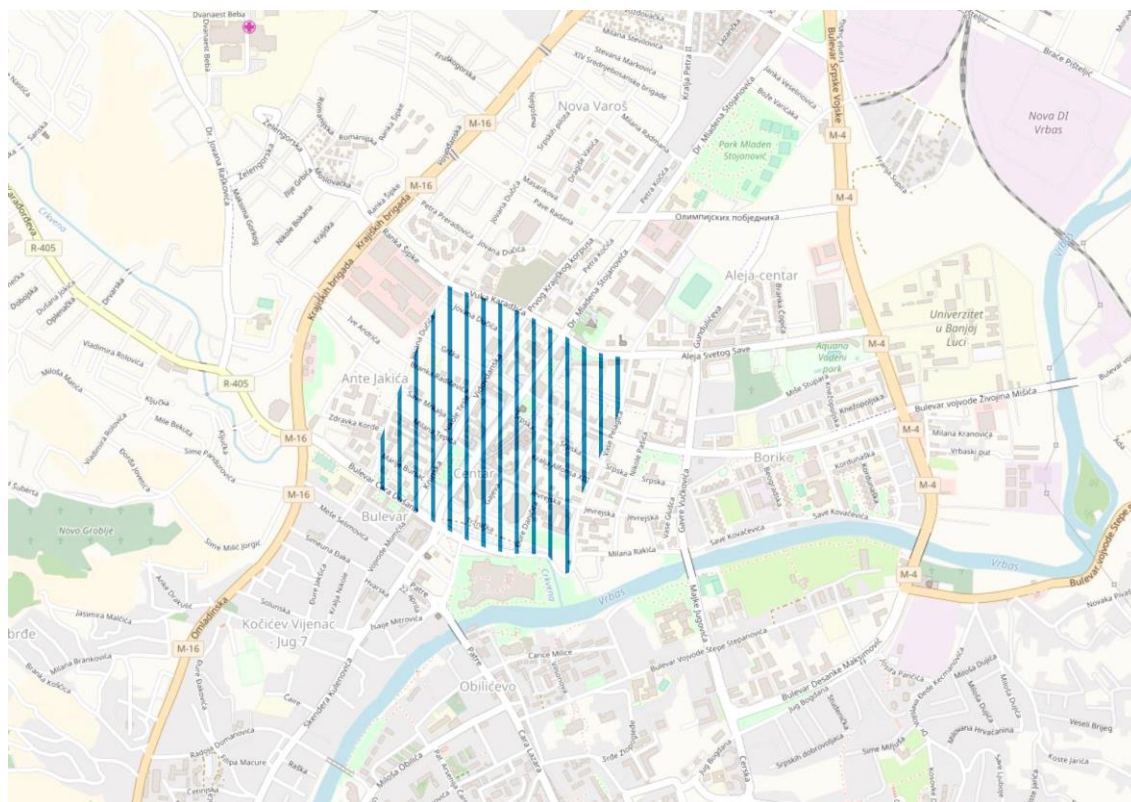
По завршетку грађанског рата 1995. године предлог новог Урбанистичког плана израђеног 2008/2009 године никад није усвојен, а поједини регулациони планови су у међувремену доживели честе измене и допуне. Ово је резултовало разграђеним градским ткивом, нападнутим процесима надоградње стамбених и пословних објеката.



Слика 29: Планирано стање саобраћајне мреже; Урбанистички план из 1975. године (Simonović 2010, 127)

У погледу уличног фронта и његове волуметрије ово је резултовало и разградњом јединствених потеза, те је веома често немогуће дефинисати сегмент улице кроз јединствен попречни пресек. Досадашња истраживања визуелних параметара у теорији просторне синтаксе углавном су се односила на мерења у блоковским структурама израженог уличног фронта где је отвореност/затвореност простора могла да има значајну улогу у перцепцији јавног простора. Због тога је значајно утврдити утицај овог параметра визуелне перцепције и на разуђене структуре централног градског ткива као што је предметна локација овог истраживања.

С обзиром на то како су задаци конципирани у анкети предметно подручје обухвата и централно градско језгро. Почетне и крајње тачке у задацима су дефинисане на ободима локације како би потенцијалне путање обухватиле уже градско језгро. Обухват је тако дефинисан улицама Вука Караџића, Јована Дучића, Тржничком и улицом Васе Пелагића (Слика 30).



Слика 30. Позиција предметног подручја унутар градске мреже

С обзиром на то да се истраживање односи на пешачки саобраћај, величина обухвата (по дијагонали) је дефинисана тако одговара временској дистанци од 15 минута хода. Такође, приликом припреме задатака, мапиране су све постојеће пешачке руте, укључујући и диференцијацију тротоара са обе стране коловоза уколико се ради о колској саобраћајници.

6.2.2 Истраживање које је претходило виртуелној анкети - пилот анкета

У сврху прикупљања информација о могућим параметрима простора који би се посматрали и мерили у даљем истраживању, спроведена је иницијална пилот анкета путем интернета. Анкета је садржавала сет питања о општим подацима испитаника, те двије групе задатака у којима се од испитаника тражио опис а) руте којом би се они кретали (замишљене руте) и б) руте којом би наводили неку другу особу (навигацијске руте).

Испитаници су имали задатак да замисле и вербално опишу путању којом би се кретали између две задате тачке у Бањалуци. Овај тип задатка садржавао је две руте које су међусобно попречне и укључују кретање кроз уже градско језгро. Циљ овог дела анкете био је да се упореде кретања испитаника на карти, те да се уоче одређени обрасци у кретању и перцепцији градског ткива кроз описе рута које су испитаници дали. Да ли су испитаници бирали најкраћи пут? Где су користили пречице и дијагонале кроз простор? Које елементе су користили приликом оријентације: објекте, дистанце, физичке репере и сл.

Следећи задатак био је да испитаници дају упутство за кретање између две задате тачке у граду неке које није упознат са градом. Тачке су биране тако да њихова најкраћа удаљеност не укључује кретање дуж главних градских праваца, већ укључује пролазак кроз мање интегрисане улице у градској мрежи. Циљ ове групе задатака био је да се добије увид у то колико испитаници сматрају да је Бањалука *читљива*, односно да ли ће се приликом навођења више водити конфигурацијом мреже или реперима у граду. Задатак

истраживача био је да упореди описане руте на карти, те да уочи које елементе су испитаници користили као карактеристичне и препознатљиве како би информисали некога ко не познаје град.

Метод сакупљања података

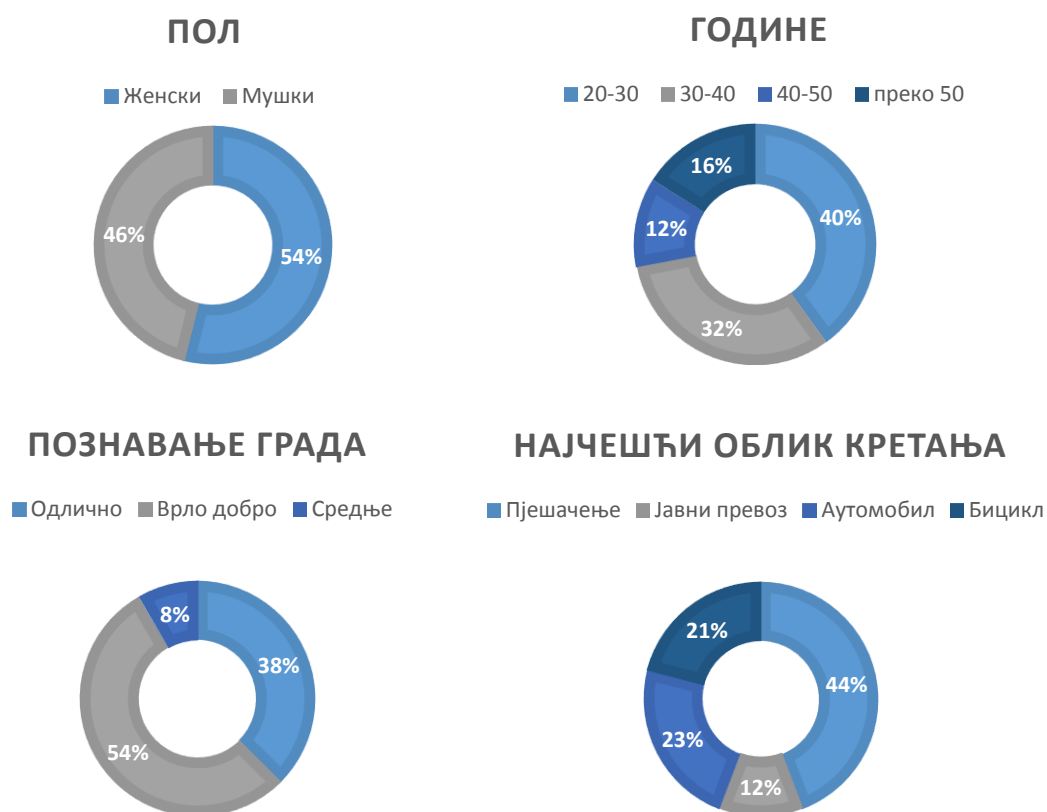
Анкета је спроведена у дигиталној форми уз помоћ интернета и паметног мобилног телефона на начин да су испитаницима задаци послани на телефон, а испитаници су своје одговоре снимили у форми аудио записа који је забележен у бази податка која се налази на интернету. Предност оваквог начина сакупљања података је могућност широке дистрибуције анкете. С друге стране, постоји реална опасност од неразумевања задатка од стране испитаника, те немогућност додатног појашњења задатка. Анкета је спроведена преко интернет апликације *Opinionmeter*². Текст анкете налази се у Табела 17.

Након завршетка одговори испитаника су преслушани, категоризовани и обрађени аналитички и статистички.

Узорак

Анкету је попунило 20 особа у распону од 20-60 година старости. Статистички подаци о испитаницима приказани су на Слика 31. Анкету је попунио приближно једнак број мушкараца и жена. Највећи део испитаника је у животној доби између 20 и 30 година, а више од пола је рекло да град познаје врло добро. Ниједан испитаник није одговорио да град познаје лоше. Код облика кретања предњачи пешачење (44%), а навика кориштења навигационе технологије није имала утицај јер једнак број испитаника и користи и не користи навигацију при кретању у просторима које не познаје.

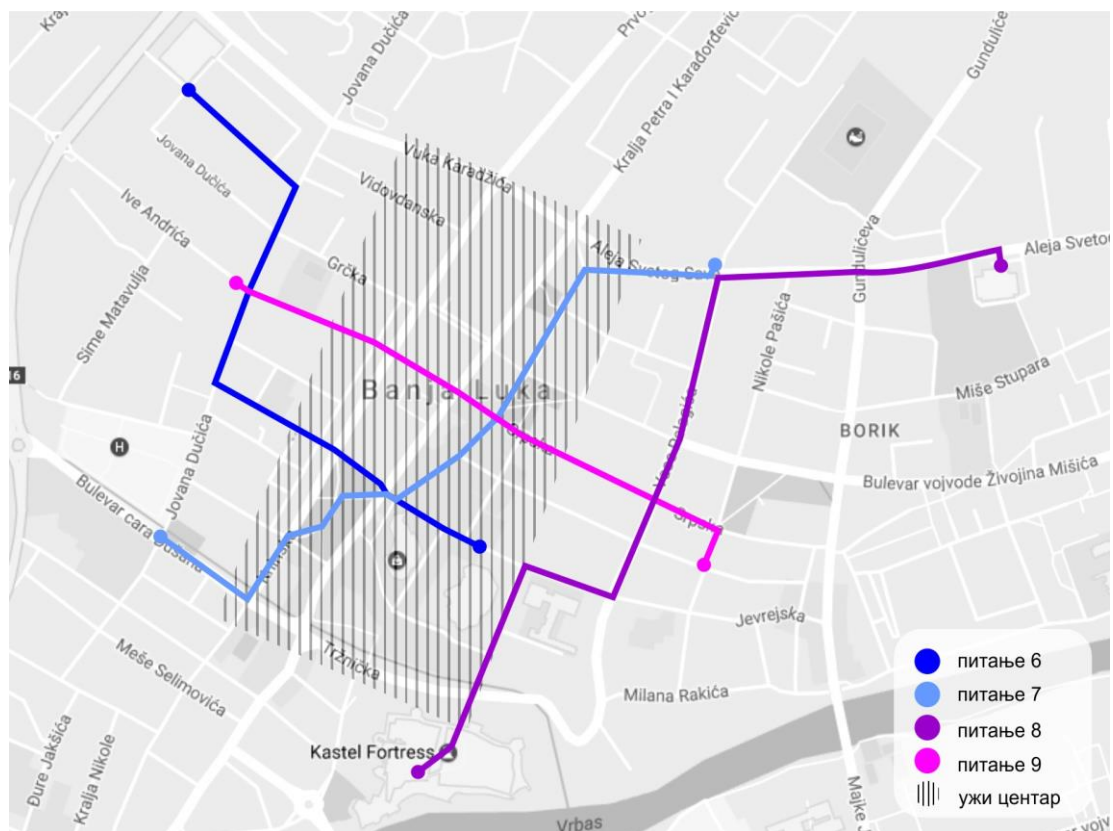
² <http://opinionmeter.com/>



Слика 31. Одговори испитаника на општа питања из иницијалне анкете

Обухват кретања

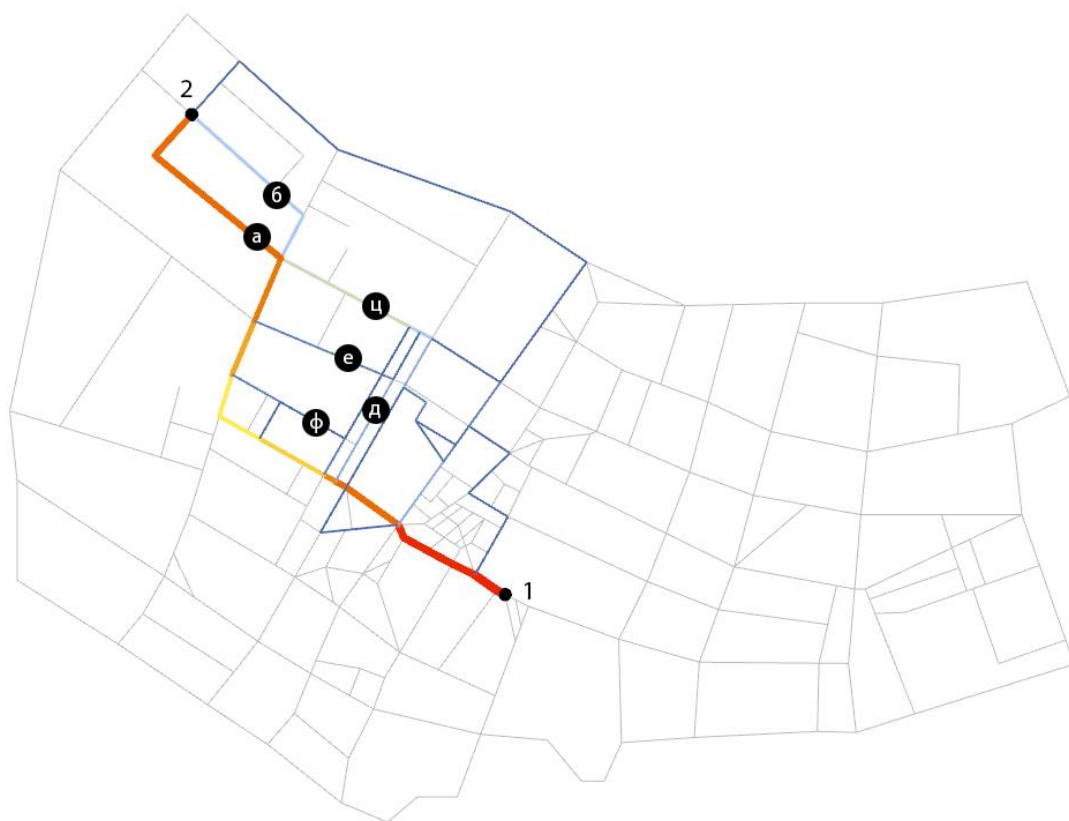
Обухват и крајње тачке у задацима где су испитаници описивали руте кретања подразумевао је шири центар Бањалуке, а тачке су биране тако да најкраћа рута пролази или тангира ужи центар, односно тачке су постављане дијагонално или “наспрамно” у односу на обухват. Положај тачака, позиција ужег градског језгра и најкраће путање међу тачкама дате су на Слика 32. Испитаницима нису биле дефинисане границе обухвата у кретању.



Слика 32.Најкраће путање између задатих тачака у иницијалној анкети

6.2.2.1 Замишљене руте

Прва замишљена рута (питање 6 у анкети) била је од Народне универзитетске библиотеке до тржног центра Конзум. На Слика 33 су дате путање које су испитаници бирали. Френквентност кретања по сегментима означена је дебелином линије и скалом боја (црвена – најфренквентније до плава – најмање френквентан сегмент).



Слика 33. Сума свих путања којима су се испитаници кретали у питању 6.

Са шеме кретања може се уочити да се најкраћа рута приказана на Слика 33 већим делом подудара да кретањем испитаника, осим у делу самог проласка кроз комплекс фабрике Чајавец до одредишта. Најкраћи пут је водио кроз споредну капију фабрике (Слика 33/а), док су испитаници бирали да прођу кроз главну (Слика 33/б). Један од разлога оворе може бити тај што је споредна капија од недавно у употреби и што су становници навикли на пролаз кроз главну капију (Слика 34 лево) која на свом правцу има више садржаја (пекара, свадбени салон, продавница спортске опреме...). Други разлог може бити тај што је улица која води од споредног улаза већину времена закрчена велеким бројем паркираних аутомобила који тај дио пута чине врло незгодним за пешачко кретање (Слика 34 десно).



Слика 34: Главна капија (лево) и споредна капија (десно) улаза у комплекс Чајавец

Такође је приметна фреквенција кретања кроз Грчку улицу (Слика 33/ц) до које се долази преко великог паркиралишта (Слика 35 десно) куда су испитаници нагласили да би ишли “дијагонално” (Слика 33/д). Грчка улица (Слика 35 лево) је једна од старијих улица у граду у којој се у једном њеном делу осети дух аустроугарске градње са карактеристичним уличним фронтом. Њој је дата предност у кретању у односу на две њој паралелне улице (Слика 33/ е и ф). Такође, свих 6 испитаника који су се кретали овом улицом која води до главне капије улаза у комплекс, наставили су путању право, те је могуће да је разлог избора кретања кроз ову улицу била веза најдужег линијског правца са минимизирањем броја скретања.

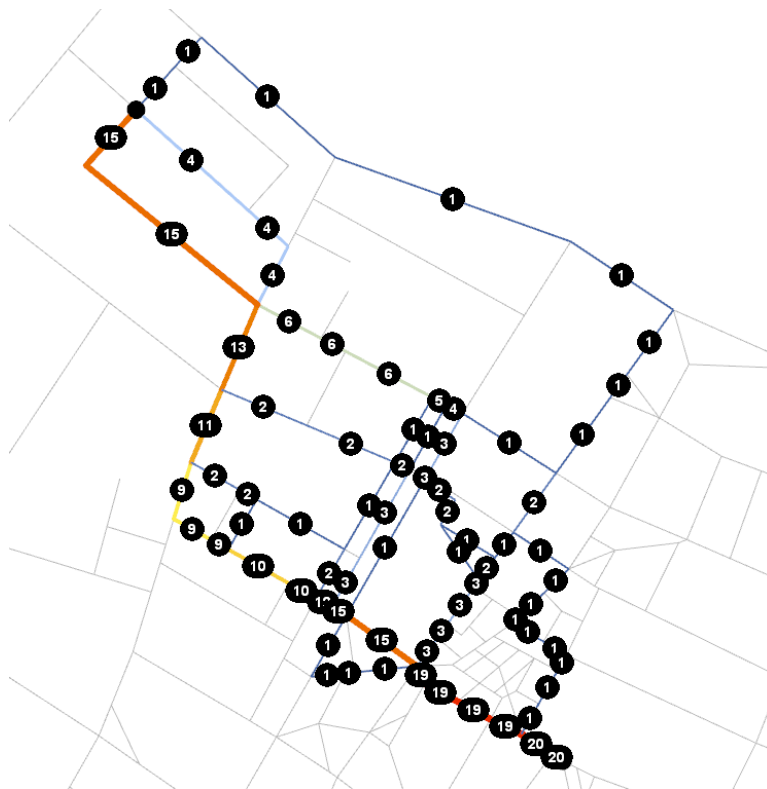


Слика 35: Грчка улица (лево) и паркинг (десно)

Два испитаника навели су да је разлог избора њиховог кретања био условљен постојањем зелинила, односно сенке. Ово је било и логичан избор

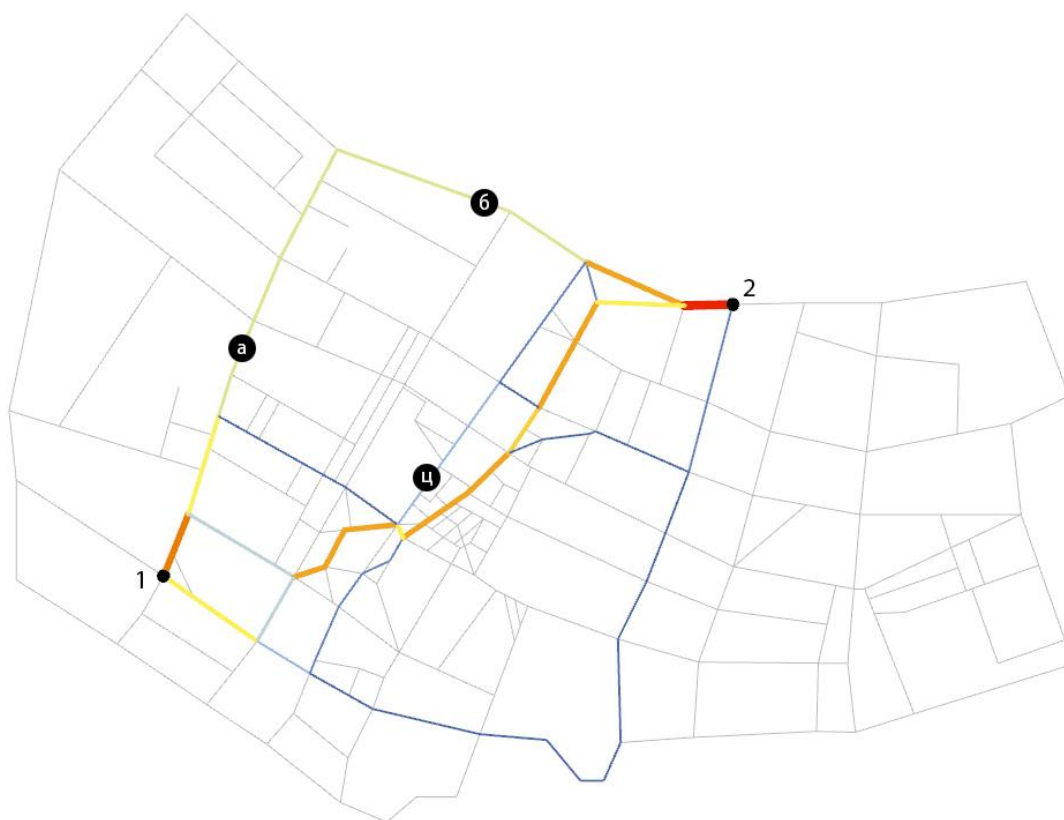
јер је анкета спроведена у летњом периоду када су забележене високе температуре.

Слика 36 приказује фреквентност кретања испитаника по сегментима руте у бројчаним вредностима.



Слика 36. Фреквентност кретања испитаника за питање 6 у бројчаним вредностима

Друга замишљена рута (питање 7 у анкети) била је од Гимназије до тржног центра Зенит. На Слика 37 су дате путање које су испитаници бирали. Фреквентност кретања по сегментима означена је дебљином линије и скалом боја (црвена – најфреквентније до плава – најмање фреквентан сегмент).



Слика 37. Сума свих путања којима су се испитаници кретали у питању 7.

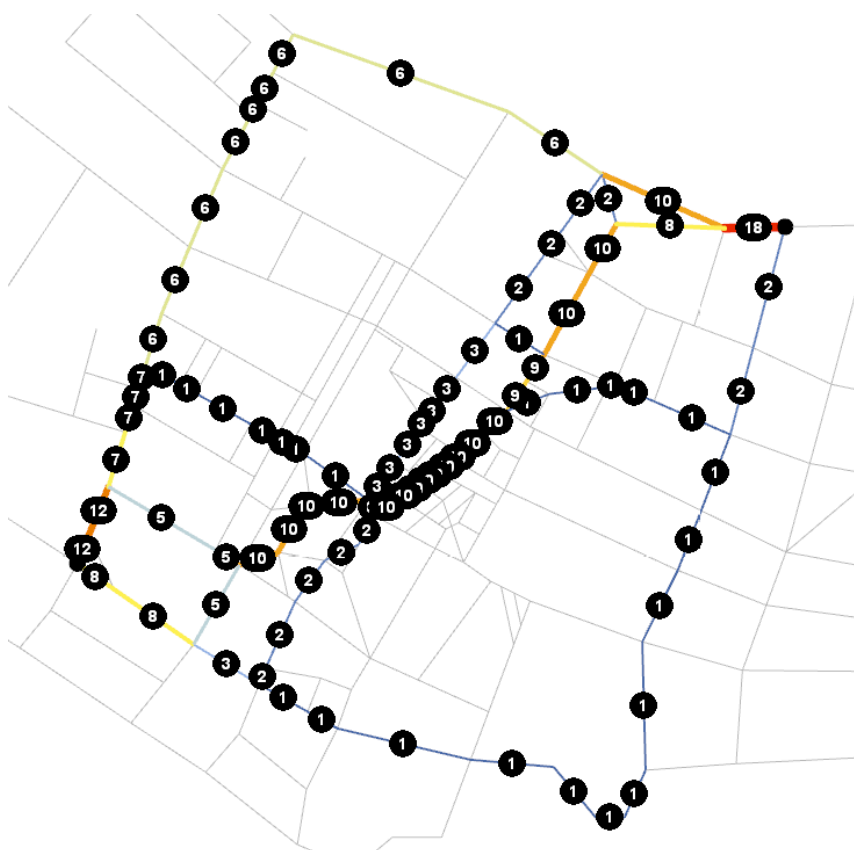
Са шеме кретања може се уочити да се рута већине испитаника подудара са најкраћом рутом приказаној на Слика 32. Ипак, приметно је да је један део испитаника (6 од 20) за најкраћи руту одабрао ону са најмањим бројем скретња у путањи - улице Јована Дучића (Слика 37/а) и Вука Караџића (Слика 37/б). Ове улице поседују дрворед (Слика 38), те је могуће да су испитаници бирали и осенчене путање. Такође је приметно да се део испитаника (3 од 10) кретао улицом Краља Петра Првог Карађорђевића (најшира улица која пролази кроз центар града) и која има уређену широку шеталишну зону (Слика 37/ц, Слика 38).



Слика 38: Улице Јована Дучића (лево) и Вука Караџића (у средини) и Краља Петра I Карађорђевића (десно)

Овај задатак поновљен је у главној анкети где је начин кретања кроз простор другачије конципиран.

Слика 39 приказује фреквентност кретања испитаника по сегментима руте у бројчаним вредностима.



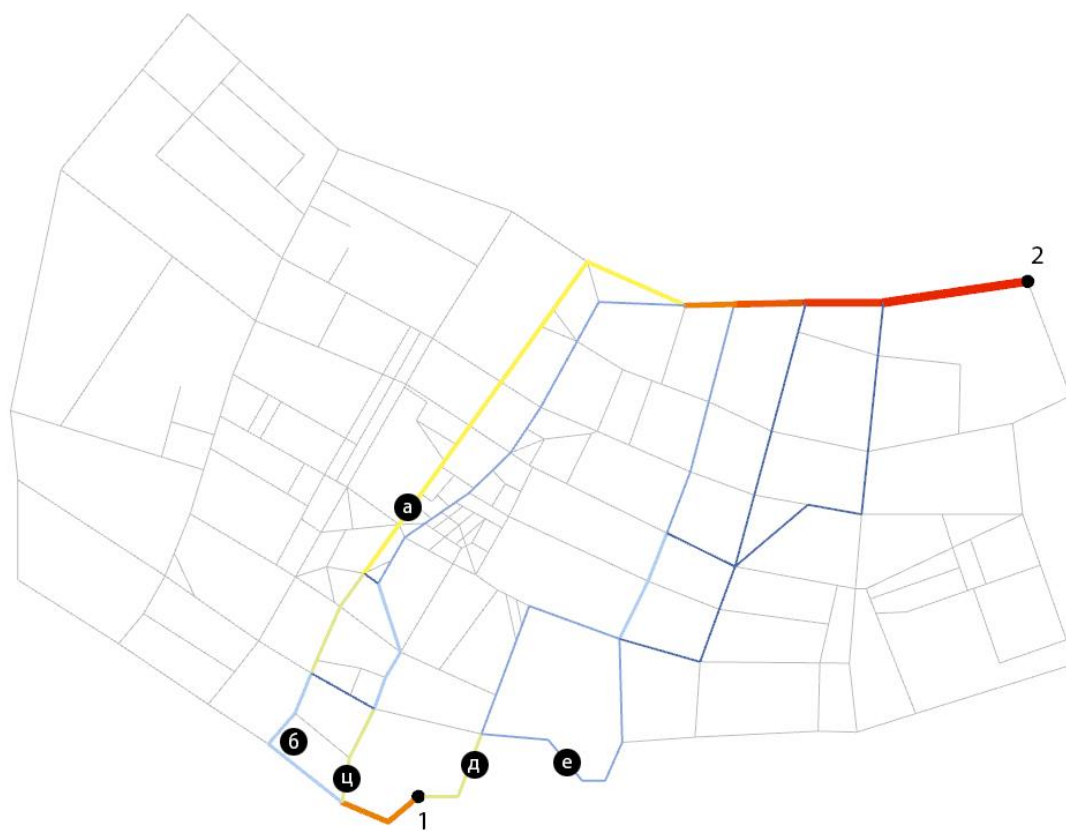
Слика 39. Фреквентност кретања испитаника за питање 7 у бројчаним вредностима

Из описа одговора које су кандидати понудили, у неколико случајева се појављује навођење неких мањих садржаја који се налазе у склопу неког објекта, као што су апотека, ресторан брзе хране, кафић (тачног назива или

само као садржај). Ово говори о добром познавању града код испитаника. Код једног броја испитаника који су се изјаснили да град познају мање добро, примећена је чешћа употреба описних придева и везивања за уличну мрежу (нпр. “раскрсница код позоришта”, “улица која пролази поред медицинске електронике”). Ово говори о неком ширем контексту памћења простора који укључује и конфигурацију терена и поједине објекте у менталној мапи испитаника.

6.2.2.2 Навигацијске руте

Прва навигацијска рута (питање 8 у анкети) била је од тврђаве Кастел до спортске дворане Борик. На Слика 40 су дате локације почетне и крајње тачке и путање које су испитаници бирали. Френквентност кретања по сегментима означена је дебљином линије и скалом боја (црвена – најфренквентније до плава – најмање френквентан сегмент).



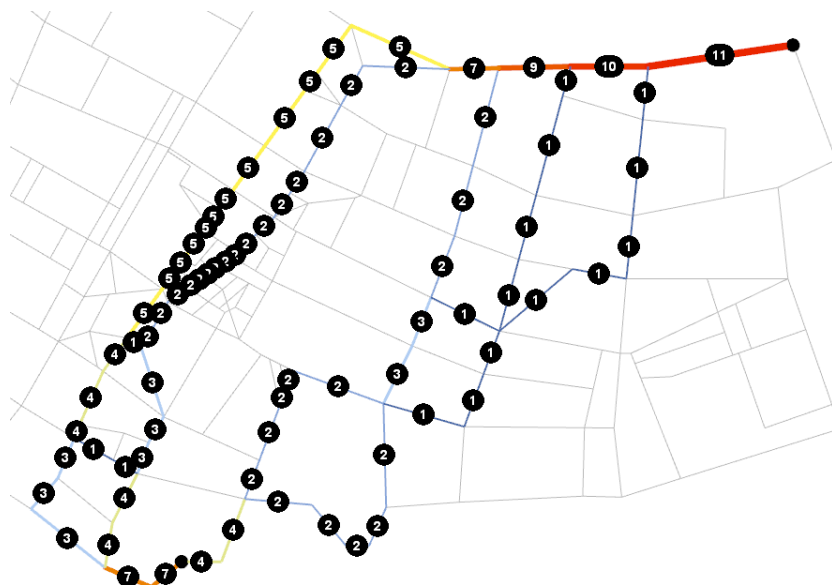
Слика 40. Сума свих путања којима су се испитаници кретали у питању 8.

Девет испитаника није успешно завршило овај задатак због техничких потешкоћа са снимањем, те подаци нису забиљежени.

Са Слика 40 се види да најкраћа путања не одговара најчешће кориштеним сегментима при давању упутства за навигацију трећем лицу. Највећи број испитаника је треће лице наводило на главну улицу - Краља Петра Првог Карађорђевића (Слика 40/а) што би се могло објаснити тиме да та путања садржи најмањи број скретања - 2. Међутим, најкраћа путања садржи само једно скретање више, али зато садржи мањи број оријентационих репера. На најчешће наведеној путањи испитаници су треће лице наводили првенствено визурама на минарет џамије Ферхадије (Слика 40/б), а затим су наводили карактеристичне објекте уз пут на основу којих би треће лице требало да се оријентише и провери да ли се налази на правом путу.

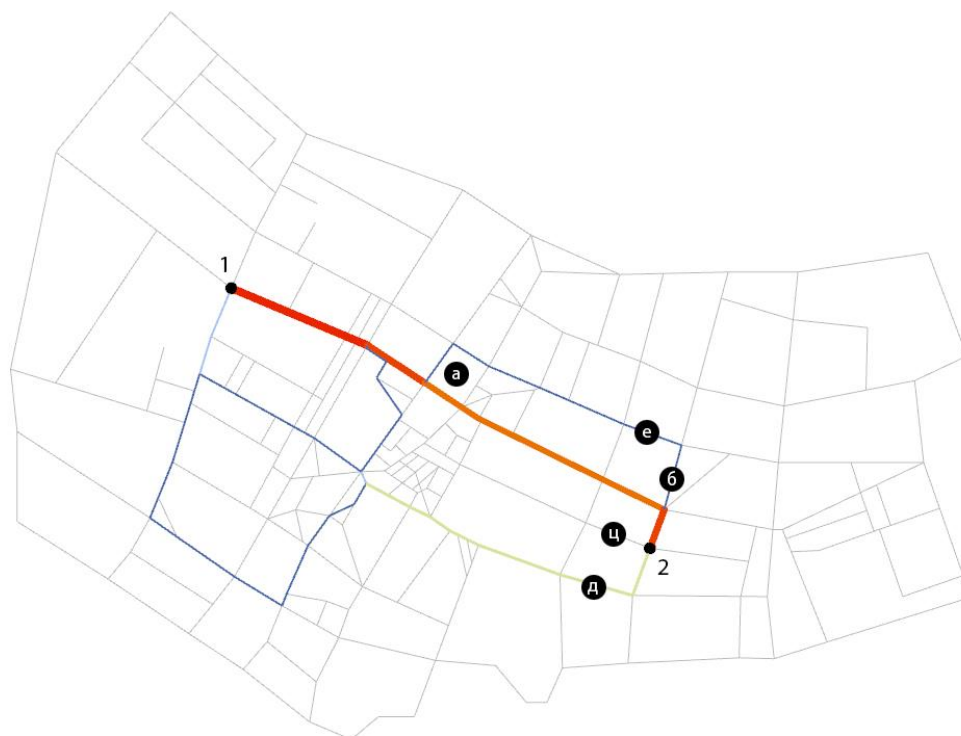
Интересантно је споменути да су приликом описа одговора испитаници наводили трећу особу на главну капију тврђаве Кастел, при томе не мислећи увек на исту капију (постоје два портала). Већи део испитаника сматрао је главним улазом западну капију, тј. ону која излази на улицу нижег ранга (мапа 3/ц) у односу на северну капију (Слика 40/д). Разлог томе може бити то да је та улица више интегрисана у целокупну, односно, повезује стари део града (Шехер) и нови центар (Трг крајине). Улица Тржничка на коју гледа северна капија својим источним делом завршава у насељу Долац (Слика 40/е), кривудајући поред речице Црквене, те није ни адекватно уређена за шетњу.

Слика 41 приказује фреквентност кретања испитаника по сегментима руте у бројчаним вредностима.



Слика 41: Фреквентност кретања испитаника за питање 8 у бројчаним вредностима

Друга навигацијска рута (питање 9 у анкети) била је од Музичке школе “Владо Милошевић” до средње Економске школе. На Слика 42 су дате путање које су испитаници бирали.



Слика 42. Сума свих путања којима су се испитаници кретали у питању 8.

Са мапе се види да се руте којима су испитаници наводили треће лице подударају са најкраћом рутом датом на Слика 32. Оно што је карактеристично за овај задатак је то да најкраћа рута јесте праволинијска, али не подразумева “чист” правац. То значи да она сече веће улице, подразумева прелазак преко паркинга и сл. Иако је најкраћи пут било теже објаснити, испитаници су се ипак одлучили за њега. Могуће је да су бирали ову руту због тога што она тангира главни репер у центру, а то је звоник цркве Христа Спаситеља (Слика 42/а).

Половина испитаника није успешно завршила овај задатак због техничких потешкоћа са снимањем, те подаци нису забиљежени. Троје испитаника није успешно завршило задатак, а двоје је признало да им је било тешко да се оријентишу у смислу одређивања тачне локације одредишта. Проблем је био одредити на којој раскрсници се тачно налази Економска школа. Тачан разлог је тешко претпоставити, али један од разлога би могла бити ортогонална шема улица у том делу града где је изражен улични фронт, а објекти су релативно једнаке спратности. На основу шеме, види се да су испитаници трећу особу наводили до улице Николе Пашића (Слика 42/б), те се онда оријентисали ка Економској школи, што може бити последица немогућности свеобухватног схватања мапе тог дела града. Ниједан испитаник није бирао улицу Краља Алфонса XIII (Слика 42/ц) која директно излази на Економску школу, иако та улица има уређену пешачку инфраструктуру и пријатна је за шетњу с обзиром да се у њој налази дрворед, за разлику од улица Српске (Слика 42/д) и Јеврејске (Слика 42/е), које чак у неким својим деловима немају ни тротоар (Слика 43).



Слика 43: Улице Краља Алфонса XIII (лево), Српска (у средини) и Јеврејска (десно)

[illegible]

Из описа одговора које су кандидати понудили могуће је закључити да већина испитаника није у потпуности одговорила задатку, односно из појединих описа који су дати неко ко не познаје град не може јасно закључити правац кретања. Ту се мисли на реферисање на објекте и делове града који нису у видном пољу онога коме се даје упутство, односно, референтни елементи се налазе у менталној мапи испитаника. Такође, приликом давања упутства, често су навођени објекти именом или садржајем уместо визуелним карактеристикама, на основу чега треће лице не може јасно да закључи како тај објекат изгледа или на основу чега би га могао препознати.

Циљ ове анкете био је да се прикупе квалитативни подаци о факторима у избору рута које би испитаници узели у обзир приликом кретања кроз град.

Табела 3 приказује колико су испитаници пута споменули карактеристичне процесе или елементе градске матрице у својим одговорима према задацима који су пред њих постављени.

Табела 3: Карактеристични процеси у описима испитаника

Карактеристични процеси	А	Б	Ц	Д
Кориштени описни придеви: велика, мала, широка, уска, црвена, плава...	5	7	22	20
Кориштене метричке или временске вредности			11	3
Кориштене стране света	1		4	1
Кориштени називи улица	15	15	7	7
Кориштени називи неких препознатљивих урбаних елемената: сат на тргу, фонтане, парк, паркинг	1	4	10	18
Кориштени називи објеката (укључујући и садржаје)	56	46	38	34
Испитаник нагласио да се креће хладовином	3	1		
Појам град идентификује са центром, а центар са тргом Крајине	1	1	1	
Кретање ка неком референтном елементу који није део путање, или није у видном пољу ("идем према транзити", "крени према Новој Вароши")	1	5	5	3
Објашњавање руте бројањем семафора или раскрсница		2	11	8
Позивање на насеље (Долац, Нова Варош)		4		
Позивање на разлике у нивелацији			6	2
Проблем сналажења код Економске школе				5
Кориштење високих визуелних репера (звоник, минарет)			4	3
Често кориштени термини	А	Б	Ц	Д
Семафор	5	6	8	7
Центар	1		1	1
Главни/главна	6	6	9	5
Пешачки прелази	1			1
Тротоар	1		2	

Очекивало се да ће испитаници током описа рута више користити описне придеве, међутим, то је био случај само у другој групи задатака када је требало неком трећем лицу објаснити руту кретања. Испитаници су се најчешће водили неким карактеристичним објектима наводећи их или као садржај (кафић, апотека) или као препознатљив објекат (Народно позориште, Боска) и то нешто чешће у првој групи задатака (102 пута) него у другој (72 пута). Честа употреба ове врсте репера више говори о немогућности испитаника да се поставе у улогу некога ко не познаје град. Ипак, примећено је да је у другој групи задатака више кориштено помињање неких физичких елемената у простору за које испитаницу сматрају да су карактеристични

(фонтана “маслачак”, “криви” сат на тргу, широки паркинг). Такође, претпоставка да би испитаници користили метричке или временске вредности у давању инструкција пута трећој особи се потврдила тачном, али из преслушаних одговора, процене ових дистанци су различите код испитаника, и у већини случајева нису прецизне. Уместо тога, испитаници су наводили број семафора и раскрсница при навигацији трећег лица (19 пута укупно), као и усмеравање на високе репере (7 пута). Ова констатација иде у прилог конструкцији менталне мапе града која даје предност међусобним односима елемената и конфигурацији мреже кретања у граду прије него метричким дистанцама.

Појам главни се веома често помиње у опису рута, да ли у контексту главне улице, главне капије или главног улаза. Исто тако, постоје разлике у схватању овог појма, јер се не односи увек на исти елемент. Тако на пример, главна капија тврђаве Кастел за једне је северна, а за друге западна капија. У контексту улице код неких испитаника главна улица је некад била Алеја Светог Саве, а некад улица Краља Петра Првог Карађорђевића, у зависности из којег правца испитаник долази. У сваком случају, то је улица вишег ранга од оне у којој се испитаник тренутно налазио.

Такође је интересантна употреба појма центар, најчешће кориштена у контексту „ка“ (“крећем се ка центру града”), али није код свих испитаника имала исто значење. Најчешће се центом града сматрао Трг Крајине, док је у неколико случајева то био Храм Христа Спаситеља.

6.2.2.4 Недостаци у методи сакупљања података

Приликом обраде података у овој анкети, уочени су поједини недостаци у начину спровођења анкете:

- У појединим одговорима могуће је наслутити несигурност код испитаника што наводи на питање да ли је испитаник описао руту коју је замислио или ону која му је лакша за објаснити с обзиром да се одговор снимао. Такође,

не може се искључити ни могућност да испитаници нису били опуштени приликом давања одговора управо због тога што је одговор био сниман.

- Није могуће утврдити на који је начин и у којим условима испитаник попуњавао анкету, односно да ли је пред собом имао карту. У задатку анкете је наведено да се рута замисли и опише, међутим у појединим одговорима испитаници су се искључиво фокусирали на називе улица без описа простора којим се крећу. Што наводи на сумњу кориштења мапе приликом решавања задатка.
- Способност оријентације и изражавања испитаника имала је утицај на одговоре, с обзиром да поједине трасе које су испитаници навели у одговорима нису могуће или су нејасне (најчешће је то оријентација при скретњу лево или десно). Такође је уочена неуједначеност у детаљности описа код испитаника.
- Велики број испитаника је на исти начин посматрао први и други сет питања, не узимајући често у обзир у другом сету питања да особа којој испитаници објашњавају путању не познаје град нити називе објеката.

Сви наведени недостаци упућивали су на потребу да се спроведе друга анкета у којој би се избегли могући фактори који би утицали на релевантност добијених података. Првенствено, било је потребно проширити узорак испитаника и на оне који не познају дати простор или нису у њему често боравили. Подаци добијени од те групе испитаника могу потенцијално указивати на објективније параметре у кориштењу јавних простора.

Даље, да бисмо добили што релевантније податке о избору праваца кретања било је потребно осмислити анкету која ће испитаницима понудити визуелни избор, односно, кандидат не замишља простор који се креће већ бира на основу понуђене слике. На овај начин бисмо елиминисали све могуће субјективизације при замишљању и вербалном опису простора.

Поред тога, било је потребно осмислити алат којим би се прикупљали и пратили подаци о кретању испитаника, те аутоматски визуелизовали.

Један од постављених циљева нове анкете био је да се прикупи што разноврснији и већи узорак испитаника, а то би ограничило могућност извођења оваквог експеримента просторне оријентације у реалном окружењу, те су даљи кораци били усмерени ка реализацији и адаптацији овог исраживања за виртуелне услове. Слична испитивања у виртуелним окружењима рађена су и раније где се показало да резултати добијени у виртуелном окружењу одговарају онима добијеним у стварном (Conroy-Dalton 2001; Saif-ul Haq, Hill, and Pramanik 2005).

6.3 Виртуелна анкета – експеримент оријентације у простору кроз 360 виртуелну руту

У поглављима 4 и 5 писали смо о предностима које нуди виртуелно окружење у односу на реалан физички простор, а то је првенствено могућност издвајања, односно, контроле одређених фактора које меримо. У овом истраживању одлучили смо се за експеримент оријентације у простору кроз 360 виртуелну туру из више разлога:

- Анкета базирана на фотографијама фокусира се на посматрање визуелних параметара приликом доношења одлука испитаника (елиминисани су топлотни, звучни и други параметри који у реалном оружењу могу утицати на процес доношења одлука о правцу кретања)
- Улазне информације и услови једнаки су за све испитанике, јер је сваком испитанику за једну тачку приказана иста фотографија са истим елементима на фотографији (временским условима, бројем људи и аутомобила на слици и слично) те је мерење корелације међу одговорима релевантније
- Фотографије снимане са углом од 360 степени испитанику дају могућност да простор сагледају целовито, а не у оквиру дате перспективе, као што је

то случај са стандардним фотографијама. У овом случају испитаник има преглед и међусобни однос понуђених опција пута сагледаних из једне тачке

- Анкета је осмишљена тако да се испитаник може слободно кретати и истраживати простор којим се креће (point-to-point) градећи и стичући појам о оријентацији и тренутној локацији на основу тачака које је прошао
- Овако конципирану анкету могуће је дистрибуирати широкој циљној групи у форми онлајн упитника, те добити разноврснији узорак испитаника
- Резултате и податке овакве анкете могуће је аутоматски прикупити како би се добијени подаци и руте лакше визуелизовали и обрадили.

6.3.1 Специфична питања и циљеви спроведене анкете

Основно питање ове докторске дисертације односило се на утицај геометрије (у форми просторне конфигурације мреже кретања, као и саме геометрије простора) на процес доношења одлука о кретању корисника кроз простор: да ли ови елементи простора имају утицај на кретање и активацију јавних градских простора? Ако утицај постоји, који конкретно параметри ове геометрије имају корелацију са фреквентношћу кретања у простору? Да ли и на који начин анализа ових параметара може бити аутоматизована кроз просторни модел?

Геометрију простора, како смо поменули, посматрали смо двојако: као конфигурацију уличне мреже и као волуметрију самог простора. У оба случаја, утврђивање утицаја ове геометрије вршено је кроз анализу корелације кретања испитаника предвиђеног мерама просторне синтаксе са резултатима добијеним анкетом у облику виртуелне руте. У првом случају кориштене су мере просторне синтаксе које се односе на шири просторни обухват (интеграција, избор и повезаност), док су се у другом случају користиле мере које се односе на видљивост простора у одређеним тачкама (изовисти) са

посебним фокусом на поређење тродимензионалних и дводимензионалних техника мерења, те на специфичне параметре видљивости.

Такође, параметарски алати кориштени приликом анализе добијених података требало је да покажу да ли се и на који начин ови параметри могу брзо и лако модификовати кроз дигитални и просторни модел, како би њихова даља употреба могла бити примењива и на друге моделе простора.

Сprovedено истраживање имало је за циљ да:

- Обезбеди податке о фреквенцији кориштења одређених сегмената урбаног простора базираних на визуелном избору испитаника
- Формира параметарски модел који би ове податке визуелизовао у форми мапа и мерљивих података о простору
- Утврди да ли предложене мере просторне синтаксе одговарају интензитету кориштења датог урбаног простора
- Утврди који од предложених параметара видљивости простора и у којој мери има утицај на процес одлучивања корисника о кретању кроз простор
- Обезбеди детаљну студију оријентације у простору где је кретање усмерено, а корисници упознати са окружењем

6.3.2 Избор параметара за мерење

Сprovedена анкета у форми виртуелне руте са углом посматрања од 360 степени имала је за циљ да прикупи податке о фреквентности кориштења изабране локације. Добијени су подаци о броју корисника сваког уличног сегмента и раскрсница мреже за одређени задатак. Ови бројеви поређени су са вредностима добијеним мерама просторне синтаксе за исте сегменте и тачке уличне мреже.

Мере просторне синтаксе за конфигурацију уличне мреже

Мрежа одабрана за анализу у овом истраживању формирана је на основу тачака пресецања свих пешачких рута на одабраној локацији. Веза између две тачке посматрана је као сегмент. Тачке су посматране као места где је доношена одлука о даљем кретању испитаника. Оваква мрежа је даље анализирана као граф где сегменти представљају чворове графа, а тачке одлуке представљају везе између ових сегмената у графу. Предност кориштења сегмената у односу на аксијалне правце је та што се у обзир могу узети и угаона одступања од правца кретања, као и дистанце. Ове мере су се показале бољима у предвиђању кретања пешака у простору.

Локација по којој су се испитаници кретали заузима обухват од око 800x800 метара.

Мере просторне синтаксе које су узете у обзир за анализу корелације са резултатима добијеним из анкете су:

Повезаност (*Connectivity*) - мери број непосредних суседних сегмената који су директно повезани са датим сегментом у мрежи. Ово је **статична локална** мера. Распон ових вредности креће се у интервалу од 0-9.

Интеграција (*Integration*) – мери просечну дубину простора у односу на све остале просторе у систему. Она показује колика је вероватноћу кретања корисника кроз одабрани сегмент пута. Вредности ове мере крећу се у распону од 0 до 1 у случају глобалне интеграције, где је боља интеграција ближа нули, а лошија ближа вредности један. За случај мерења интеграције радијуса 800 m, резултати су нешто већи од 1.

Избор (*Choice*) – показује колика је вероватноћа да ће се дати сегмент мреже наћи на најкраћој путањи од сваког сегмента у мрежи до сваког другог сегмента у мрежи. Она говори о “проточности” простора. Ово је **динамична глобална** мера.

Читљивост (Intelligibility) – ово је корелација између повезаности и глобалне интеграције и говори нам колико је тешко/лако некоме у локалном контексту да разуме глобалну структуру мреже у којој се налази.

Ове мере могу се бележити на различитим радијусима обухвата, где се добијају и различити резултати мерења. Претходна истраживања су показала да се прецизнија предвиђања добијају уколико се елементи мреже посматрају са мањим радијусом. С обзиром на то да је предметна локација овог истраживања посматрана као део ширег система градске мреже, узете су у обзир и глобалне и локалне мере за радијус кретања од 800 m од центра сваког уличног сегмента.

Такође, поједини аутори тврде да метричке мере имају мањи утицај на предвиђање кретања пешака него угаоне, те ћемо за корелацију узети у обзир и ове мере.

Коначна листа свих мера просторне синтаксе које смо узели у обзир за анализу корелације дата је у Табела 4:

Табела 4: Мере просторне синтаксе узете у обзир за анализу корелације

	Глобална	Локална 800 m
Интеграција		
метричка	*	*
угаона	*	*
Избор	*	*
метричка	*	*
угаона	*	*
Повезаност		
Читљивост (корелација)		

Манипулација великим бројем параметара омогућена је кориштењем модерних софтвера који омогућују дигитално параметарско моделовање (*Rhinoceros* и *Grasshopper*), а чије предности су детаљније описане у петом поглављу ове дисертације.

Основна питања овог дела истраживања су:

- Да ли су резултати френквентности кориштења сегмената добијени анкетом у корелацији са мерама просторне синтаксе добијене анализом уличне мреже и са којим то мерама?
- Да ли и у којој мери резултати френквентности кориштења сегмената добијени анкетом одговарају најкраћим рутама за одређени задатак?
- У којим тачкама мреже се ови подаци не подударају?

Изовист мере и визуелни параметри

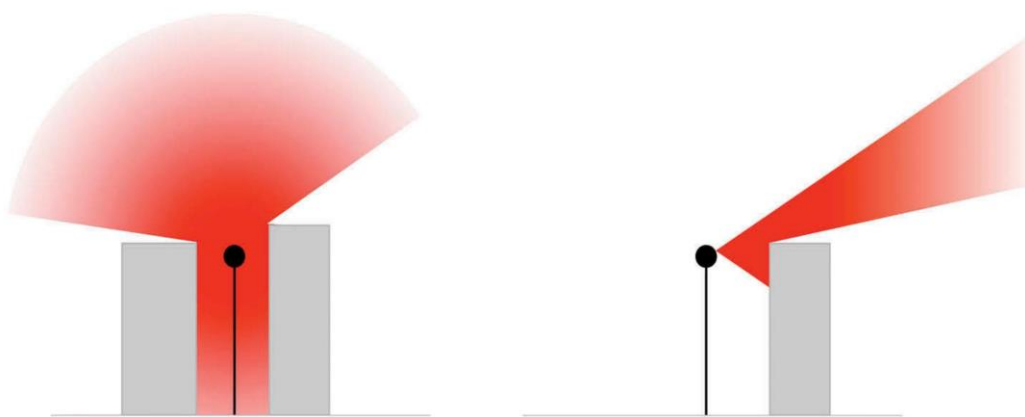
Ово истраживање има за циљ да прошири и провери нове параметре у техникама просторне синтаксе, а који се односе на просторне димензије окружења које до сада нису често нити детаљно испитиване. Ово се првенствено односи на визуелне параметре који су последица висине објеката у оружењу, као и дубине простора. Напредак у нашем разумевању визуелне пажње, укључујући и начин на који се истакнути оријентир користе за навигацију, истакли су који фактори утичу на нашу пристрасност у окружењу (Емо 2010). Таква разматрања биће витална у наредној фази овог рада, која ће укључити виртуелни модел мерења и поређења вредности ових параметара у тачкама и сегментима мреже од инетреса а који су везани за природу самог задатка у анкети.

За дефинисане тачке у мрежи израђени су дигитални параметарски модели окружења где су мерене вредности изовист поља и то дводимензионалне и тродимензионалне вредности.

За мерење изовиста унапред су дефинисане вредности радијуса изовиста и угла посматрања, иако су они један од промењивих параметара у дигиталном моделу. Радијус изовиста за дводимензионалну анализу није пресудан јер је изовист најчешће ограничен геометријом физичког простора у равни ока посматрача. Међутим, код тродимензионалних изовиста, ова вредност је дефинисана због мерења параметра волумена видне тачке, где се

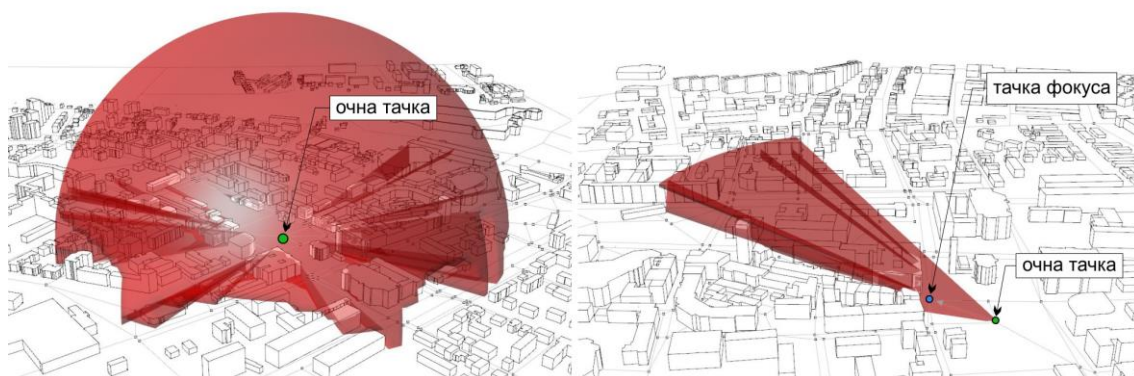
ради о запремини слободног одсечка сфере из очне тачке за угао посматрања (Слика 45).

За радијус изовиста у оба мерења (тродимензионалном и дводимензионалном) узета је вредност од 300 m, осим за параметар дубине видног поља где је тај радијус накнадно повећан на 1000 m због ниске детаљности дигиталног модела.



Слика 45: Границе тродимензионалних изовиста (Lonergan and Hedley 2015)

За мерење укупних вредности изовиста у тачкама укрштања сегмената мреже угао посматрања је 360 степени, док је за касније мерење усмерених изовиста узет угао од 15 степени изнад и испод хоризонта, односно 20 степени лево и десно од ока посматрача. Тиме је формирана пирамида чија база одговара заправо величини видног поља правоугаоног облика, као што је то случај са фотографијама. То видно поље у перспективи се назива ликораван, а њену удаљеност од посматрача назваћемо дубином видног поља, где смо за потребе овог истраживања одредили вредност од 300 m (Слика 46).



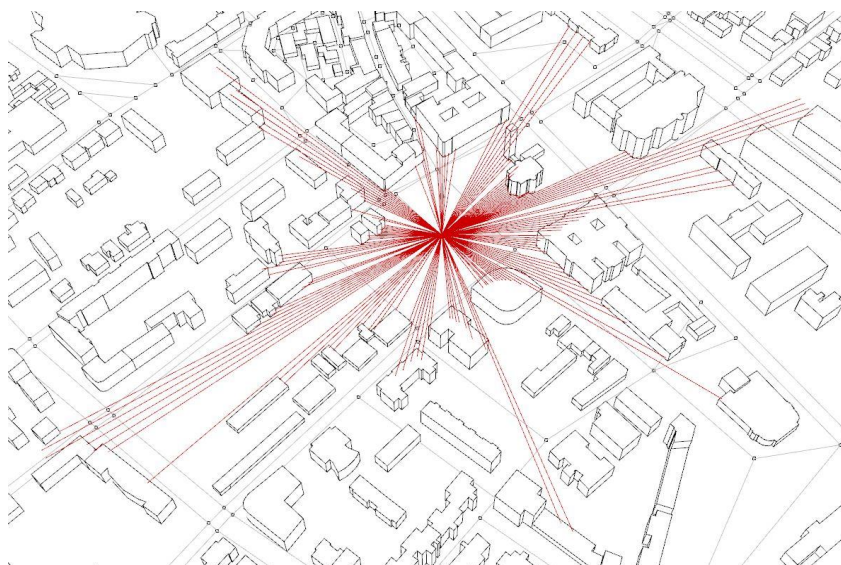
Слика 46. Целокупан изовист за угао посматрања 360 степени (лево) и усмерени изовист (десно) за радијус од 300 m кориштени у истраживању

За мерење вредности дводимезионалних изовиста узет је у разматрање параметар **површине изовиста и дубина видног поља (дужина најдаљег очног зрака).**

Површина изовиста је рачуната као површина пресека равни на висини од 180 cm са околним објектима (геометријом) за максимални радијус од 300 m. Ова мера је до сада најчешће кориштена мера изовиста у теорији просторне синтаксе, јер није захтевала израду тродимензионалног модела, те су се вредности могле рачунати из тлоцрта објекта или простора у којем се мерење врши. Међутим, оваква техника није прецизна јер подразумева хоризонтални пресек на висини ока посматрача, те простор своди на дводимензионални план, што у стварности није довољно прецизно. Због тога су касније развијане технике мерења изовиста тродимензионално које би укључивале волумен погледа посматрача који је много адекватнији стварној слици. Поређење ове две вредности један је од задатака овог истраживања.

Дубина изовиста (дужина најдаљег очног зрака) један је од најбитнијих параметара изовиста јер кореспондира аксијалном правцу. Она представља приступачност и показала се као базна стратегија за оријентацију у простору кроз литературу. Ова мера присутна је и у техници дводимензионалних изовиста, односно, могуће ју је израчунати и само на основу тлоцрта простора (Слика 47). У техници мерења тродимензионалних

изовиста, она није узета у разматрање због радијуса изовиста јер би вредности очног зрака према небу увек биле максималне, односно једнаке радијусу.

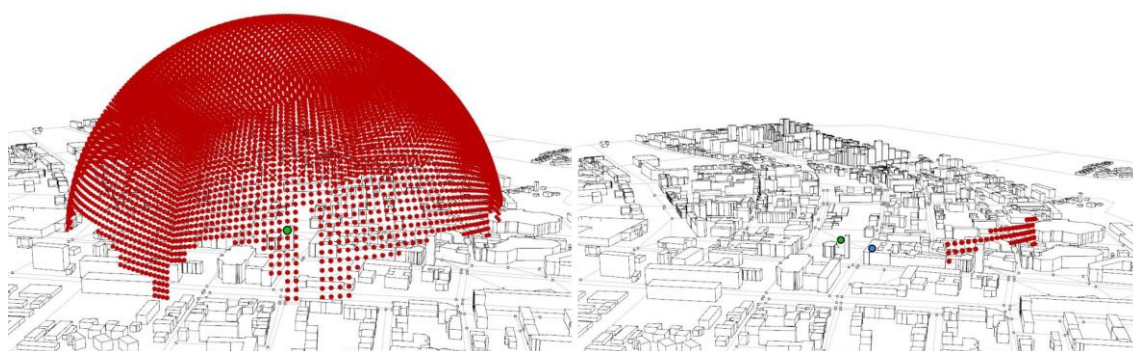


Слика 47. Очни зраци ка окружењу из посматране тачке

За мерење вредности тродимензионалних изовиста у разматрање су узети следећи геометријски параметри: **запремина изовиста, површина видљивог неба, површина видљиве подлоге (потенцијал кретања).**

Запремином изовиста у овој дисертацији сматра се запремина, односно волумен који обухвата видно поље посматрача у одређеној тачки. У овој дисертацији дефинисали смо две врсте оваквих изовиста, а то су неусмерени и усмерени изовисти. Неусмерени изовисти представљају пресек (продор) сфере претходно дефинисаног полупречника (дубине видног поља) са центром у очној тачки и околних објеката. Овај тип изовиста описује *потенцијал* вредности параметара у тачки посматрања, односно оно што посматрач *може* видети из једне тачке уколико застане и осмотри простор за пуни угао од 360 степени. Усмерени изовисти представљају пресек (продор) у очној тачки посматрача са физичким окружењем. Врх пирамиде се налази у очној тачки, висина пирамиде је хоризонтална и пролази кроз очну тачку и тачку ка којој је усмерен поглед (у овом истраживању то је нека од суседних тачака/чворова), а база пирамиде представља ликораван посматрача (Слика 46).

Појам **отворености неба** узет је у обзир са идејом да низ великих и удаљених волумена могу имати визуелну масу једнаку низу мањих волумена ближих оку посматрача (Teller 2003). Овај параметар одабран је такође јер је константан у просторној конфугарицији окружења и у себи непосредно садржи информације о висини објеката у окружењу и ширини уличног фронта (Ето 2010). **Површина видљивог неба** у овој дисертацији рачуната је као површина слободног одсечка сфере/конуса након пресека са окружењем (Слика 48).



Слика 48. Површина отворености неба за целокупан изовист (лево) и усмерени изовист (десно)

Површина видљиве подлоге (тла) узет је у разматрање као потенцијал могућег кретања, односно доступне површине из тачке посматрања. Рачунат је као површина хоризонталне равни на нивоу подлоге унутар волумена видног поља.

Коначна листа свих мера просторне синтаксе за изовисте које смо узели у обзир за анализу корелације дата је у Табела 5:

Табела 5. Параметри мерења вредности у изовистима за тачке и сегменте мреже

		Тачке	Сегменти (усмерени)
2Д	Површина изовиста	*	*
	Дужина најдубљег очног зрака	*	*
3Д	Запремина изовиста	*	*
	Површина видљивог неба	*	*
	Површина одступне подлоге	*	*

Основна питања овог дела истраживања су:

- Који од геометријских параметара изовиста мерених у свим тачкама (за глобалне вредности угла од 360 степени) уличне мреже имају статистички значајну корелацију са вредностима фреквентности тачака добијених из спроведене анкете?
- Који од ових параметара мерених у усмереним изовистима су имали највише утицаја на избор руте у тачкама одлуке?

6.3.3 Методе, алати и ток рада у истраживању

Питања употребе тополошких и метричких дистанци у теорији просторне синтаксе отворила су дискусије чији епилог још увијек траје (Хилијер, Пен, Рати, Карвалхо). У ту сврху рађена су многа испитивања различитих параметара који могу утицати на одлуку о кретању у градској мрежи. Подаци о кретањима и перцепцији простора прикупљани су на различите и квалитативне и квантитативне начине - интервјуима, анкетама, лабораторијски, у виртуелном окружењу (Конрој Далтон, Бијелик, Шнајдер, Кониг и Емо). Ипак, највећи број истраживања рађен је у реалним условима, на лицу места, а оваква истраживања су често ограничена малим узорком испитаника, док је обрада ових података исрпљујућа и дуготрајна јер се своди на мануелни посао. Такође, један од услова адекватног прикупљања података је и то да се испитаницима пружи једнаки услови, скоро лабораторијски, а да се добије окружење што приближније реалним условима.

Сет метода и алата који је кориштен у емпиријском истраживању је комбинација више метода и софтвера за које је аутор сматрао да дају најефикасније резултате за овакав тип истраживања.

6.3.3.1 Анкета

Први део истраживања бавиће се начином прикупљања и обраде података о кретању корисника кроз урбани простор са циљем да се на најједноставнији начин прикупи бројчано релевантан узорак, док ће се у

другом делу бавити визуелизацијом ових података у параметричком софтверу. Први део истраживања конципиран је у форми анкетног упитника где је испитаницима на почетку анкете дат задатак, односно почетна локација у некој урбаној структури, и одредиште на које треба да стигну. Испитаници се крећу кроз простор виртуелно у форми низа панорамских фотографија са углом посматрања од 360 степени (360 virtual tour). Кликом на једну од понуђених тачака у простору долазе на следећу тачку и на тај начин формирају своју руту кретања.

Циљ овако конципиране анкете био је да се испитаницима створи визуелно искуство кретања кроз предметни простор. Ово је нова метода и има низ предности: 1) представља стварни квалитет окружења; 2) редослед снимака даје осећај стварног кретања дужином неке руте; 3) не ограничава видно поље посматрача. Слика од 360 степени показује целокупну панораму око једне тачке, што испитанику даје слободу “окретања око себе” у процесу оријентације у виртуелном простору. Фотографије су снимане *RICOH THETA SC* камером високе резолуције (5376×2688) при чему је кориштен статив на висини од 180 cm (Слика 49).

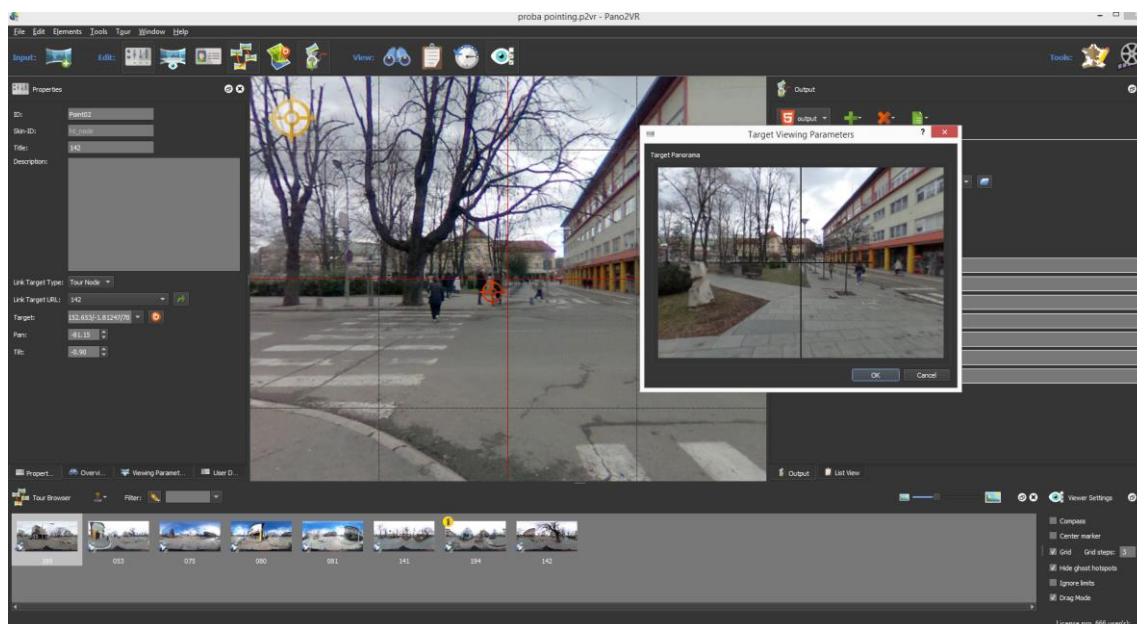


Слика 49. Фотографија једне тачке у изабраној зони

Ова камера поседује и ГПС локатор који у метаподатке фотографије уписује и географске координате где је фотографија тачно снимљена. На

предметној локацији снимљено је укупно 205 референтних тачака. Фотографије су снимљене у зимском периоду, у разним временским периодима дана, колико су то временски услови дозвољавали, тако да је на фотографијама приметна промена осунчања, фреквенције људи, паркираних возила и слично, иако се водило рачуна да се ови елементи на фотографији избегну. Још једно ограничење при употреби фотографија од 360 степени је дисторзија.

Виртуелна тура припремљена је у софтверу *Pano2VR 5.0.b4 Pro Edition*. Овај софтвер омогућује аутоматско геореференцирање тачака, односно снимљених фотографија приликом увоза читајући метаподатке фотографије. У зависности од ажурираних карата, положај ових тачака приликом увоза није био најтачнији за све тачке, па је било потребно поједине тачке подесити ручно. Након тога свака тачка је нумерисана према плану снимања, а на свакој тачки су убачени показивачи суседних тачака који су у крајњој форми анкете били понуђени као следеће одредиште у виртуелној тури (Слика 50).



Слика 50. Креирање 360 виртуелне туре у софтверу Pano2VR

Након уноса свих тачака, анкета је извезена у .html формату, у циљу лакше дистрибуције. Сврха анкете било је што лакше прикупљање што већег броја одговора и аутоматска обрада ових података, те је анкета морала бити

модификована. Пријавом испитаника на анкету забиљежена је IP адреса уређаја са којег је анкета попуњена, те је направљен код који даље податке о кориштеним тачкама у анкети складишти у *MySQL* базу. Касније су, након завршетка анкете, направљени додатни кодови који бришу податке о незавршеним задацима, односно о непотпуним подацима. Из овакве базе могуће је филтрирати податке од интереса, у зависности од информација које су прикупљене у анкети: годишта, пола, нивоа познавања предметног подручја, најучесталије употребе превозног средства испитаника и сл.

Дистрибуција анкете вршена је онлине, а интернет веза (<http://phd.majailic.net/>) је подељена на друштвеним мрежама, путем интернет поште и других комуникацијских канала, а анкету је било могуће попити и преко рачунара и преко мобилног телефона.

То је увелико олакшало испитаницима начин испуњавања анкете, те оптимизовало и скратило утрошено време, што је веома значајно за прикупљање великог броја анкетних одговора.

Из *MySQL* базе подаци су извезени у форми *Excel* табеле, као нумерички редослед тачака кретања, на основу чега су се подаци могли увести у дигитални модел.

6.3.3.2 Дигитални модел

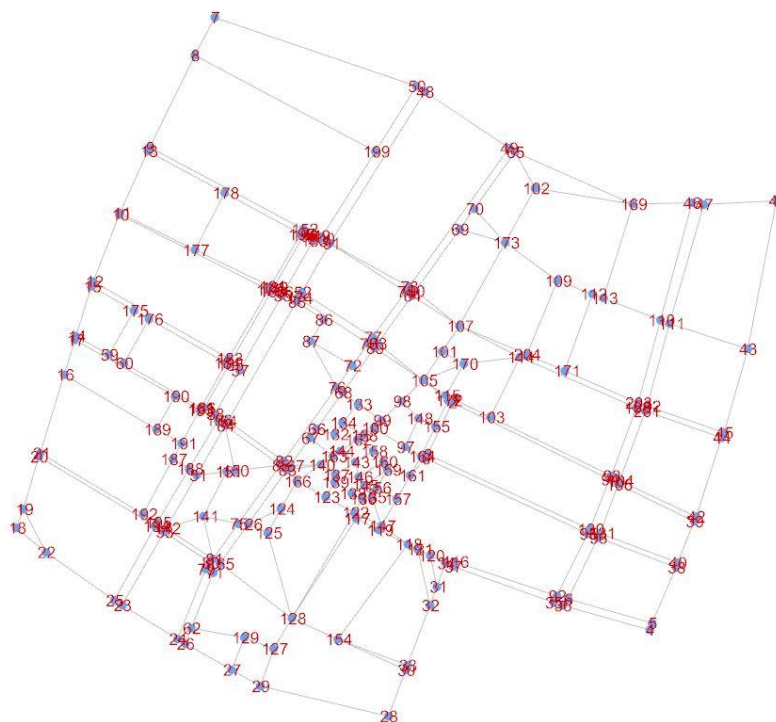
Дигитални модел за визуелизацију података рађен је у софтверу *Rhinoceros5*, а параметарски модел у и додатном софтверу *Grasshopper*.

У *Rhinoceros* софтверу је првенствено увезена геодетска подлога предметног подручја (Урбанистички завод Републике Српске). У подлогу су унесене све познате пешачке релације у одабраној зони, а места њихових укрштања препозната су као тачке на којима је било потребно снимити панорамске фотографије, и на основу чега је затим направљен план снимања.

Пешачке руте су сегментирани, а сегменти спајају две суседне тачке у којима је могућа промена правца кретања. Предности кориштења сегментна у

односу на аксијалне правце је та да се у обзир приликом мерења могу узети и угаона одступања у рутама, као и тополошке удаљености. Овакав начин мерења показао се као бољи показатељ пешачких кретања у стварности.

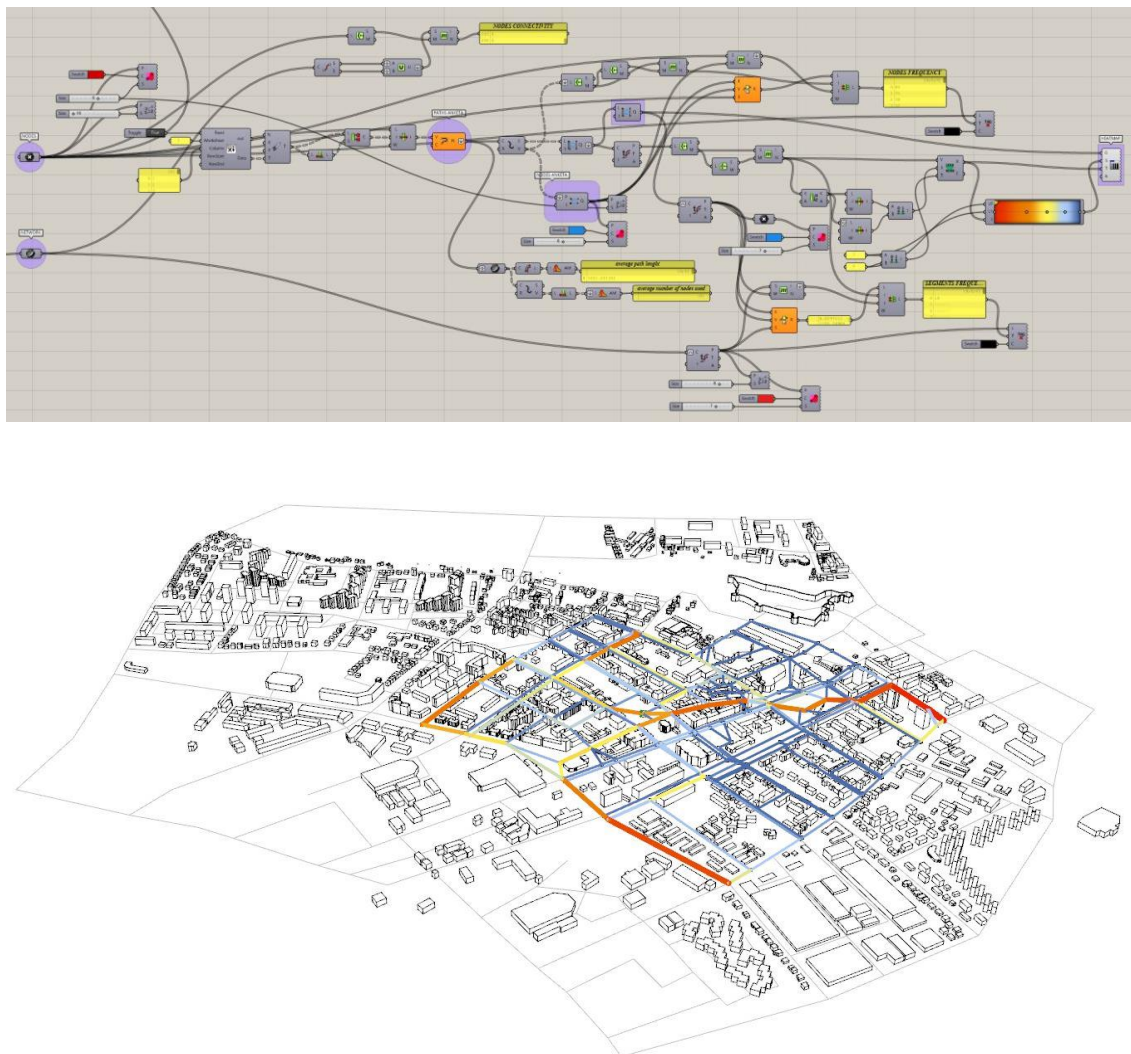
Пешачке комуникације, због што веће детаљности, подразумевале су и диференцијацију тротоара, јер је обухват укључивао и коловозе различите важности и места дозвољених пешачких прелазака преко њих, а што би могло имати утицаја на одабир кретања корисника. Тако смо на појединим раскрсницама имали 2-4 тачке снимања (Слика 51). На крају саме анкете, испитаници су замољени да напишу да ли су им у анкети понуђене све путање којима би се они кретали, и уколико не, да укажу на могуће додатне путање.



Слика 51. Пешачке трасе и локације снимања панорамских фотографија у обухвату

Овај ниво цртежа био је довољан за први део истраживања који се односио на анализу и мерења просторне синтаксе целог система кретања, као и визуелизацију траса добијених из анкете. Увоз података из анкете рађен је у софтверу *Grasshopper*, који омогућава параметризацију модела из софтвера *Rhino*, односно, даља испитивања вршена су паралелно. У *Grasshopper*-у је

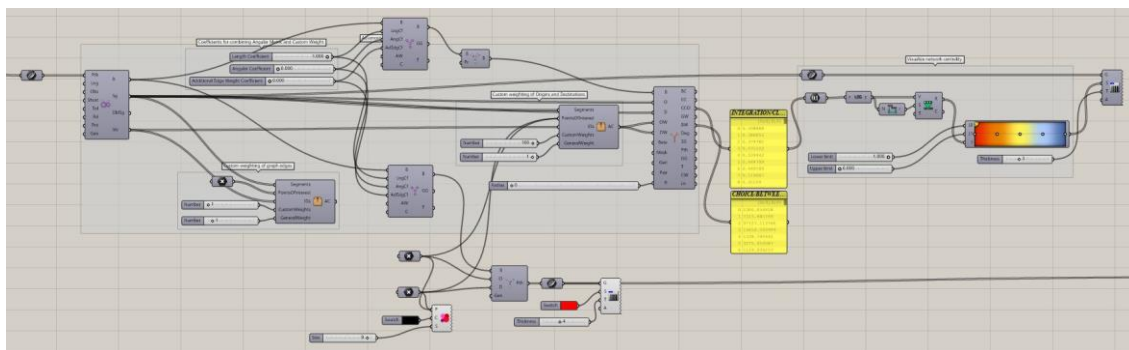
направљен алгоритам који на основу уčitаних *Excel* података извучених из *MySQL* базе формира путање према задатим тачкама у моделу. Такође, сва даља мерења (најкраћих рута, интеграције, избора, повезаности, изовиста...) припремљена су у *Grasshopper*-у.



Слика 52. *Grasshopper* алгоритам за фирмирање пешачких рута (горе) и визуелизација (доле)

Grasshopper је графички и алгоритмички едитор интегрисан у *Rhino* софтвер за моделовање и не захтева знање програмирања, и дозвољава дизајнерима да генеришу разне форме и облике. *Grasshopper* има широку заједницу корисника и бесплатан је, те омогућава да корисници креирају нове функције (компоненте) и додатке за овај програм чији број се сваки дан

повећава. Један од њих је *DecodingSpaces*, додатак за просторну анализу засновану на мерама просторне синтаксе, а који смо описали у поглављу 5. Овај додатак кориштен је за добијање вредности интеграције, избора и повезаности целокупне мреже.



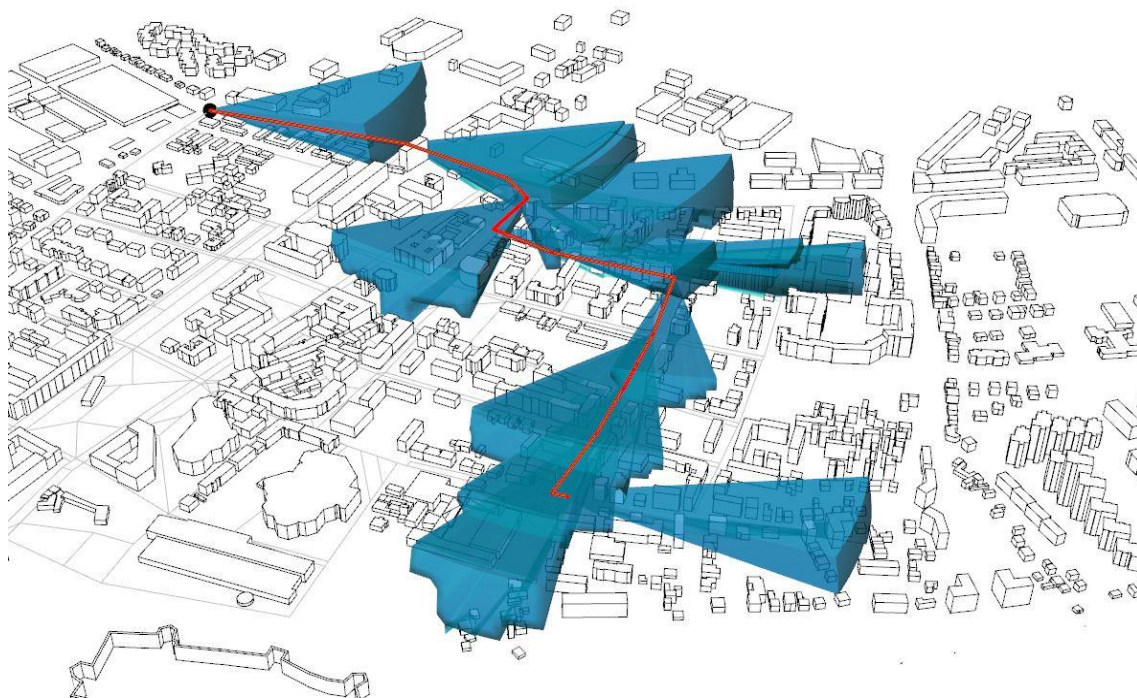
Слика 53. Grasshopper алгоритам за анализе просторне синтаксе

За формирање тродимензионалног модела (Слика 54) кориштена је геодетска подлога и подаци о спратности објеката на подлози. Ове информације уношене су ручно, јер за предметну локацију не постоје GIS подаци. Битно је напоменути да би ови геоинформациони подаци увелико аутоматизовали моделовање простора, и омогућили његову детаљнију анализу. Такође, неажурност геодетских подлога је један од главних недостатака ове врсте истраживања.



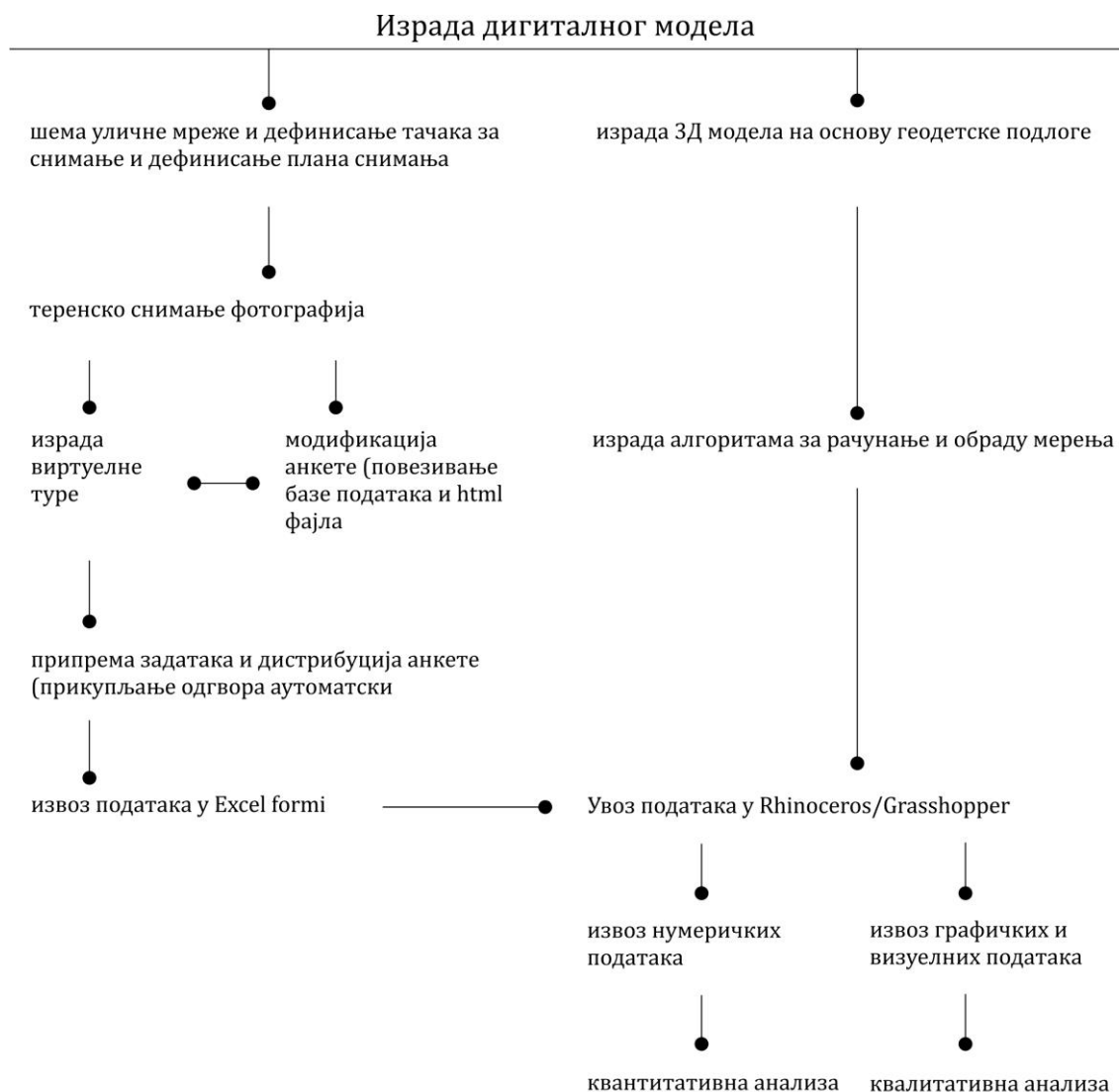
Слика 54. Тродимензионални модел предметне локације са окружењем и локацијама снимања тачака

За рачунање изовиста и параметара које смо испитивали такође је направљен алгоритам у *Grasshopper*-у и на овај начин су аутоматски добијене вредности за све тачке, поједине делове или само поједине руте (Слика 55).



Слика 55. Мерење усмерених изовиста за једну од путања у задатку у анкети

Слика 56 приказује шематски ток рада у истраживању.



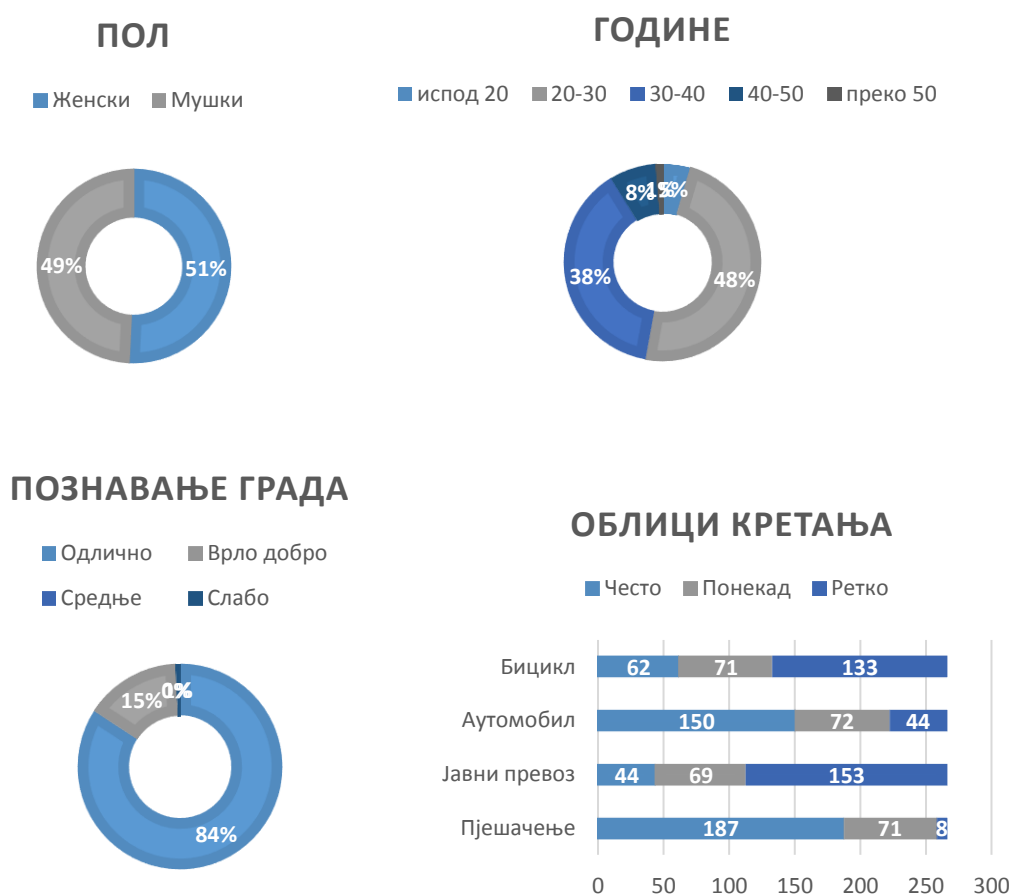
Слика 56. Дијаграм тока истраживања

6.3.3.3 Статистика

Подаци о простору које смо добили из дигиталног модела (френквентност кориштења простора, мере просторне синтаксе, мере изовиста) убачени су у статистички пакет *SPSSV.20* при чему је кориштена дескриптивна статистика и Спирманов коефицијент корелације ранга, јер посматране варијбле немају нормалну расподелу.

6.3.4 Узорак анкете

Анкету је попунило 266 особа свих животних доби, а највећи део испитаника је у животној доби између 20 и 40 година. Слика 57 показује статистичке податке о испитаницима. Анкету је попунио приближно једнак број мушкараца (131) и жена (135). Скоро сви испитаници су рекли да град познају одлично или врло добро, што је од великог значаја за анализу добијених података, с обзиром да се у анкети радило о специфичним задацима. Код најчешћег облика кретања предњаче пешачење и аутомобил, док се јавни превоз и бицикл користе најмање.



Слика 57. Одговори испитаника на општа питања из виртуелне анкете

Анкету су сачињавала два задатка који су се решавали један за другим, Први задатак су решили сви, док други задатак нису сви успели да заврше до краја, па је узорак одговора нешто мањи – 242 испитаника.

С обзиром на то да су се у статистици обрађивали исти параметри за оба задатка, онда су ови задаци формирани у две групе, те је узорак испитивања био већи (укупно 508).

6.3.5 Задаци у анкети

Истраживање је спроведено на двије руте у централном градском језгру Бањалуке. Локација предметног истраживања иста је као и у иницијалној пробној анкети, али су задаци другачије постављени и решавани.

Испитаници су пред собом имали виртуелну анкету са панорамским фотографијама, што значи да је било могуће из тренутне тачке сагледати целокупну околину и одабрати следећу тачку кретања. Фотографије су снимане из позиције пешачких рута, али тако да је из њих могуће сагледати све суседне тачке (Слика 58).



Слика 58. Панорамска фотографија из анкете (горе) и приказ опција из исте тачке како су их видели испитаници док су решавали задатке

Анкета је иницијално била намењена и за оне који не познају град или га слабо познају, па је на почетку задатка била дата мапа подручја са назначеним реперима почетне и крајње локације (Слика 59). Намера је била да у крајњем кораку пута испитаници препознају објект из окружења дефинисан као циљ.



Слика 59. Мапа првог (лево) и другог (десно) задатка у анкети

Први задатак подразумевао је кретање испитаника од Гимназије до бензинске пумпе Крајинапетрол, а други од раскрснице улица Јована Дучића и Вука Караџића до зграде Raiffeisen банке. Руте су биране тако да најкраћа путања подразумева пролазак кроз најуже градско језгро, а почетна и крајња тачка су дате на ободима обухвата.

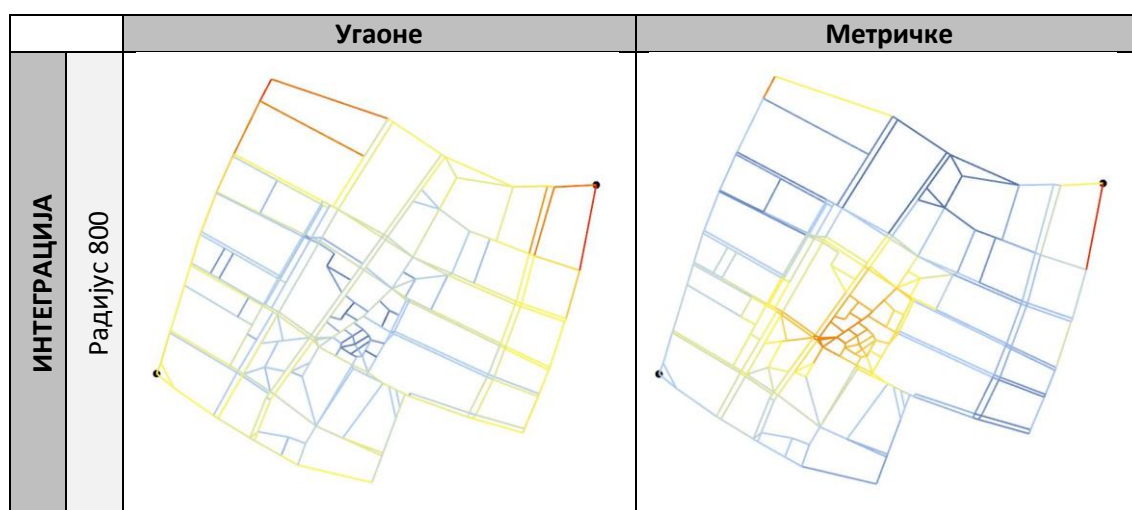
У току кретања испитаници су имали опцију да погледају почетну карту. На крају анкете, били су упитани колико често су користили карту током кретања, те да ли постоје трасе којима би се они кретали, а које нису дате анкетом.

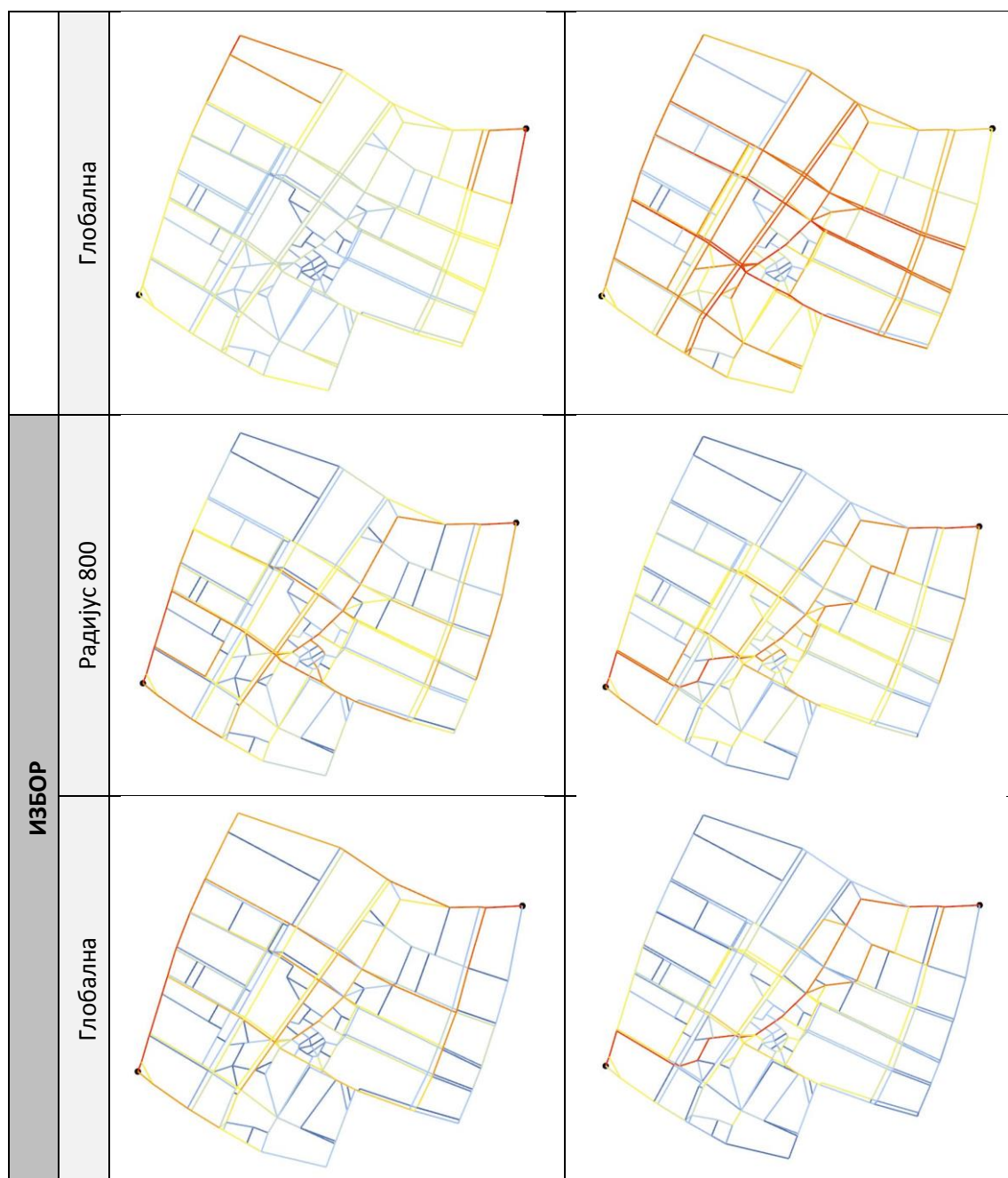
6.4 Резултати

6.4.1 Синтактичка анализа целокупног истраживаног подручја и резултати френквентности добијени из анкете

Синтактички резултати за уличну прежу рачунаће се посебно за оба задатка, а затим ће се за статистичка поређења, с обзиром да се корелације раде за исте параметре, ови подаци објединити у двије групе. Синтактички подаци су одвојени због природе задатака из анкете. С обзиром на то да су задаци кретања кроз мрежу усмерени, синтактичке мере су рачунате са доданим тежишним тачкама које су тачке полазишта и одредишта у задатку, те се разликују од стандардних синтактичких анализа софтверима који су до сада били заступљени. Ово је могуће мерити доданом компонентом *Decoding Spaces* за *Grasshopper* која је описана у поглављу 5 ове дисетације. Такође, добијени резултати су варирали у односу на то да ли су рачунати метрички или угаоно. Тако Табела 6. приказује графичке интерпретације мера интеграције и избора за први задатак у односу на метричка/угаона, односно глобална/радијус 800 мерења. Вредности синтактичких мера за сегменте диференциране су дебљином линије и скалом боја (црвена – највеће вредности до плава – најмање вредности).

Табела 6. Вредности интеграције и избора за први задатак





Поређењем графичких приказа синтактичких вредности (Табела 6) и фреквенције кретања добијених анкетом (Слика 60) уочљиво је да су вредности избора далеко приближније добијеним резултатима, што је и очекивано, с обзиром на то да мера избора говори о томе колико се пута неки сегмент налази на најкраћој рути од сваког сегмента до сваког другог сегмента у ситему, и што одговара природи задатка који је постављен анкетом. Такође је уочљиво да су резултати мере избора више концентрисани

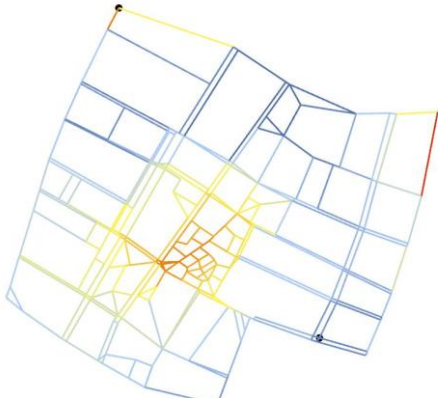
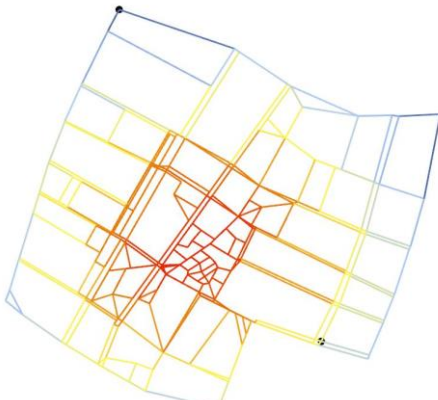
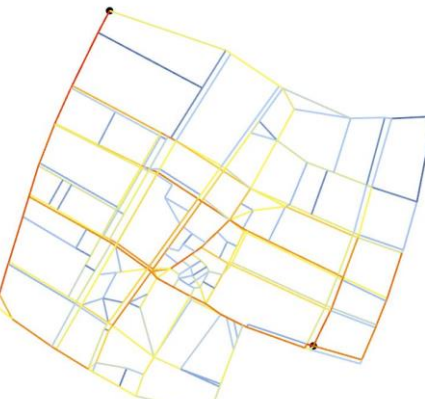
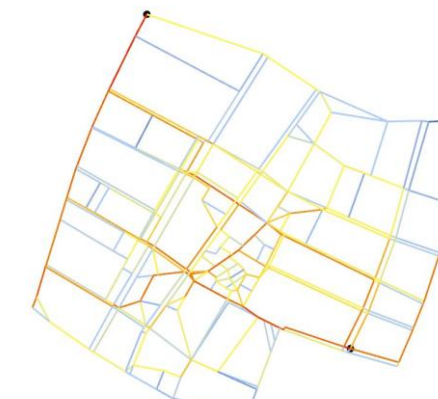
на најкраће руте за метричке вредности, што из визуелне анализе одговара распрострањености кретања добијаних анкетом. Међутим, статистичке корелације дају другачије вредности, што ће упутити на одређена одступања у овим поређењима, а која ће бити детаљније разматрана у каснијем делу дисертације.

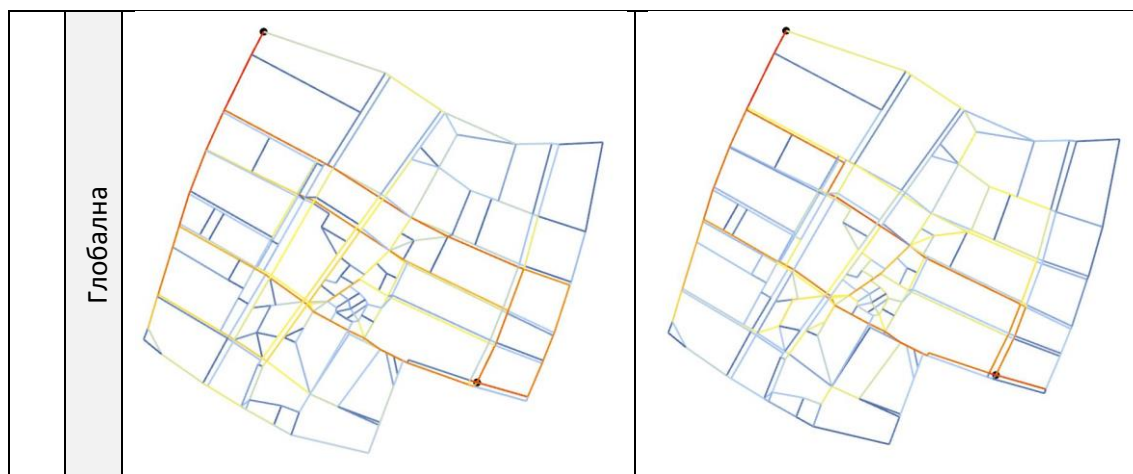


Слика 60. Мапа фреквентности кретања испитаника из анкете за први задатак

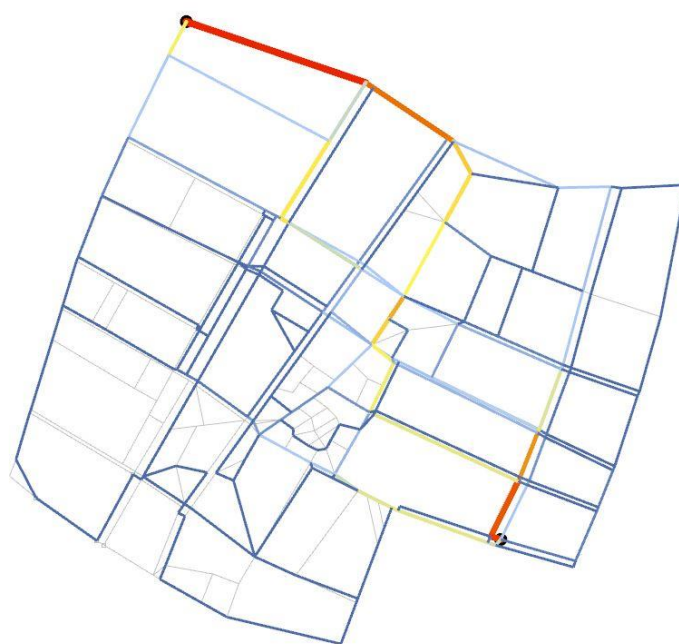
Табела 7. приказује графичке интерпретације мера интеграције и избора за други задатак у односу на метричка/угаона, односно глобална/радијус 800 мерења. Вредности синтактичких мера за сегменте диференциране су дебљином линије и скалом боја (црвена – највеће вредности до плава – најмање вредности).

Табела 7. Вредности интеграције и избора за други задатак

		Угаоне	Метричке
ИНТЕГРАЦИЈА	Радијус 800		
	Глобална		
ИЗБОР	Радијус 800		



Поређењем графичких приказа синтактичких вредности (Табела 7) и фреквенције кретања добијених анкетом (Слика 61) нису уочене посебне сличности у синтактичким вредностима ниједне мере са вредностима кретања добијених анкетом. Код мере интеграције, у метричко јанализи, приметне су високе вредности интеграције централних семената система, а који се разликују од резултата кретања у анкети, што је потврђено и статистички, добијењем различитих вредности корелације (позитивне и негативне).



Слика 61. Мапа фреквенности кретања испитаника из анкете за други задатак

Статистички резултати корелација

Статистичка корелација подразумевала је поређење сваке од синтактичких мера са фреквентношћу кретања испитаника добијених анкетом. Циљ ових анализа био је да се утврди која од ових мера има статистички значајну корелацију са подацима о кретању добијених анкетним упитником, односно може ли се овакав начин прикупљања података о кретању становника сматрати релевантним, те која су евентуална могућа одступања.

За оба задатка број испитиваних сегмената износио је 375, док је број рута добијених првим задатком 266, а другим задатком 242 (Табела 8). Просечан број корисника по сегменту је 20.32 за први и 12.84 за други задатак, а просечна вредност глобалне интеграције износи 0.70158617, што говори о релативно слабом степену интегрисаности целокупног система за наведене атракторе, тј. тачке полазишта и одредишта задатака, иако је просечна вредност повезаности 3.75. Међутим, вредности повезаности можемо узети са резервом, с обзиром на то да су на нивоу пешачког саобраћаја тачке укрштања праваца биле најчешће диференциране пешачким прелазима.

Табела 8. Дескриптивна статистика за оба задатка из анкете

Descriptive Statistics					
	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation	N
	T1		T2		
FREQUENCY	20.32	37.931	12.84	25.441	357
IGD	.70158617	.149600350	.70158617	.149600350	357
IGA	.94369618	.153227048	.94369618	.153227048	357
I800D	.78216930	.092121683	.78216930	.092121683	357
I800A	1.19628069	.322493444	1.19628069	.322493444	357
CONNECTIVITY	3.75	1.800	3.75	1.800	357
CHOICE_GD	10719.14961465	17359.100976893	10042.6714939	14104.94845775	357
CHOICE_GA	10793.63059166	14408.907328145	10630.6534086	14406.70370953	357
CHOICE800D	7930.98500944	8926.957580723	6742.69279969	6715.905982599	357
CHOICE800A	7263.03458210	7622.167456927	5721.12861897	5797.279372522	357

Статистички резултати за оба задатка (

Табела 9) показују да највећу статистички значајну корелацију кретања испитаника из анкете са свим синтактичким мерама. У оба задатка највећу корелацију имала је мера **глобалног угаоног избора** (0.436 за први и 0.434 за други задатак), што је показано и у збирној корелацији (0.438). Мере интеграције показале су статистички значајну корелацију али је она варијала, те је за метричке вредности била негативна (како је и очекивано), док је за угаоне вредности била позитивна. Ово говори о неадекватности поређења мера интеграције, иако је она рачуната са доданим вредностима атрактора (полазних и долазних тачака у анкети).

Такође, утврђена је статистички значајна корелација мере повезаности и глобалне метричке интеграције (позитивна 0.222), као и угаоне са радијусом од 800 m (негативна -0.185), што би требало да упућује на ниво читљивости простора, односно, на то колико је простор посматран из једне тачке система упоредив са својом целокупном структуром. Статистички значајна корелација значила би да је конфигурација града читљива и онима који град не познају. Међутим, због различитости ових корелација, те и због чињенице да је број пешачких прелаза који је обухваћен тачкама у мрежи и који утиче на број повезаности сваке тачке, ова корелација узета је са резервом.

Табела 9. Вредности корелације за оба задатка из анкете

		Correlations											
			FREQUENCY	IGD	IGA	I800D	I800A	CONNECTIVITY	CHOICE_GD	CHOICE_GA	CHOICE800D	CHOICE800A	
Spearman's rho	FREQUENCY	Correlation Coefficient	T1	1.000	-.072	.416**	.049	.432**	-.071	.418**	.436**	.413**	.433**
		Sig. (2-tailed)		.	.176	.000	.358	.000	.182	.000	.000	.000	.000
		N		357	357	357	357	357	357	357	357	357	357
	FREQUENCY	Correlation Coefficient	T2	1.000	-.090	.386**	-.223**	.316**	.101	.360**	.434**	.322**	.360**
		Sig. (2-tailed)		.	.088	.000	.000	.000	.057	.000	.000	.000	.000
		N		357	357	357	357	357	357	357	357	357	357
	FREQUENCY	Correlation Coefficient	T1+T2	1.000	-.080*	.400**	-.089*	.370**	.021	.383**	.438**	.364**	.405**
		Sig. (2-tailed)		.	.034	.000	.017	.000	.583	.000	.000	.000	.000
		N		714	714	714	714	714	714	714	714	714	714
	CONNECTIVITY	Correlation Coefficient	T1+T2	.021	.222**	.059	.092*	-.185**	1.000	.127**	.030	.109**	.042
		Sig. (2-tailed)		.583	.000	.113	.014	.000	.	.001	.423	.003	.258
		N		714	714	714	714	714	714	714	714	714	714

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Статистички резултати показали су да претпостављене фреквенције кретања становника на збирном нивоу одговарају фреквенцијама добијеним из анкете, а то значи да се овакав начин прикупљања података који је дат у овој дисертацији може сматрати релевантним, и употребљивим за даље анализе. Даље анализе подразумевале су уочавање појединих места код којих претпостављена кретања у некој мери одступају од оних добијених истраживањем, односно виртуелном анкетом, а која су описана у поглављу 6.4.3.

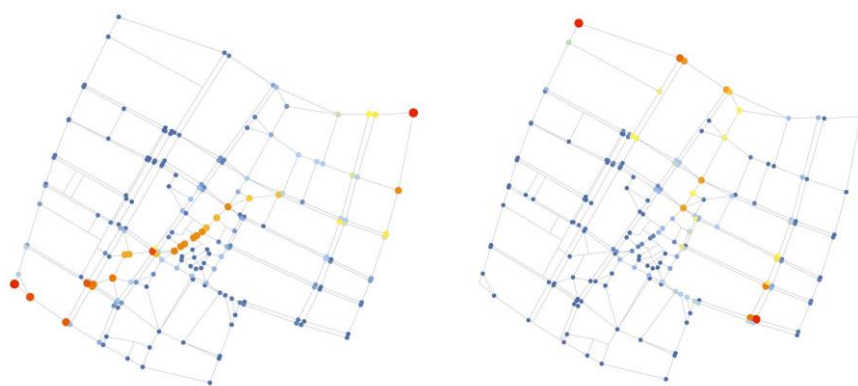
Код тих тачака претпостављено је да неки други параметри, који укључују геометријске карактеристике окружења, утичу на одступања у претпостављеним кретањима. Ти параметри су описани у поглављу 5.3.2. а овде ће бити изнесени резултати поређења тих параметара са резултатима из анкете.

6.4.2 Изовист мере тачака целокупног подручја за угао 360

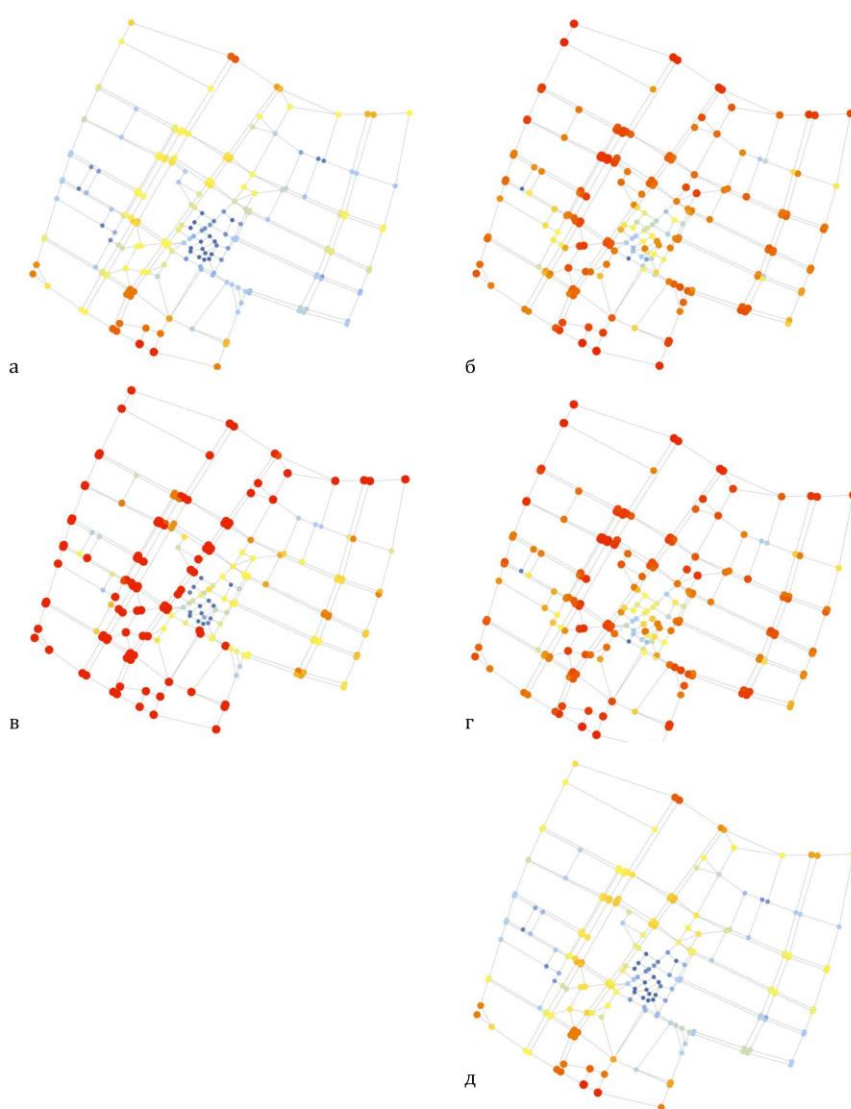
Увођењем нових претпоставки да су одређена одступања у упоредним анализама настала утицајем других параметара, конкретно просторних параметара у појединим тачкама, било је потребно утврдити да ли неки од претпостављених параметара изовиста (дводимензионалних, као и тродимензионалних) има утицаја на одабир кретања испитаника кроз простор. За почетак, ово поређење је вршено статистички за вредности параметара изовиста у свим тачкама за угао од 360 степени кориштеним у путањама са фреквентношћу посећености тих тачака у току кретања, за оба задатка посебно.

Слика 62 показује фреквентност кориштених тачака у анкети по задацима, док Слика 63 показује вредности изовист параметара за угао 360 степени у тачкама обухвата и то: (а) површина изовиста, (б) најдужи очни зрак, (в) запремина изовиста, (г) површина видљивог неба, (д) површина доступне подлоге. Вредности су диференциране величином радијуса тачке и скалом боја (црвена – највеће вредности до плава – најмање вредности).

Са графичких приказа није уочљиво значајно подударање вредности параметара са фреквенцијом кориштења тих тачака. Због тога је рађена статистичка провера ових корелација.



Слика 62. Фреквенција кориштених тачака за задатак 1 (лево) и задатак 2 (десно)



Слика 63. Вредности параметра изовиста за угао 360 степени у тачкама обухвата: (а) површина изовиста, (б) најдужи очни зрак, (в) запремина изовиста, (г) површина видљивог неба, (д) површина доступне подлоге

Статистички резултати корелације

Укупан број тачака који је анализиран је 205. Поређења су посебно за сваки задатак. (Табела 10).

Табела 10. Дескриптиван статистика за коришћене тачке у оба задатка

Descriptives								
FREQUENCY								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
T1	205	36.71	55.121	3.850	29.12	44.30	0	266
T2	205	23.59	40.273	2.813	18.04	29.13	0	242
Total	410	30.15	48.658	2.403	25.42	34.87	0	266

За први задатак није утврђена статистички значајна корелација, док је за други задатак утврђена статистички значајна разлика на нивоу 0.05 за параметре **волумена** и **отворености неба** изовиста (Табела 11). Такође, утврђена је јако висока **међусобна корелација свих параметара**. Ипак, ову корелацију можемо узети са резервом, јер су вредности изовиста мерене на основу тродимензионалног дигиталног модела простора, те саме вредности параметара зависе од нивоа детаљности модела.

Табела 11. Вредности корелације за изовисте од 360 степени у свим коришћеним тачкама за други задатак

Correlations			FREQUENCY	ISO_2DAREA	LLOFS360	ISO_3DVOLUME360	SKY_360	FLOOR_360
Spearman's rho	FREQUENCY	Correlation Coefficient	1.000	.056	-.066	.158*	.176*	.057
		Sig. (2-tailed)	.	.426	.348	.023	.012	.416
		N	205	205	205	205	205	205
	ISO_2DAREA	Correlation Coefficient	.056	1.000	.789**	.786**	.767**	.994**
		Sig. (2-tailed)	.426	.	.000	.000	.000	.000
		N	205	205	205	205	205	205
	LLOFS360	Correlation Coefficient	-.066	.789**	1.000	.601**	.588**	.766**
		Sig. (2-tailed)	.348	.000	.	.000	.000	.000
		N	205	205	205	205	205	205
	ISO_3DVOLUME360	Correlation Coefficient	.158*	.786**	.601**	1.000	.992**	.804**
		Sig. (2-tailed)	.023	.000	.000	.	.000	.000
		N	205	205	205	205	205	205
	SKY_360	Correlation Coefficient	.176*	.767**	.588**	.992**	1.000	.784**
		Sig. (2-tailed)	.012	.000	.000	.000	.	.000
		N	205	205	205	205	205	205
	FLOOR_360	Correlation Coefficient	.057	.994**	.766**	.804**	.784**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.416	.000	.000	.000	.000	.
		N	205	205	205	205	205	205

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

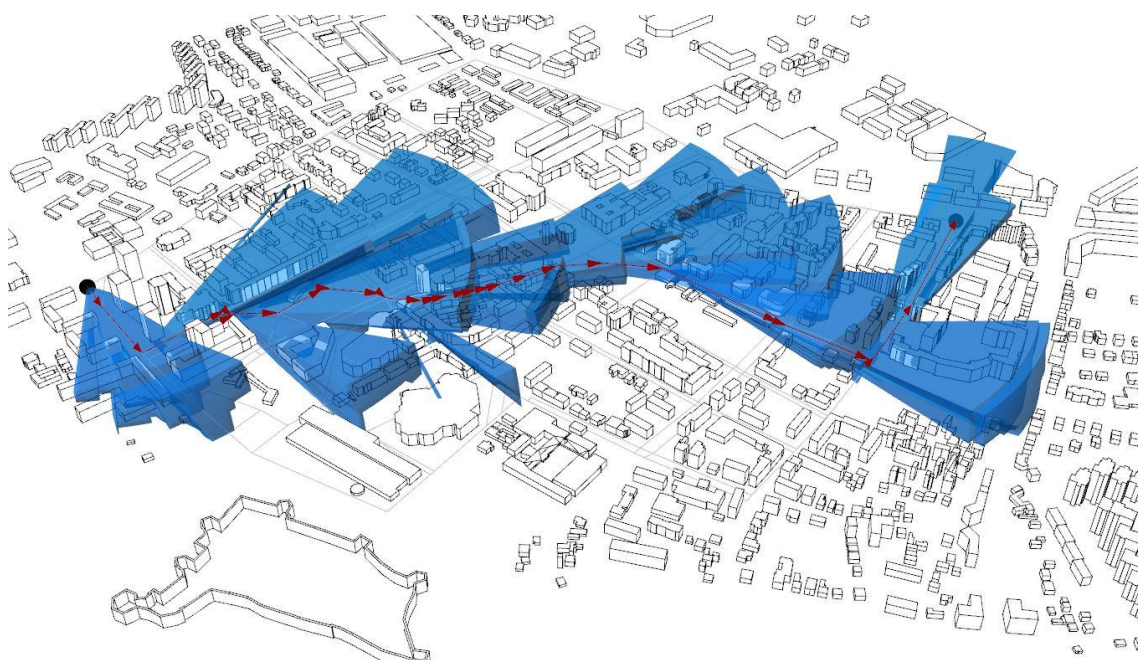
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Статистички резултати су показали да неки од претпостављених параметара имају корелацију са резултатима добијених из анкете, али да та корелација није пронађена у оба задатка. Због тога је било потребно утврдити детаљније карактеристике простора које су се односиле на конкретне путање у задацима.

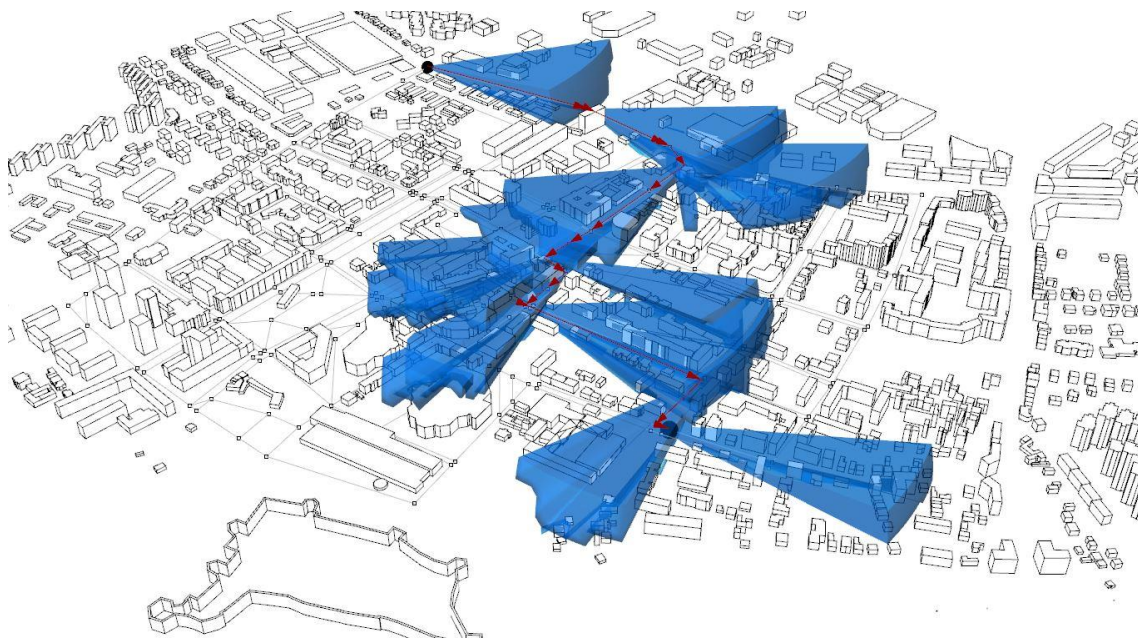
6.4.2.1 Изовист мере за најфреквентније руте

За потпуније поређење изовист параметара, било је потребно израчунати вредности свих 5 претпостављених параметара за усмерене

изовисте, односно, у зависности од смера посматрања за **сваки** сегмент уличне мреже и за **сваког** испитаника из анкете. С обзиром да је узорак испитаника велики (266 испитаника у првом и 242 испитаника у другом задатку), рачунање ових параметара захтевало је техничке карактеристике хардвера које нису биле доступне у овом истраживању. Према томе, подаци су морали бити прилагођени, па је уместо рачунања изовист параметара за **сваки** сегмент уличне мреже и за **сваког** испитаника из анкете, рачунати су изовист параметри за **једну** најфреквентину путању из анкете за оба задатка појединачно (Слика 64 и Слика 65), а затим су вредности фреквентности у тим сегментима за те задатке посматрани збирно.



Слика 64. Најфреквентнија рута са вредностима усмерених изовиста којом су се испитаници кретали у првом задатку



Слика 65. Најфреквентнија рута са вредностима усмерених изовиста којом су се испитаници кретали у другом задатку

Статистички резултати

У првом задатку најфреквентнија рута подразумевала је пролазак кроз 26 сегмената у систему, те је толики и узорак за испитивање корелације. У другом задатку, узорак кориштених сегмената је 16 (Табела 12).

Табела 12. Дескриптивни подаци о корелацији за усмерене изовисте по задацима

Descriptives								
FREQUENCY								
					95% Confidence Interval for Mean			
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
T1	27	136.30	38.358	7.382	121.12	151.47	52	216
T2	16	98.31	40.124	10.031	76.93	119.69	55	180
Total	43	122.16	42.790	6.525	108.99	135.33	52	216

Табела 13 показује резултате корелације фреквенције кретања и изовист параметара за обе руте. Није пронађена статистички значајна корелација ни за један параметар изовиста.

Табела 13. Вредности изовист параметара за усмерене изовисте

Correlations				FREQUENCY	ISO_2DAREA	LLOFS360	ISO_3DVOLUME360	SKY_360	FLOOR_360
Spearman's rho	T1	FREQUENCY	Correlation Coefficient	1.000	.030	.080	-.058	.181	.050
		NCY	Sig. (2-tailed)	.	.882	.691	.776	.367	.804
		N		27	27	27	27	27	27
	T2	FREQUENCY	Correlation Coefficient	1.000	.461	.187	.399	.366	.347
		NCY	Sig. (2-tailed)	.	.073	.488	.126	.163	.187
		N		16	16	16	16	16	16

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

6.4.3 Квалитативни резултати и дискусија по појединим задацима

На основу мапа које смо добили из параметричког модела, могуће је уочити одређене закључке поредећи мапу фреквенности кретања испитаника и најкраћих рута. Табела 14 даје преглед просечних вредности кориштених тачака и сегмената у рутама добијених из анкете и прорачуном најкраћих путања за оба задатка.

Табела 14. Преглед просечних вредности кориштених тачака и сегмената у рутама добијених из анкете и прорачуном најкраћих путања за оба задатка

		Задатак 1	Задатак 2
Резултати добијени анкетом	Просечан број кориштених тачака	28.29	19.98
	Просечан број кориштених сегмената	27.29	18.98
	Просечна дужина путање	1561.21	1346.25
Метричке мере	Број кориштених тачака у најкраћој рути	28.00	19.00
	Број кориштених сегмената у најкраћој рути	27.00	18.00
	Дужина најкраће руте	1365.69	1247.22
Угаоне мере	Број кориштених тачака у најкраћој рути	25.00	17.00
	Број кориштених сегмената у најкраћој рути	24.00	16.00
	Дужина најкраће руте	1446.65	1307.70

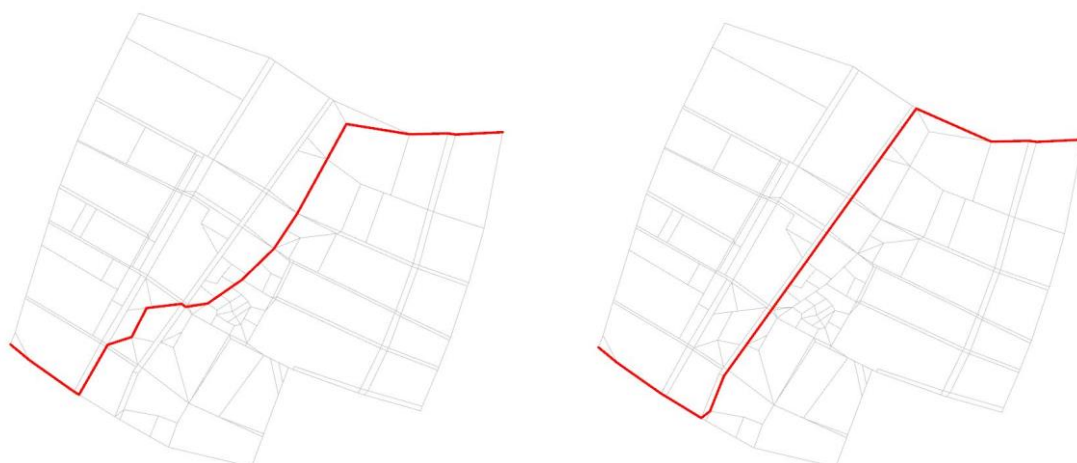
Из табеле се такође види да су испитаници бирали руте које по броју раскрсница више одговарају метричким проценама удаљености између две тачке, али да просечна дужина кретања више одговара угаоним мерама, што ћемо детаљније разматрати по појединим задацима и тачкама.

6.4.3.1 Задатак 1

Слика 66 показује којим сегментима су се испитаници највише кретали решавајући први задатак из анкете. Вредности су диференциране дебљином линије и скалом боја (црвена – највеће вредности до плава – најмање вредности). Слика 67 показује најкраће путање за први задатак и то ако се приоритет да метрички најкраћуј удаљености (лево) и удаљености са најмањом диференцијацијом у промени угла кретања (десно). Из ових мапа очигледно је да се већина испитаника водила метрички најкраћим растојањима за целокупну руту, осим у делу пута након изласка из Господске улице (тачка 105), где се већи дио испитаника одлучио да настави путању десно, кроз парк (б), уместо право (а). Следећа инетресна тачка која је уочљива на карти је тачка 114, где су се испитаници одлучили да наставе своју путању улицом већег ранга (в), а која није део најкраће руте до одредишта, у поређењу са путањом која је водила између стамбених зграда (г).



Слика 66. Мапа френквентности кретања свих испитаника из првог задатка



Слика 67. Најкраћа путања у првом задатку за метрички фактор (лево) и угаони фактор (десно)



Слика 68. Издвојене тачке из првог задатака: тачка 105 (лево) и тачка 114 (десно)

Ако осмотримо ове интересне тачке детаљније и упоредимо вредности усмерених изовиста из тих тачака ка два бирања правца (Табела 15, Слика 68), можемо уочити су испитаници у оба случаја изабрали путању која има веће вредности за све (или већину) параметара изовиста. Овакви резултати нам не говоре много, али је могуће поставити неке претпоставке о својству кретања испитаника.

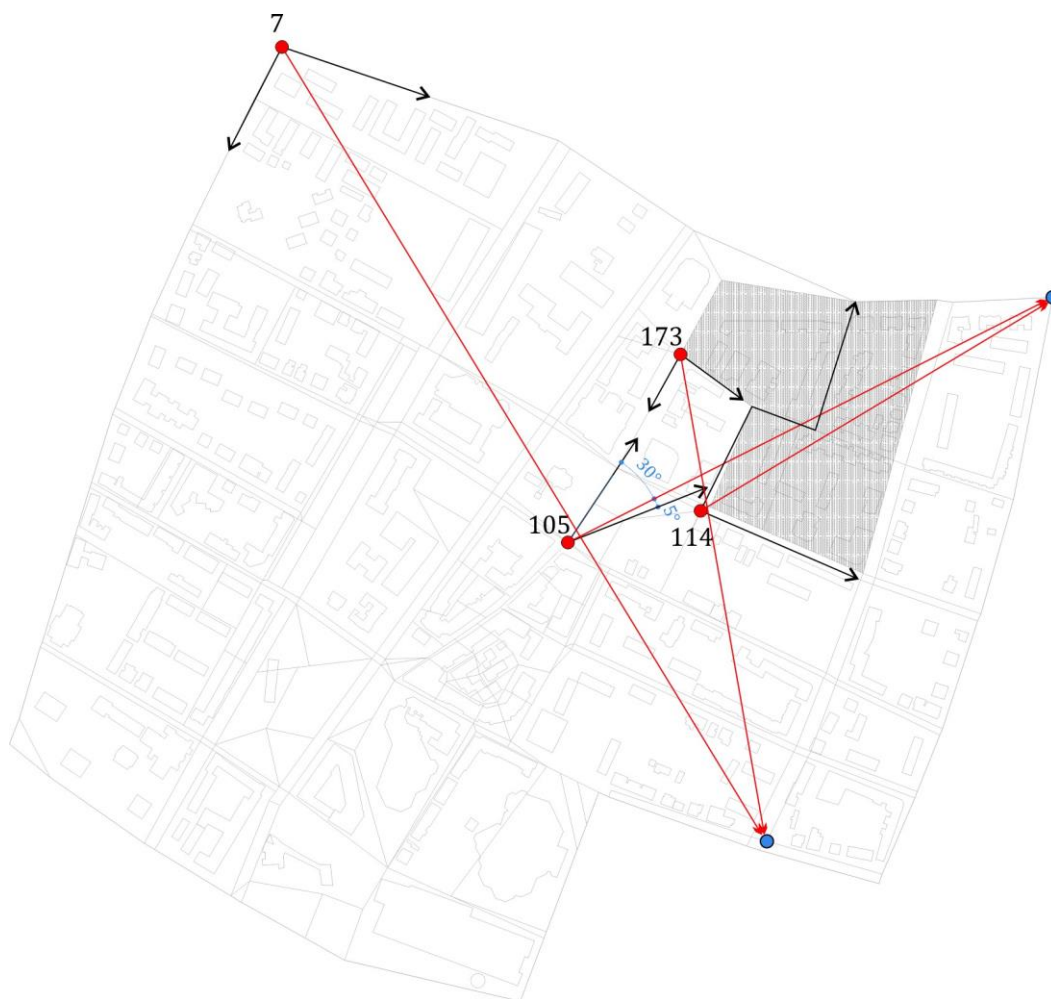
Табела 15. Вредности изовиста за два интересна правца из издвојених тачака у првом задатку

Задатак	Очна тачка	Фокус	Сегмент	Број корисника	Површина изовиста	Очни зрак	Запремина изовиста	Површина неба	Површина подлоге
Т1	105	101	а	29	9016.81	356.79	864754.62	8271.48	12365.48
		170	б	119	5709.10	129.99	920259.11	6491.54	9353.43
	114	108	в	80	6181.23	495.06	898506.18	7381.51	7653.46
		204	г	51	254.66	23.80	1748.89	0.00	341.05

Тачку 105 карактерише отвореност погледа и релативно велика запремина изовиста у односу на тачку из које се у њу стиже. Дакле, то је позиција изласка из једне уске усмерене структуре Господске улице, која је добро повезана са суседним правцима и где се заиста “доносе одлуке” Краћа рута подразумевала је наставак пешачком зоном до Позоришта, док се знатна већина испитаника (њих 119 од 138) одлучила за промену правца кретања у тој позицији. За тачку 105 можемо тако претпоставити да су испитаници у тој позицији бирали путању која има мањи угаони отклон од директног ваздушног правца ка коначном одредишту, односно

да је у њиховим менталним мапама краћа дистанца била она ближа дијагонали.

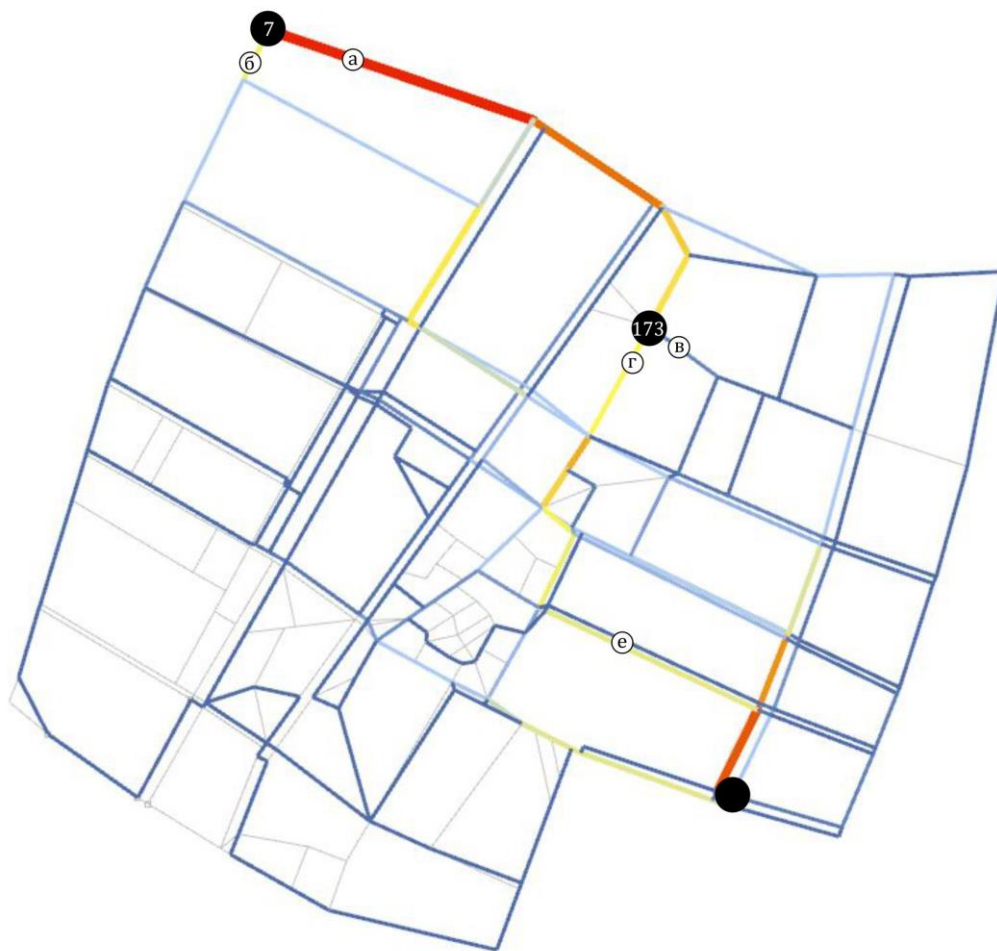
За тачку 114, ако искористимо претпоставку као и за претходну тачку, угаоно одступање од директног правца ка дестинацији из те тачке није значајно различито за два могућа правца. Краћа рута подразумевала пролазак кроз стамбено насеље без јасних тротоара и пешачких комуникација (Слика 69). Такође, овде је могуће приметити да је позиција објекта у овом делу руте разуђена и наговештава велики број скретања до одредишта. Могуће је да је зато већина испитаника у тој тачки (80 од 131) наставила своју руту главном улицом која има јасан и каналисан правац.



Слика 69. Положаји тачака из првог и другог задатка у односу на одредиште

6.4.3.2 Задатак 2

Слика 70 показује којим сегментима су се испитаници највише кретали решавајући први задатак из анкете. Вредности су диференциране дебљином линије и скалом боја (црвена – највеће вредности до плава – најмање вредности). Слика 71 показује најкраће путање за први задатак и то ако се приоритет да метрички најкраћој удаљености (лево) и удаљености са најмањом диференцијацијом у промени угла кретања (десно).



Слика 70. Мапа фреквентности кретања свих испитаника из другог задатка



Слика 71. Најкраћа путања у другом задатку за метрички фактор (лево) и угаони фактор (десно)

Са мапа је одмах уочљиво да најчешће кориштене руте испитаника више одговарају најкраћој метричкој рути до одредишта, али не у потпуности. На самом почетку руте, у тачки 7 (Слика 72), испитаници су се поделили, те је две трећине испитаника (180) кренуло најкраћом рутом (а), док је једна трећина (62) руту започела другом путањом (б). Тако ову тачку можемо сматрати интересантном те за њу испитати параметре визуелних изовиста. Следећа издвојена тачка у другом задатку је тачка 50, где се већина испитаника одлучила да настави главном пешачком зоном (г), иако је најкраћа путања водила кроз стамбено насеље (в).



Слика 72. Издвојене тачке из другог задатка: тачка 7 (горе) и тачка 173 (доле)

Ако осмотримо ове интересне тачке детаљније и упоредимо вредности усмерених изовиста из тих тачака ка два бирања правца (Табела 16, Слика 72), можемо уочити да су испитаници у тачки 7 бирали путању са већом вредношћу параметара површине изовиста и дужине очног зрака, док је један део испитаника више обраћао пажњу на запремину изовиста и површину видљивог неба. У другој тачки одабир кретања испитаника у потпуности се слаже са већим вредностима свих параметара изовиста.

Табела 16. Вредности изовиста за два интересна правца из издвојених тачака у првом задатку

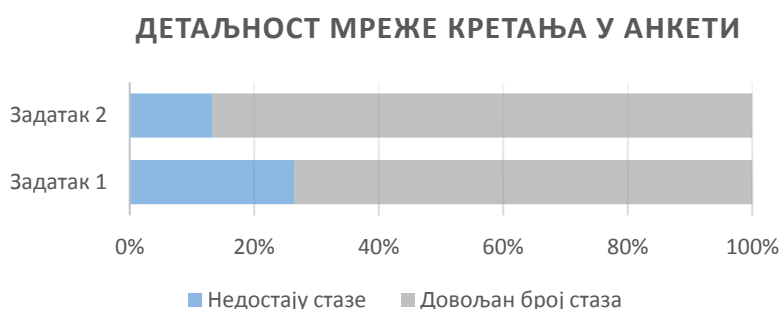
Задатак	Очна тачка	Фокус	Сегмент	Број корисника	Површина изовиста	Очни зрак	Запремина изовиста	Површина неба	Површина подлоге
Т2	7	50	а	180	13930.57	458.94	1312000.00	9475.56	15886.00
		8	б	62	13008.06	315.68	1333300.00	11674.31	15385.96
	173	109	в	12	1923.37	145.64	413287.10	5182.76	2991.54
		107	г	69	8692.54	230.19	741295.13	5863.33	10524.71

Угаона одступања од почетне тачке 7 до одредишта су уједначена за оба понуђена правца у овој тачки, а профил пешачких зона сличан, па тако можемо претпоставити да је могуће да је подељеност вредности параметара изовиста условила и подељеност избора кретања испитаника. За тачку 173, наставак главном пешачком улицом је био логичан след руте из долазећег правца, јер је угаоно одступање од долазећег правца мање, односно, нема промене у кретању, док је, са друге стране, краћа рута подразумевала пролазак кроз стамбено насеље без јасних тротоара и пешачких комуникација (Слика 69).

Такође, посматрајући фреквенције кретања за оба задатка, уочено је да су код улица код којих је постојала диференцијација у кретању странама коловоза, испитаници већином бирали ону страну тротоара која је ближа позицији из које долазе, односно, прелазак улице дешавао се у оном моменту када је донесена одлука о промени правца кретања.

Недостајуће “пречице”

Након сваког задатка, испитаници су упитани да наведу уколико у виртуелној тури нису предложене неке пешаке комуникације које они иначе користе у свакодневном кретању. Око 26% испитаника у првом и 16% испитаника у другом су навели да постоје стазе које би користили, а које нису дате у анкети (Слика 73).

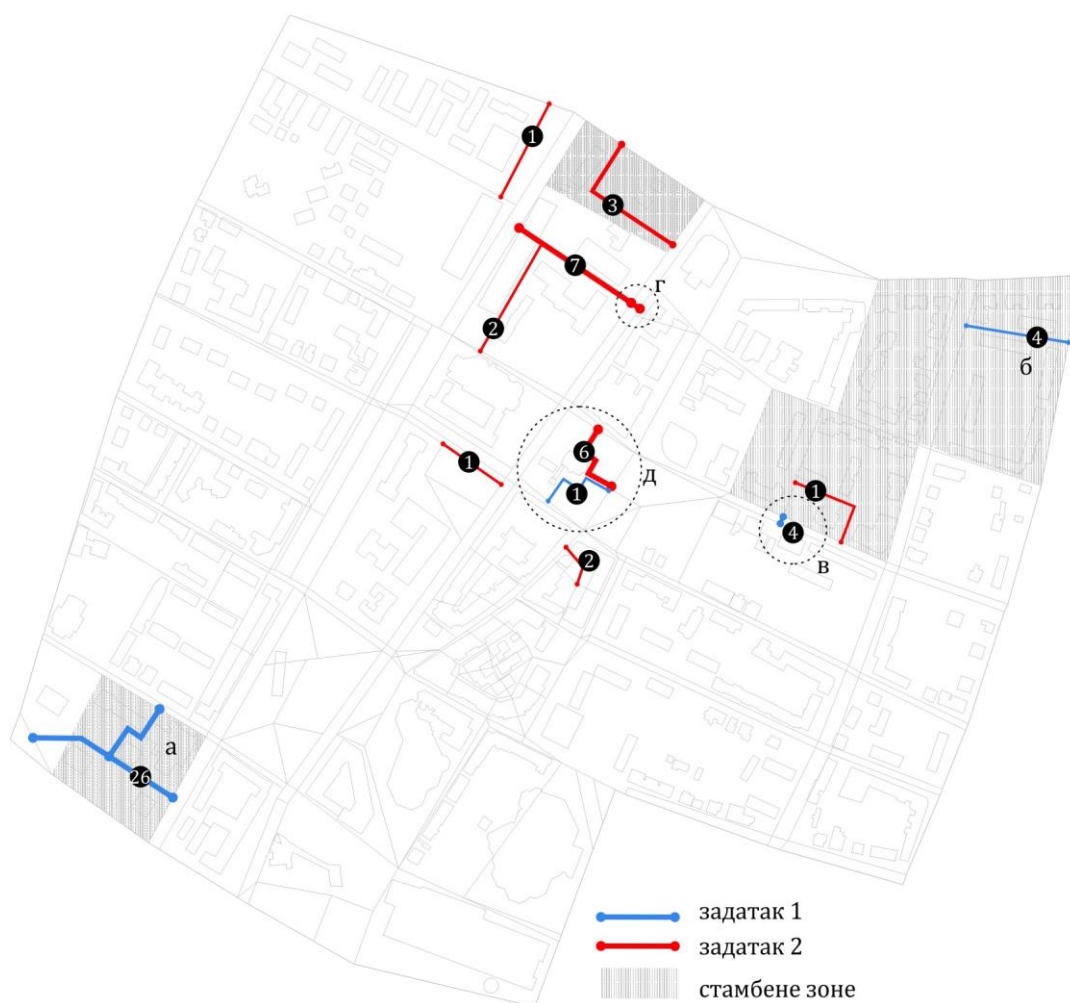


Слика 73. Детаљност мреже кретања у анкети

Слика 74. показује локације које су испитаници навели. Плавом бојом су наведене пречице из првог, а црвеном из другог задатка, док бројеви показују колико пута су ове пречице наведене у одговорима. Предложене трасе говоре о високом нивоу познавања града јер се ради углавном о пролазима између стамбених зграда који су приватни и претпоставка је да се њима крећу углавном становници тих насеља. Међутим, интеграција самих насеља која су у централној градској зони, даје овим путањама на значају. За први задатак 26 испитаника је рекло да би ишло пречицом кроз стамбено насеље на самом почетку трасе (а), а њих 4 да би до коначног циља пут такође скратило трасом кроз стамбено насеље (б). Такође, њих 4 је рекло да би се кретало кроз стамбено насеље на позицији (в), али да та путања није била понуђена. Међутим, та путања јесте понуђена али с обзиром да су у анкети тротоари одвојени, а могућност преласка преко цесте дата само на обележеним пешачким комуникацијама, са дате тачке није било могуће приступити наведеној рути. **Ово је могуће објашњење одабира кретања испитаника за претходно наведену тачку 114 где је већи део испитаника одлучио да настави пут улицом вишег ранга.**

Код ове тачке, с обзиром на њену ширину и ранг, то није представљало питање од посебног значаја, али за позицију (г), где се ради о прометној улици највишег ранга, то јесте значајно питање. Наиме, 7 испитаника у првом задатку је навело да би се кретало пречицом кроз пасаж са намером да главну цесту пређу на наведеном месту, иако ту не постоји пешачки прелаз.

Потреба за „пробијањем” пешачких дијагонала није непозната, али интересно је да се не ради увек о намери да се путања скрати, већ више о субјективном осећају да је одабрана путања краћа. Пример за то је позиција (д) где је 7 испитаника навело да би пут “пресекло” проласком кроз двориште Храма Христа Спаситеља, иако тај пут није дијагонала нити је краћи, већ више даје *осећај* о скраћењу пута.



Слика 74. Локације пречица које су испитаници навели да би се њима кретали, а које нису дате у анкети

6.5 Недостаци овог истраживања

Током рада на анкети, те након добијених резултата и током њихове анализе, уочени су одређени недостаци у спроведеном начину истраживања. Иако су добијене одређене статистички значајне корелације које првенствено утврђују релевантност предложене метода мерења фреквентности кретања у дисертацији, као и употребе алата за мерење просторних параметара, корелације ових параметара са резултатима анкете нису јасно утврђене. Неки од могућих разлога томе су следећи:

- Приликом формирања понуђених траса у анкети, нису узети у обзир све могуће путање. Ово су показали коментари испитаника на крају анкетирања. Ипак, број ових примедби није значајан у односу на целокупни узорак обухваћен акетом, али је био од велике користи за уочавање појединих детаља о карактеру кретања
- Диференцијација тротоара у анкети се показала ометајућим фактором у синтактичкој анализи, јер број конекција неке тачке у систему не одговара стварним вредностима те тачке када су правци у питању. Такође, коментари испитаника су показали да је управо због овога један број могућих траса у анкети изостављен
- Снимање панорамских фотографија за анкету је пожељно радити у исто доба дана и године. Иако ово не игра велику улогу кад су у питању корисници који познају простор, за даља испитивања о читљивости простора и сналажења у њему корисника који га н епознају је од битног значаја.
- За релевантнија рачунања просторних параметара у тачкама, потребно је обезбедити **детаљнији дигитални модел простора**. Саме висине објеката нису довољне за потпуну анализу. Подаци о простору укључују и позиције мобилијара, зеленила као и разних других визуелних препрека. Израда дигиталних модела је великим делом везана и за ГИС податке, односно њихову ажурност. За предметну локацију нису били

доступни геоинформациони подаци, као што је то случај са већим градовима, где би употреба метода мерења предложених у овој дисертацији била далеко употребљивија.

- Иако Rhino и Grasshopper имају широку заједницу корисника, ови алати не спадају у најчешће кориштене у архитектонској бранши. За ширу примену ових метода мерења и анализе, потребно је ове алгоритме обликовати у софтвере блиске крајњим корисницима: урбанистима, урбаним планерима, градској управи... Такође, због компликованости алгоритма, великог узорка у самом истраживању и високих захтева за адекватном технологијом (јачином рачунара), мерења су морала бити редукована, те нису у потпуности одговарала очекиваним корлецијама у статистици

7 ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Теорија просторне синтаксе (Space syntax theory) настоји да прошири уобичајени интуитивни поглед на простор тврдећи да свакодневне рутине појединца доприносе најразноврснијим облицима друштвене организације, а ове рутине су делимично омогућене и видљиве кроз суживот у јавном простору. Значај оваквог погледа на простор за архитектонско истраживање лежи у чињеници да су **ови обрасци понашања условљени карактеристикама урбане форме настале из урбаног дизајна и архитектуре.**

Током година различите студије (Peponis et al. 1989; B. Hillier et al. 1993; Read and Budiarto 2003) показале су да конфигурацијске карактеристике простора непрекидно корелирају са обрасцем кретања кроз објекте и градове. Овај феномен, уврштен у “теорију природног кретања” говори да је **у урбаним системима примарни генератор пешачког кретања управо конфигурација простора.** Дошло се до закључка да је витална компонента за стварање и одржање друштвеног живота у урбаном окружењу управо пешачко кретање, с обзиром да ова врста кретања (за разлику од колског) ствара потенцијал за друштвену интеракцију.

Теорија просторне синтаксе има сад већ дугу традицију прецизних мерења кретања у физичком простору и посматрања понашања људи у њему; Аутори који се баве когницијом окружења тврде да постоји нека врста изоморфизма између физичког окружења и наше менталне репрезентације света, односно да она у себи, поред слика тог окружења, садржи и релације у простору који посматрамо. Тако Линч тврди да когнитивне мапе могу бити дефинисане у смислу репера, стаза, тачака, дистрикта и ивица (Lynch 1960). Људи се често прво упознају са топологијом окружења, а затим развијају метричке односе. Даље су научници су дошли до закључка да су читљивост (Lynch 1960), комплексност (Weisman 1981) или разумљивост (B. Hillier 2007) неког простора уско везани за прецизност људске менталне репрезентације тог простора. Когнитивна истраживања тврде да уколико неко разуме структуру неког простора, он ће са мање грешака успети у њему да се снађе.

Уколико разуме и метричке односе, моћи ће наћи и најкраће путање јер ће у тачкама избора путање знати у којем смеру треба тачно да се креће.

Кретање између дефинисаних тачака представља најистакнутију примену просторне когниције. Израз **wayfinding** се дефинише као процес утврђивања и праћења пута или руте између полазишта и одредишта. Људи свакодневно решавају овакаве задатке који укључују тражење, истраживање, праћење и планирање рута у вањском и унутрашњем простору, као и у виртуелном окружењу. У том смислу, могуће разликовати две врсте сналажења: “статични проблем избора”, где људи већ познају окружење и одлука се доноси знајући могући резултат и “динамички избор”, где се одлука о кретању доноси у окружењу у којом се налазите први пут. Експлицитна или имплицитна сврха оријентације у простору је кључни фактор у објашњењу донесених одлука и понашања. Стога студије које истражују сналажење у простору морају бити веома прецизне не само у дефинисању задатка, већ и у начину прикупљања и валоризације добијених података. Ова дисертација бавила се когнитивним и геометријским обрасцима пешачког кретања у случају статичног проблема избора.

Питања употребе тополошких и метричких дистанци у теорији просторне синтаксе отворила су дискусије чији епилог још увек траје (Хилијер, Пен, Рати, Карвалхо). У ту сврху рађена су многа **испитивања различитих параметара који могу утицати на одлуку о кретању у градској мрежи**. Подаци о кретањима и перцепцији простора прикупљани су на различите и квалитативне и квантитативне начине - интервјуима, анкетама, лабораторијски, у виртуелном окружењу. Ипак, највећи број истраживања рађен је у реалним условима, на лицу места, и оваква исраживања су често ограничена малим узорком испитаника, а обрада ових података испрљујућа и дуготрајна јер се своди на мануелни посао. Такође, један од услова адекватног прикупљања података је и то да се испитаницима пружи једнаки услови, скоро лабораторијски, а да се добије окружење што приближније реалним условима.

Такође, један од циљева истраживања била је и **обрада прикупљених података и њихова визуелизација, али на начин да се добијени подаци параметризују**, те тако буду подложни сталним проверама и корекцијама, те примењиви и на будућа истраживања.

7.1 Основни закључци овог истраживања

Основни циљ овог истраживања односио се на унапређење методолошких и техничких принципа анализе отворених јавних простора помоћу теорије просторне синтаксе, као и алата за урбанистичко планирање отворених јавних градских простора у циљу подизања нивоа њихове флексибилности и могућности једноставније, брже и ефикасније трансформације.

Са **методолошког становишта**, а у оквиру теорије просторне синтаксе, било је потребно утврдити да ли је могуће искључиво на основу конфигурације просторне мреже претпоставити фреквентност кретања корисника у датом простору, односно који просторни параметри, поред тополошких, могу имати утицаја на формирање просторног модела у менталним мапама корисника. Затим је било потребно осмислити начин прикупљања података о реалном кретању корисника и утврдити који од ових параметара заиста има корелацију са стварним кретањем.

Резултати пилот анкете спроведене у циљу добијања квалитативних информација о томе који су најучесталији фактори који обележавају неко кретање у урбаним срединама, говоре о јасној употреби **метричких** или чак **временских** одредица у опису руте кретања. Међутим, процене ових вредности су **далеко од објективних**, где су испитаници за исте или приближне дистанце наводили потпуно различите процене вредности. Ово се потврдило и у даљем истраживању везаном за кориштење **дијагонала** или пречица које су испитаници наводили у главној анкети. Пилот анкета утврдила је и велик ниво **тополошких** одредница којима су се испитаници водили, наводећи број семафора и раскрсница при навигацији трећег лица, где

је очигледно **релацијско** поимање простора код корисника. Употреба **репера** се у пилот анкети показала релевантном, мада је она више служила као *провера* правца кретања (код навигацијских рута нарочито), пре него као главни фактор у кретању. Још један од интересантних закључака ове анкете је губљење оријентације код испитаника када је у питању **блоковска структура** уличне мреже, где је био јасно изражен улични фронт, а објекти релативно исте спратности, те се није могао успоставити јасан репер у кретању.

Недостаци у пилот истраживању који су се односили на субјективност у датим одговорима упућивали су на потребу да се спроведе друга анкета у којој би се избегли могући фактори који би утицали на релевантност добијених података. Првенствено, било је потребно проширити узорак испитаника. Даље, да бисмо добили што релевантније податке о избору праваца кретања било је потребно осмислити анкету која ће испитаницима понудити визуелни избор, односно, да кандидат не замишља простор који се креће већ бира на основу понуђене слике. Овиме бисмо елиминисали могуће субјективизације при замишљању и вербалном опису простора које је било присутно у иницијалном истраживању. Поред тога, било је потребно осмислити алат којим би се прикупљали и пратили подаци о кретању испитаника, те аутоматски визуелизовали.

У ту сврху спроведено је истраживање о оријентацији у простору где су подаци прикупљени кроз виртуелну анкету са панорамским фотографијама са углом од 360 степени, након чега су подаци убачени у параметарски модел простора.

Првенствено, **са техничког становишта**, било је потребно утврдити да ли овакав начин прикупљања података може бити релевантан за даље просторне анализе. Тако су резултати поређења претпостављених вредности простора **сегмената уличне мреже** добијени на основу мера просторне синтаксе утврдили високу корелацију фреквентности кретања испитаника добијених анкетом са свим параметрима мерења просторне синтаксе, где је највећа корелација уочена са мером **глобалног угаоног избора**, што говори о

великом утицају угаоног одступања на избор кретања корисника кроз ту мрежу. Статистички резултати показали су да претпостављене фреквенције кретања становника на збирном нивоу одговарају фреквенцијама добијеним из анкете, што значи да се овакав начин прикупљања података који је дат у овој дисертацији може сматрати релевантним, те употребљивим за даље анализе.

Иако су добијени резултати у корелацији, уочена су специфична места одступања која су препозната као **тачке** у којима је донесена одлука о кретању која одступа од претпостављене.

За те тачке, такозване “тачке одлуке”, спроведена је анализа просторних фактора (параметара) мерењем вредности **волумена и површине изовист поља, површине видљивог неба из те тачке, површине подлоге (потенцијала даљег кретања) и дубине видног поља** у параметарском моделу, са намером да се утврди корелација ових параметара са донесеним одлукама о кретању. Резултати ових корелација су показали одређен утицај параметара **волумена и отворености неба** изовиста, али то није утврђено за оба задатка дата у анкети. Ови резултати могу указивати и на недостатке у техничком смислу, који се првенствено односе на недовољно детаљан дигитални модел простора с једне стране, а који условљава јаче хардверске компоненте које би подржале алгоритам за рачунање свих претпостављених параметара с друге стране. Ипак, предложени модел анализа може се сматрати релевантним, јер подржава могућност проширења и унапређења даљих **методолошких принципа теорије просторне синтаксе** у смисли проширења тренутних синтактичких мера (нарочито у сегменту изовист поља). Овакав параметрички приступ има потенцијал кориштења у глобалном смислу, нарочито напредком ГИС технологија које би омогућиле већи број података о простору (димензије објеката, садржај, број корисника и сл.), а који би знатно унапредили тачности овог начина анализа и визуализације података, не само на локалном нивоу, већ и шире. Ово истраживање, са технолошке стране, приказало је процес прикупљања и употребе података о фреквентности кретања и начина перцепције градских

простора који може имати резултате у конкретној примени при урбанистичком планирању. Ипак, неопходна је даља адаптација кориштених алата у смислу комерцијалније употребе. Иако је Grasshopper алат намењен за визуелна истраживања, ипак још увек није примењив у широј архитектонској струци.

Са когнитивног становишта, посматрајући руте којима су се испитаници кретали у анкети, може се закључити да је навигацијско кретање корисника који су се крећу већ познатим простором комбинација утицаја различитих параметара од којих је најдоминантнији **субјективни осећај испитаника за најкраћу руту**, а који је у уској вези са **најмањим угаоним одступањем од дијагоналног правца од дате тачке до одредишта**. Ово говори о формирању менталних мапа корисника који се не базира на целокупној унапред одређеној траси кретања, већ о доношењу одлука о промени правца за поједине карактеристичне тачке руте посебно, односно о сегментираниости ових рута. Ово је нарочито видљиво у случајевима када у овим тачкама **не постоји густо изграђена структура околних објеката**, тј, када простор не “наводи” корисника на јасан наставак његовог кретања. У тим случајевима, долази до својеврсног “враћања у првобитни положај”, односно корисник тражи највећу сличност следећег правца да тренутним дијагоналним правцем ка одредишту.

С обзиром да није показана јасна повезаност тродимензионалних параметара простора са одлукама о кретању корисника, даља истраживања у овом смислу могу се односити на појмове перцепције простора као дводимензионалне слике или тродимензионалног појма, како би се даља мерења могла јасније прецизирати, односно, питање мерења перспективних података кроз дводимензионални или тродимензионални медиј.

Овим истраживањем тежи се доприносу јачања улоге мреже пешачког кретања у активацији јавних простора у урбаним просторима. Разумевањем перцепције корисника о простору, која је првенствено конфигурацијска и глобална, потребно је при урбанистичком планирању обратити пажњу на

просторне елементе и њихову позицију у целокупном систему кретања. На нивоу локалног, улога просторног распореда и елемената у окружењу није безначајна као потенцијал места сусрета у укупној концентрацији кретања становника, те је текст ове дисертације допринос научном и стручном преиспитивању параметара у урбанистичком пројектовању.

ЛИТЕРАТУРА

- Alexander, Christopher, Sara Ishikawa, and Murray Silverstein. 1977. *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction* vol.2. New York: Oxford University Press.
- Allen, Gary L. 1999. "Spatial Abilities, Cognitive Maps, and Wayfinding." *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes*, 46–80.
- Al-Sayed, Kinda, Alasdair Turner, Bill Hillier, Shinichi Iida, and Alan Penn. 2014. *Space Syntax methodology*. London: Bartlett School of Architecture, UCL.
- Alvarado, Rodrigo Garcia, and Jaime Jofre Munoz. 2012. "The control of shape: origins of parametric design in architecture in Xenakis, Gehry and Grimshaw." *METU JFA* 29 (1): 107–18. doi:10.4305/METU.JFA.2012.1.6.
- Appleyard, Donald, M. Sue Gerson, and Mark Lintell. 1981. *Livable streets, protected neighborhoods*: University of California Press.
- Azad Hadji Khameneh. 2015. "Parametric Design Approach to Space Syntax Methodology for Designing a Master Layout." In *Living and Learning: Research for a Better Built Environment: 49th International Conference of the Architectural Science Association 2015*, edited by R. H. Crawford and A. Stephan, 953–63.
- Bafna, Sonit. 2003. "Space Syntax: A Brief Introduction to Its Logic and Analytical Techniques." *Environment & Behavior* 35 (1): 17–29. doi:10.1177/0013916502238863.
- Basu, Tamalee, and Mainak Ghosh. 2017. "Visual Perception of Space and Parametric Design: A Brief Discussion." *GSTF Journal of Engineering Technology (JET)* 4 (2). doi:10.5176/2251-3701_4.2.185.
- Batty, Michael. "A New Theory of Space Syntax." <http://discovery.ucl.ac.uk/211/1/paper75.pdf>.
- . 2001. "Exploring Isovist Fields: Space and Shape in Architectural and Urban Morphology." *Environ. Plann. B* 28 (1): 123–50. doi:10.1068/b2725.
- Batty, Michael, and Sanjay Rana. "Reformulating Space Syntax: the Automatic Definition and Generation of Axial Lines and Axial Maps." <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/casa/sites/bartlett/files/migrated-files/paper58.pdf>.
- Beirão, José Nuno Dinis Cabral. 2012. *CityMaker: Designing grammars for urban design*. A+BE 05. Delft: Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Department Architectural Engineering+ Technology, Department of Urbanism.
- Benedikt, M. L. 1979. "To Take Hold of Space: Isovists and Isovist Fields." *Environ. Plann. B* 6 (1): 47–65. doi:10.1068/b060047.
- Beyhan, Burak. 2011. "Developing Space Syntax Tools for Free and Open Source Software for GIS." In *Geoinformatics, 2011 19th International Conference on*, 1–6.

- Bhatia, Shashank, Stephan K. Chalup, and Michael J. Ostwald. 2012. "Analyzing Architectural Space: Identifying Salient Regions by Computing 3D Isovists." In *Conference Proceedings. 46th Annual Conference of the Architectural Science Association (an-ZAScA), Gold Coast, QLD*.
- . 2013. "Wayfinding: A Method for the Empirical Evaluation of Structural Saliency Using 3D Isovists." *Architectural Science Review* 56 (3): 220–31. doi:10.1080/00038628.2013.811635.
- Bielik, Martin, Sven Schneider, and Reinhard König. 2012. "Parametric Urban Patterns." In *Digital Physicality: Proceedings of the 30th International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, edited by Henri Achten, Jiří Pavlíček, Jaroslav Hulín, and Dana Matějovská, 701–8. Prague: ECAADe; ČVUT, Faculty of Architecture.
- Bielik, Martin, Sven Schneider, Saskia Kuliga, Milan Valášek, and Dirk Donath. 2015. "Investigating the Effect of Urban Form on the Environmental Appraisal of Streetscapes." In Karimi, Vaughan, Sailer, Palaologou, and Bolton 2015, 119:1.
- Bodnár, Judit. 2001. "On fragmentation, urban and social." In *Critical Perspectives on Urban Redevelopment*, edited by Kevin Fox Gotham. Research in Urban Sociology, 173–93 Volume 6: Emerald Group Publishing Limited.
- . 2015. "Reclaiming public space." *Urban Studies* 52 (12): 2090–2104. doi:10.1177/0042098015583626.
- Booth, Norman K. 1989. *Basic elements of landscape architectural design*: Waveland press.
- Borja, Jordi, Manuel Castells, Mireia Belil, and Chris Benner. 1997. *Local and Global: The Management of Cities in the Information Age*. London: Earthscan.
- Buchanan, Colin, A. Koch, M. Wedderburn, L. Sieh, and S. Ho. 2007. "Paved with Gold: The Real Value of Good Street Design." https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/paved-with-gold_1.pdf.
- Carmona, Matthew, Tim Heath, Oc Taner, and Steven Tiesdell. 2003. *Public places — urban spaces: The dimensions of urban design*. Oxford: Architectural Press.
- Carmona, Matthew, Claudio de Magalhães, and Leo Hammond. 2008. *Public space: The management dimension*. London: Routledge.
- Carmona, Matthew, and Steven Tiesdell, eds. 2007. *Urban design reader*. Oxford: Architectural.
- Carpenter, Edward. 1989. "Wayfinding: Design Breakthrough or Trendy Buzzword." *Print* 43 (1): 92–163.
- Carr, Stephen, Mark Francis, Leanne Rivlin, and Andrew Stone. 1992. *Public space*. Cambridge series in environment and behavior. Cambridge: Cambridge University Press.

- Carvalho, Rui, and Alan Penn. 2004. "Scaling and Universality in the Micro-Structure of Urban Space." *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 332:539–47. doi:10.1016/j.physa.2003.10.024.
- Castells, Manuel. 2000. *Informacijsko doba: ekonomija, drustvo, kultura*. Zagreb: Golden marketing.
- Chang, D., and Alan Penn. 1998. "Integrated Multilevel Circulation in Dense Urban Areas: The Effect of Multiple Interacting Constraints on the Use of Complex Urban Areas." *Environ Plann B Plann Des* 25 (4): 507–38. doi:10.1068/b250507.
- Cole, Richard, and John Billingham. 2002. *The good place guide: urban design in Britain and Ireland*: Sterling Publishing Company, Inc.
- Conroy-Dalton, Ruth. 2001. "Spatial navigation in immersive virtual environments." Doctoral, Department of Architecture, University College London.
- Conroy-Dalton, Ruth, and Sonit Bafna. 2003. "The Syntactical Image of the City: a Reciprocal Definition of Spatial Elements and Spatial Syntaxes." 2003, 59.1.
- Conzen, Michael Robert Gunter. 1960. "Alnwick, Northumberland: a study in town-plan analysis." *Transactions and Papers (Institute of British Geographers)* (27): iii-122.
- Cornell, Edward H., C. Donald Heth, and Denise M. Alberts. 1994. "Place Recognition and Way Finding by Children and Adults." *Memory & Cognition* 22 (6): 633–43.
- Cullen, Gordon. 1971. *The concise townscape*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Dalton, Nick. 2001. "Fractional Configurational Analysis And a solution to the Manhattan problem." In Peponis, Wineman, and Bafna 2001, 26.1.
- Dalton, Ruth Conroy. 2001. "The Secret is to Follow Your Nose: Route Path Selection and Angularity." In Peponis, Wineman, and Bafna 2001, 47.1.
- Dara-Abrams, D., Christoph Hölscher, Ruth Conroy-Dalton, and Alasdair Turner, eds. 2010. *Environmental Modeling: Using Space Syntax in Spatial Cognition Research: Proceedings of the Workshop at Spatial Cognition 2010*.
- de Arruda Campos, Maria Beatriz. 1997. "Strategic Spaces: Patterns of Use in Public Squares of the City of London." In *Proceedings of the 1st International Space Syntax Symposium*. Urban themes. 3 vols, 26 :1–12.
- . 2000. "Urban Public Spaces: a Study of the Relation Between Spatial Configuration and Use Patterns." Doctoral, The Bartlett School of Graduate Studies University College London, University College London.
- de Arruda Campos, Maria Beatriz, and Theresa Golka. 2005. "Public spaces revisited: a study of the relationship between patterns of stationary activity and visual fields." In *5th International Space Syntax Symposium*. Amsterdam: Techne Press.
- Derix, Christian, Åsmund Gamlesæter, and Pablo Miranda Carranza. 2008. "3d Isovists and Spatial Sensations: Two Methods and a Case Study." In *Movement*

- and Orientation in Built Environments: Evaluating Design Rationale and User Cognition*, edited by Saif Haq, Christoph Hölscher, Sue Torgrude.
- Desyllas, Jake, and Elspeth Duxbury. 2001. "Axial Maps and Visibility Graph Analysis: A comparison of their methodology and use in models of urban pedestrian movement." In Peponis, Wineman, and Bafna 2001, 26.
- Devlin, Ann Sloan. 2001. *Mind and Maze: Spatial Cognition and Environmental Behavior*. Westport, Conn. Praeger.
- Djokić, Vladan. 2004. *Urbana morfologija: Grad i gradski trg*. Beograd: Colografix.
- Dong, Tao, Maureen Hanratty, Adam Torres, and Lingyun Xu. "Comparative Evaluation."
http://www.adamatorres.com/docs/Portfolio/Projects/syntax20/Syntax2.0_Comparative_Evaluation.pdf.
- Downs, Roger M., and David Stea. 1977. *Maps in Minds: Reflections on Cognitive Mapping*. Harper Collins Publishers.
- Emo, Beatrix. 2010. "The Visual Properties of Spatial Configuration." In *Environmental Modeling: Using Space Syntax in Spatial Cognition Research: Proceedings of the Workshop at Spatial Cognition 2010*, edited by D. Dara-Abrams, Christoph Hölscher, Ruth Conroy-Dalton, and Alasdair Turner, 74–92.
- . 2014. "Seeing the Axial Line: Evidence from Wayfinding Experiments." *Behavioral Sciences* 4 (3): 167–80. doi:10.3390/bs4030167.
- Emo, Beatrix, Christoph Hölscher, Jan M. Wiener, and Ruth Dalton. 2012. "Wayfinding and Spatial Configuration: Evidence from Street Corners." In *Proceedings of the 8th International Space Syntax Symposium*, edited by Margarita Greene, José Reyes, and Andrea Castro, 8098:1-8098:16. Santiago de Chile: PUC.
- Fewings, Rodney. 2001. "Wayfinding and Airport Terminal Design." *The journal of navigation* 54 (02): 177–84.
- Fisher-Gewirtzman, Dafna, and Israel A. Wagner. 2003. "Spatial Openness as a Practical Metric for Evaluating Built-up Environments." *Environment and Planning B: Planning and Design* 30 (1): 37–49.
- Fjørtoft, Ingunn. 2001. "The natural environment as a playground for children: The impact of outdoor play activities in pre-primary school children." *Early childhood education journal* 29 (2): 111–17.
- Forsyth, Ann, Laura Musacchio, and Frank Fitzgerald. 2005. *Designing small parks: a manual for addressing social and ecological concerns*. Hoboken, N.J. John Wiley & Sons.
- Gauthier, Pierre, and Jason Gilliland. 2006. "Mapping Urban Morphology: a Classification Scheme for Interpreting Contributions to the Study of Urban Form." *Urban Morphology* 10 (1): 41–50.
- Gehl, Jan, and Lars Gemzoe. 2004. *Public spaces-public life*. Arkitektens Forlag.

- Gehl, Jan, and Birgitte Svarre. 2013. *How to Study Public Life*. Washington: Island Press.
- Gell, Alfred. 1985. "How to Read a Map: Remarks on the Practical Logic of Navigation." *Man*, 271–86.
- Gerald Franz. 2005. "An empirical approach to the experience of architectural space." Doctoral dissertation, Faculty of Architecture, Bauhaus-University of Weimar.
- Ghavampour, Ensiyeh, Brenda Vale, and Mark Del Aguila. 2015. "Nature as a Design Element in Small Urban Public Spaces." *Future of Places, Stockholm*.
- Gibson, James J. 1978. "The Ecological Approach to the Visual Perception of Pictures." *Leonardo* 11 (3): 227–35.
- Giddens, Anthony. 1984. *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. Cambridge: Polity.
- Golledge, Reginald G. 1999. "Human Wayfinding and Cognitive Maps." *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes*, 5–45.
- Greenhalgh, Liz, and Ken Worpole. 1996. *The freedom of the city*. London: Demos.
- Haq, Saif. 2003. "Investigating the syntax line: configurational properties and cognitive correlates." *Environment and Planning B: Planning and Design* 30 (6): 841–63. doi:10.1068/b2960.
- Haq, Saif, and Sara Giroto. 2003. "Ability and Intelligibility: Wayfinding and Environmental Cognition in the Designed." 2003.
- Haq, Saif-ul, Glenn Hill, and Adetania Pramanik. 2005. "Comparison of configurational, wayfinding and cognitive correlates in real and virtual settings." In *5th International Space Syntax Symposium*, edited by Akkelies Van Nes. Amsterdam: Techne Press.
- Hartig, Terry, Gary W. Evans, Larry D. Jamner, Deborah S. Davis, and Tommy Gärling. 2003. "Tracking restoration in natural and urban field settings." *Journal of Environmental Psychology* 23 (2): 109–23.
- Hillier, Bill. 2005. "The art of place and the science of space." *World Architecture, Special Issue on Space Syntax*, 96–102.
- . 2007. *Space is the machine: A configurational theory of architecture*. electronic edition. London: Cambridge University Press.
- Hillier, Bill, Richard Burdett, John Peponis, and Alan Penn. 1987. "Creating Life: Or, Does Architecture Determine Anything?" *Architecture et Comportement/Architecture and Behaviour* 3 (3): 233–50. <http://discovery.ucl.ac.uk/101/1/hillier-et-al-1987-creating-life.pdf>.
- Hillier, Bill, and Julianne Hanson. 1984. *The social logic of space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hillier, Bill, and Shinichi Iida. 2005. "Network effects and psychological effects: a theory of urban movement." In *Spatial Information Theory: International*

- Conference, COSIT 2005, Ellicottville, NY, USA, September 14-18, 2005. Proceedings*, edited by Anthony G. Cohn and David M. Mark, 475–90: Springer Berlin Heidelberg.
- Hillier, Bill, and Alan Penn. 2004. "Rejoinder to Carlo Ratti." *Environ Plann B Plann Des* 31 (4): 501–11. doi:10.1068/b3019a.
- Hillier, Bill, Alan Penn, Julianne Hanson, Tadeusz Grajewski, and Jianming Xu. 1993. "Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement." *Environment and Planning B: Planning and Design* 20 (1): 29–66.
- Hillier, W. R.G., Julianne Hanson, and John Peponis. 1987. "Syntactic analysis of settlements." *Architecture et Comportement/Architecture and Behaviour* 3 (3): 217–31.
- Hölscher, Christoph, Ruth Conroy-Dalton, and Alasdair Turner, eds. 2007. *Space Syntax and Spatial Cognition: Proceedings of the Workshop held in Bremen, 24th September 2006*: Universität Bremen.
- Ingold, Tim. 2005. "Up, Across and Along." *Creativity and Research Papers, Creativity and Practice Group, Dundee*.
- Ittelson, William H., Karen A. Franck, and Timothy J. O'Hanlon. 1976. "The nature of environmental experience." In *Experiencing the environment*, 187–206: Springer.
- Jabi, Wassim. 2013. *Parametric Design for Architecture*. London: Laurence King Publishing.
- Jacobs, Allan B. 1995. *Great streets*. 1st MIT Press pbk. ed. Cambridge, Mass. MIT press.
- Jiang, Bin, and Christophe Claramunt. 2002. "Integration of Space Syntax into GIS: New Perspectives for Urban Morphology." *Trans in GIS* 6 (3): 295–309. doi:10.1111/1467-9671.00112.
- Jordaan, Tarina, Karen Puren, and Vera Roos. 2008. "The meaning of place-making in planning: historical overview and implications for urban and regional planning: review article." *Acta Structilia: Journal for the Physical and Development Sciences* 15 (1): 91–117.
- Judyta Cichocka. 2015. "Generative design optimization in urban planning – walkability-optimized city concept." *Architectus* 1 (41): 119–28. doi:10.5277/arc150110.
- Karimi, Kayvan, Laura Vaughan, Kerstin Sailer, Garyfalia Palaiologou, and Tom Bolton, eds. 2015. *Proceedings of the 10th International Space Syntax Symposium: Proceedings of the 10th International Space Syntax Symposium*. London: Space Syntax Laboratory; The Bartlett School of Architecture; University College London.
- Kim, Young Ook, Hoon Tae Park, and Kyung Wook Seo, eds. 2013. *Proceedings of 9th International Space Syntax Symposium*. Seoul: Sejong University Press 2013.
- Kuipers, Benjamin J., and Todd S. Levitt. 1988. "Navigation and Mapping in Large Scale Space." *AI magazine* 9 (2): 25.

- Lamit, Louis Gary. 2015. *PTC Creo™ Parametric 3.0*: Cengage Learning.
- Lansing, John B., Robert W. Marans, and Robert B. Zehner. 1970. "Planned residential environments."
- Lawson, Bryan. 2006. *How Designers Think: The Design Process Demystified*. 4th ed. Amsterdam, London: Architectural.
- Loneragan, Chris, and Nick Hedley. 2015. "Unpacking Isovists: A Framework for 3D Spatial Visibility Analysis." *Cartography and Geographic Information Science* 43 (2): 87–102. doi:10.1080/15230406.2015.1065761.
- Luttik, Joke. 2000. "The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands." *Landscape and Urban Planning* 48 (3-4): 161–67. doi:10.1016/S0169-2046(00)00039-6.
- Lynch, Kevin. 1960. *The image of the city*. Publications of the Joint Center for Urban Studies. Cambridge Mass: MIT press.
- Madanipour, Ali. 1996. *Design of urban space: An inquiry into a socio-spatial process*. Chichester: John Wiley & Son Ltd.
- Mahsan Mohsenin. 2011. "The impact of urban geometry on cognitive maps." Master of Science, Department of Architecture, Massachusetts Institute of Technology.
- Marcus, Lars. 2015. "Ecological Space and Cognitive Geometry: Linking Humans and Environment in Space Syntax Theory." In Karimi, Vaughan, Sailer, Palaologou, and Bolton 2015, 124:1-124:9.
- Maruani, Tseira, and Irit Amit-Cohen. 2007. "Open space planning models: A review of approaches and methods." *Landscape and Urban Planning* 81 (1): 1–13. doi:10.1016/j.landurbplan.2007.01.003.
- Massey, H. 2002. "Urban farm." *Landscape Design* 313: 40–41.
- McKay, Tom. 1998. "Empty spaces, dangerous places." *ICA Newsletter* 1 (3): 2–3.
- McKibben, Bill. 1989. *The end of nature*: Random House Incorporated.
- Mitchell, Don. 1995. "The end of public space? People's Park, definitions of the public, and democracy." *Annals of the association of american geographers* 85 (1): 108–33.
- Montgomery, John. 1998. "Making a city: Urbanity, vitality and urban design." *Journal of Urban Design* 3 (1): 93–116.
- Mora, Rodrigo. 2009. "The cognitive roots of space syntax." Doctoral, Faculty of the Built Environment, The Bartlett, University College London. <http://discovery.ucl.ac.uk/18920/1/18920.pdf>.
- Morello, Eugenio, and Carlo Ratti. 2009. "A digital image of the city: 3D isovists in Lynch's urban analysis." *Environ. Plann. B* 36 (5): 837–53. doi:10.1068/b34144t.
- Morris, Eleanor Kenner Smith. 1979. "Changing concepts of local open space in inner urban areas with particular reference to Great Britain and the United

- States." Doctoral thesis, Department of Urban Design and Regional Planning, University of Edinburgh.
- Mumford, Lewis. 1969. *The philosophy of urban open space*.
- Nasar, Jack. 1989. "Perception, Cognition, and Evaluation of Urban Places." In *Public Places and Spaces*, edited by Irwin Altman and Ervin H. Zube, 31–56. Human Behavior and Environment, Advances in Theory and Research 10. Boston, MA: Springer US.
- Nasar, Jack L. 1990. "The evaluative image of the city." *Journal of the American Planning Association* 56 (1): 41–53. doi:10.1080/01944369008975742.
- Nordh, Helena, Chaham Alalouch, and Terry Hartig. 2011. "Assessing restorative components of small urban parks using conjoint methodology." *Urban forestry & urban greening* 10 (2): 95–103.
- Nourian, Pirouz, Samaneh Rezvani, and Sevil Sariyildiz. 2013. "A Syntactic Design Methodology: Integrating Real-Time Space Syntax Analysis in a Configurative Architectural Design Process." In Kim, Park, and Seo 2013, 048:1-048:15.
- Oliveira, Vítor. 2016. *Urban morphology: An introduction to the study of the physical form of cities*. The Urban Book Series. Cham: Springer.
- Omar Khan, Trebor Scholz, and Mark Shepard, ed. 2012. "Modulated Cities: Networked Spaces, Reconstituted Subjects." Special issue, *Situated Technologies Pamphlets*.
- Orellana, Nicolas, and Kinda Al-Sayed. 2013. "On Spatial Wayfinding: Agent and Human Navigation Patterns in Virtual and Real Worlds." In Kim, Park, and Seo 2013, 079:1-079:19.
- Osman, Khadiga M., and Mamoun Suliman. 1996. "Spatial and Cultural Dimensions of the Houses of Omdurman, Sudan." *Human Relations* 49 (4): 395–428. doi:10.1177/001872679604900401.
- Painter, Kate. 1996. "The influence of street lighting improvements on crime, fear and pedestrian street use, after dark." *Landscape and Urban Planning* 35 (2): 193–201.
- Peiser, Richard B., and Gregory M. Schwann. 1993. "The private value of public open space within subdivisions." *Journal of Architectural and Planning Research*, 91–104.
- Pellegrini, A.D, and P. Blatchford. 2002. "Time for a break." *The Psychologist* 2: 61–63.
- Penn, Alan. 2003. "Space Syntax And Spatial Cognition: Or Why the Axial Line?" *Environment & Behavior* 35 (1): 30–65. doi:10.1177/0013916502238864.
- Penn, Alan, and Alasdair Turner. 2001. "Space Syntax Based Agent Simulation." In *Presentation at the 1st International Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics*.
- Peponis, John. 2001. "Interacting Questions and DescriptionsHow do they look from here?" In Peponis, Wineman, and Bafna 2001, xiii–xxvi.

- Peponis, John, E. Hadjinikolaou, C. Livieratos, and D. A. Fatouros. 1989. "The Spatial Core of Urban Culture." *Ekistics*, 43–55.
- Peponis, John, Jean Wineman, and Sonit Bafna, eds. 2001. *Proceedings of the 3rd International Space Syntax Symposium*. Atlanta: A. Alfred Taubman College of Architecture and Urban Planning.
- Peponis, John, Craig Zimring, and Yoon Kyung Choi. 1990a. "Finding the Building in Wayfinding." *Environment and Behavior* 22 (5): 555–90.
- . 1990b. "Finding the Building in Wayfinding." *Environment and Behavior* 22 (5): 555–90.
- Porteous, J. Douglas. 2013. *Environmental aesthetics: Ideas, politics and planning*. London: Routledge.
- Quayle, Moura, and van der Lieck, Tilo C Driessen. 1997. "Growing community: A case for hybrid landscapes." *Landscape and Urban Planning* 39 (2-3): 99–107.
- Ratti, Carlo. 2004. "Urban texture and Space syntax: Some inconsistencies." *Environ. Plann. B* 31 (4): 487–99. doi:10.1068/b3019.
- Read, Stephen, and Luki Budiarto. 2003. "Human Scales: Understanding Places of Centering and De-Centering." 2003, 13-1.
- Rowe, Colin. 1985. "I Stood in Venice on the Bridge of Sighs." *Design Quarterly* (129): 8–14.
- Sanoff, Henry. 2016. *Visual Research Methods in Design*. Routledge revivals. New York: Routledge.
- Sarradin, François, Daniel Siret, Michel Couprie, and Jacques Teller. 2007. "Comparing Sky Shape Skeletons for the Analysis of Visual Dynamics Along Routes." *Environment and Planning B: Planning and Design* 34 (5): 840–57. doi:10.1068/b32143.
- Sennett, Richard. 1992. *The conscience of the eye: The design and social life of cities*. New York: WW Norton & Company.
- Shaftoe, Henry. 2008. *Convivial urban spaces: Creating effective public places*. London: Earthscan.
- Shokouhi, Mahshid. 2003. "Legible Cities: the Role of Visual Clues and Pathway Configuration in Legibility of Cities." 2003, 71.1.
- Simonović, Dijana. 2010. *Pejzažni gradovi: Poređenje razvoja urbanog identiteta Banjaluke i Graca*. 1. izd. Banja Luka: Arhitektonsko-građevinski fakultet.
- Spelke, Elizabeth, Sang Ah Lee, and Veronique Izard. 2010. "Beyond Core Knowledge: Natural Geometry." *Cognitive science* 34 (5): 863–84. doi:10.1111/j.1551-6709.2010.01110.x.
- Stavric, Milena, and Ognjen Marina. 2011. "Parametric modeling for advanced architecture." *International journal of applied mathematics and informatics* 5 (1): 9–16.

- Steadman, Philip. 2004. "Developments in Space Syntax." *Environment and Planning B: Planning and Design* 31 (4): 483–86. doi:10.1068/b3104ed.
- Stokols, Daniel, and Maria Montero. 2002. "Toward an Environmental Psychology of the Internet." In *Handbook of environmental psychology*, edited by Robert B. Bechtel and Arzah Ts'erts'man, 661–73. New York, Great Britain: J. Wiley.
- Suleiman, Wassim, Thierry Joliveau, and Eric Favier. 2013. "A New Algorithm for 3D Isovists." In *Advances in Spatial Data Handling*, 157–73. Berlin Heidelberg: Springer.
- Taylor, Andrea Faber, Angela Wiley, Frances E. Kuo, and William C. Sullivan. 1998. "Growing up in the inner city: Green spaces as places to grow." *Environment and Behavior* 30 (1): 3–27.
- Teller, Jacques. 2003. "A Spherical Metric for the Field-Oriented Analysis of Complex Urban Open Spaces." *Environment and Planning B: Planning and Design* 30 (3): 339–56. doi:10.1068/b12930.
- Thompson, Catharine Ward. 2002. "Urban open space in the 21st century." *Landscape and Urban Planning* 60 (2): 59–72.
- Tibbalds, Francis. 2012. *Making people-friendly towns: Improving the public environment in towns and cities*. London and New York: Spon Press.
- Turner, Alasdair. 2001. "Angular Analysis." In *Proceedings of the 3rd International Symposium on Space Syntax*, 30–31.
- . 2007. "To move through space: Lines of vision and movement." In *Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium*, 37.
- Turner, Alasdair, Maria Doxa, David O'Sullivan, and Alan Penn. 2001. "From Isovists to Visibility Graphs: A Methodology for the Analysis of Architectural Space." *Environ Plann B Plann Des* 28 (1): 103–21. doi:10.1068/b2684.
- Tversky, Barbara. 1993. "Cognitive maps, cognitive collages, and spatial mental models." In *Spatial Information Theory A Theoretical Basis for GIS*, 14–24: Springer.
- . 2003. "Structures Of Mental Spaces: How People Think About Space." *Environment & Behavior* 35 (1): 66–80. doi:10.1177/0013916502238865.
- van Bilsen, Arthur. 2009. "How Can Serious Games Benefit from 3d Visibility Analysis." *Proc. of International Simulation and Gaming Association*.
- van Bilsen, Arthur, and Ronald Poelman. 2009. "3D Visibility Analysis in Virtual Worlds: the Case of Supervisor." *Proceedings of the Construction Applications of Virtual Reality*, 5.
- van Bilsen, Arthur, and Egbert Stolk. 2005. "The Potential of Isovist-Based Visibility Analysis." *The architectural annual* 2006: 68–73.
- van Nes, Akkelies. 2011. "The one and two-dimensional isovists analyses in Space Syntax." In *Exploring the visual landscape: Advances in physiognomic landscape research in the Netherlands*, edited by Steffen Nijhuis, Ron van Lammeren, and Frank van der Hoeven, 163–83. Research in urbanism 2. Amsterdam: IOS Press.

- Varoudis, Tasos, and Sophia Psarra. 2014. "Beyond Two Dimensions: Architecture Through Three Dimensional Visibility Graph Analysis." *The Journal of Space Syntax* 5 (1): 91–108.
- Volchenkov, Dimitri, and Ph Blanchard. 2007. "Discovering Important Nodes Through Graph Entropy Encoded in Urban Space Syntax." *arXiv preprint arXiv:0709.4415*.
- Wang, Ranxiao Frances. 1999. "Representing a Stable Environment by Egocentric Updating and Invariant Representations." *Spatial Cognition and Computation* 1 (4): 431–45.
- Wang, Ranxiao Frances, and Elizabeth S. Spelke. 2002. "Human Spatial Representation: Insights from Animals." *Trends in cognitive sciences* 6 (9): 376–82.
- Weisman, Jerry. 1981. "Evaluating Architectural Legibility Way-Finding in the Built Environment." *Environment and Behavior* 13 (2): 189–204.
- Werner, Steffen, and Paul Long. 2002. "Cognition Meets Le Corbusier—Cognitive Principles of Architectural Design." In *International Conference on Spatial Cognition*, 112–26.
- Wiener, Jan M., Simon J. Büchner, and Christoph Hölscher. 2009. "Taxonomy of Human Wayfinding Tasks: A Knowledge-Based Approach." *Spatial Cognition & Computation* 9 (2): 152–65. doi:10.1080/13875860902906496.
- Wiener, Jan M., Christoph Hölscher, S. J. Buechner, and Lars Konieczny. 2009. "How the geometry of space controls visual attention during spatial decision making." In *Proceedings of the Thirty-First Annual Conference of the Cognitive Science Society*, edited by Niels Taatgen and Hedderik van Rijn.
- Woodbury, Robert. 2010. *Elements of Parametric Design*. London: Routledge.
- Xiao, Yang. *Urban morphology and housing market*. The Springer Geography. Shanghai: Springer.
- Yan, Wei, and David A. Forsyth. 2005. "Learning the behavior of users in a public space through video tracking." In *Application of Computer Vision, 2005. WACV/MOTIONS'05 Volume 1. Seventh IEEE Workshops on*. Vol. 1, 370–77.

ПОПИС СЛИКА

Слика 1: Пропусност уличне мреже. Ситнија структура мреже нуди више могућности да се са једног места доспе на друго (десно). Пропусност се смањује уколико у мрежи постоји дисконтинуитет. (Carmona et al. 2003)	32
Слика 2: Примери правилних и деформисаних уличних мрежа (Jacobs 1995).....	33
Слика 3: Конвексан (лево) и неконвексан (десно) простор (Carmona et al. 2003).....	34
Слика 4: Принципи просторног задржавања и ограничавања (Booth 1983, према Carmona et al. 2003)	37
Слика 5: Простор као интристички аспект људске активности (B. Hillier 2005).....	43
Слика 6: Пример анализе конвексних и аксијалних мапа (Al-Sayed et al. 2014)	45
Слика 7: Представљање аксијалних мапа у теорији просторне синтаксе. (Al-Sayed et al. 2014)	46
Слика 8: Представљање теорије просторне синтаксе конвексним мапама (Al-Sayed et al. 2014)	50
Слика 9: Пример изовиста за угао од 180 (лево) и 360 степени (десно) (van Nes 2011)	51
Слика 10: Изовисти дуж путање (Bielik et al. 2015)	52
Слика 11: Изовист поље дефинисано према вредностима изовиста за више тачака у простору (Turner et al. 2001)	53
Слика 12: Пример тродимензионалног изовиста (Fisher-Gewirtzman and Wagner 2003)	55
Слика 13: Метода рачунања 3Д изовиста просторним растером тачака (Derix, Gamlesæter, and Carranza 2008)	56
Слика 14: Радијални полиедарски метод рачунања 3Д изовиста (Derix, Gamlesæter, and Carranza 2008)	57
Слика 15: Типологија тродимензионалног изовиста: паноптички (лево) и ограничени/усмерени (десно) (Lonergan and Hedley 2015)	57
Слика 16: Графови истог простора (горе) виђени из различитих тачака (http://otp.spacesyntax.net/overview-2/analysis-of-spatial-relations/)	59
Слика 17: Интеграција: три руте са најмањом угаоном удаљености до неког одредишта (http://otp.spacesyntax.net/overview-2/analysis-of-spatial-relations/).....	61
Слика 18: Интеграацијско језгро урбане структуре (W. R.G. Hillier, Hanson, and Peponis 1987, 228).....	62
Слика 19: Избор: место подударана најкраћих рута три тачке у систему крећући се ка истом одредишту (http://otp.spacesyntax.net/overview-2/analysis-of-spatial-relations/).....	63
Слика 20: Недоследности у шеми аксијалних праваца (Xiao, 51)	67
Слика 21: Грешке у аксијалним вредностима код спајања два просторна система (Xiao, 52)	68
Слика 22: Примални (лево) и дуални (десно) граф (Batty)	69
Слика 23: Угаона анализа праваца (Xiao, 56)	70
Слика 24: Низ визиура у кретању кроз град (Cullen 1971)	80
Слика 25: Истраживање когнитивних мапа (Downs and Stea, 1979, према Mahsan Mohsenin 2011)	88
Слика 26: Таксономија задатака просторног сналажења према Винеру (Wiener, Büchner, and Hölscher 2009)	95

Слика 27: Геометријске мере простора: површина подлоге (зелена), најдужа линија вида (наранџаста) и површина неба (плава) (Ето 2014)	100
Слика 28: Померање урбаног језгра ка северу (пред дриго св. Рат) (Simonović 2010, 118)	117
Слика 29: Планирано стање саобраћајне мреже; Урбанистички план из 1975. године (Simonović 2010, 127)	118
Слика 30. Позиција предметног подручја унутар градске мреже	119
Слика 31. Одговори испитаника на општа питања из иницијалне анкете	122
Слика 32. Најкраће путање између задатих тачака у иницијалној анкети.....	123
Слика 33. Сума свих путања којима су се испитаници кретали у питању 6.....	124
Слика 34: Главна капија (лево) и споредна капија (десно) улаза у комплекс Чајавец	125
Слика 35: Грчка улица (лево) и паркинг (десно)	125
Слика 36. Фреквентност кретања испитаника за питање 6 у бројчаним вредностима	126
Слика 37. Сума свих путања којима су се испитаници кретали у питању 7.....	127
Слика 38: Улице Јована Дучића (лево) и Вука Караџића (у средини) и Краља Петра I Карађорђевића (десно)	128
Слика 39. Фреквентност кретања испитаника за питање 7 у бројчаним вредностима	128
Слика 40. Сума свих путања којима су се испитаници кретали у питању 8.....	129
Слика 41: Фреквентност кретања испитаника за питање 8 у бројчаним вредностима	131
Слика 42. Сума свих путања којима су се испитаници кретали у питању 8.....	131
Слика 43: Улице Краља Алфонса XIII (лево), Српска (у средини) и Јеврејска (десно)	132
Слика 44: Фреквентност кретања испитаника за питање 9 у бројчаним вредностима	133
Слика 45: Границе тродимензионалних изовиста (Lonergan and Hedley 2015)	143
Слика 46. Целокупан изовист за угао посматрања 360 степени (лево) и усмерени изовист (десно) за радијус од 300 m кориштени у истраживању.....	144
Слика 47. Очни зраци ка окружењу из посматране тачке	145
Слика 48. Површина отворености неба за целокупан изовист (лево) и усмерени изовист (десно)	146
Слика 49. Фотографија једне тачке у изабраној зони	148
Слика 50. Креирање 360 виртуелне туре у софтверу Rapo2VR.....	149
Слика 51. Пешачке трасе и локације снимања панорамских фотографија у обухвату	151
Слика 52. Grasshopper алгоритам за фирмирање пешачких рута (горе) и визуелизација (доле)	152
Слика 53. Grasshopper алгоритам за анализе просторне синтаксе.....	153
Слика 54. Тродимензионални модел предметне локације са окружењем и локацијама снимања тачака.....	153
Слика 55. Мерење усмерених изовиста за једну од путања у задатку у анкети	154
Слика 56. Дијаграм тока истраживања.....	155
Слика 57. Одговори испитаника на општа питања из виртуелне анкете.....	156
Слика 58. Панорамска фотграфија из анкете (горе) и приказ опција из исте тачке како су их видели испитаници док су решавали задатке	157

Слика 59. Мапа првог (лево) и другог (десно) задатка у анкети	158
Слика 60. Мапа френквентности кретања испитаника из анкете за први задатак..	161
Слика 61. Мапа френквентности кретања испитаника из анкете за други задатак	163
Слика 62. Фреквенција кориштених тачака за задатак 1 (лево) и задатак 2 (десно)	168
Слика 63. Вредности параметара изовиста за угао 360 степени у тачкама обухвата: (а) површина изовиста, (б) најдужи очни зрак, (в) запемина изовиста, (г) површина видљивог неба, (д) површина доступне подлоге	168
Слика 64. Најфреквентнија рута са вредностима усмерених изовиста којом су се испитаници кретали у првом задатку	171
Слика 65. Најфреквентнија рута са вредностима усмерених изовиста којом су се испитаници кретали у другом задатку	172
Слика 66. Мапа френквентности кретања свих испитаника из првог задатка.....	175
Слика 67. Најкраћа путања у првом задатку за метрички фактор (лево) и угаони фактор (десно)	175
Слика 68. Издвојене тачке из првог задатка: тачка 105 (лево) и тачка 114 (десно)	176
Слика 69. Положаји тачака из првог и другог задатка у односу на одредиште.....	177
Слика 70. Мапа френквентности кретања свих испитаника из другог задатка.....	178
Слика 71. Најкраћа путања у другом задатку за метрички фактор (лево) и угаони фактор (десно)	179
Слика 72. Издвојене тачке из другог задатка: тачка 7 (горе) и тачка 173 (доле) ...	179
Слика 73. Детаљност мреже кретања у анкети.....	181
Слика 74. Локације пречица које су испитаници навели да би се њима кретали, а које нису дате у анкети	182

ПОПИС ТАБЕЛА

Табела 1: Реинтерпретација и калкулација Линчових елемената (Morello and Ratti 2009, 13)	92
Табела 2: Карактеристични процеси у описима испитаника	134
Табела 3: Мере просторне синтаксе узете у обзир за анализу корелације	141
Табела 4. Параметри мерења вредности у изовистима за тачке и сегменте мреже	146
Табела 5. Вредности интеграције и избора за први задатак	159
Табела 6. Вредности интеграције и избора за други задатак	162
Табела 7. Дескриптивна статистика за оба задатка из анкете.....	164
Табела 8. Вредности корелације за оба задатка из анкете.....	166
Табела 9. Дескриптивна статистика за кориштене тачке у оба задатка.....	169
Табела 10. Вредности корелације за изовисте од 360 степени у свим кориштеним тачкама за други задатак	170
Табела 11. Дескриптивни подаци о корелацији за усмерене изовисте по задацима	172
Табела 12. Вредности изовист параметара за усмерене изовисте	173

Табела 13. Преглед просечних вредности кориштених тачака и сегмената у рутама добијених из анкете и прорачуном најкраћих путања за оба задатка	173
Табела 14. Вредности изовиста за два интересна правца из издвојених тачака у првом задатку	176
Табела 15. Вредности изовиста за два интересна правца из издвојених тачака у првом задатку	180
Табела 16. Преглед питања у анкетном упитнику иницијалне анкете	207

ПРИЛОЗИ

Табела 17. Преглед питања у анкетном упитнику иницијалне анкете

1	Пол М Ж	основни подаци
2	Колико имате година? 20-30 30-40 40-50 Преко 50	основни подаци
3	Који облик транспорта најчешће користите? (можете одабрати више опција) Јавни превоз Аутомобил Бицикл Пјешачење	образац понашања: упућује на релевантност одговора
4	Колико добро познајете град Бањалуку? Одлично Врло добро Средње Слабо	основни подаци
5	Да ли користите електронске уређаје за навигацију? (Гармин, апликације на паметним телефонима...) ДА НЕ Понекад	образац понашања: упућује на релевантност одговора
У наредним питањима од вас ће бити тражено да снимите ваш одговор. Размислите прије снимања, имате времена. Замислите простор кроз који треба да се крећете и објасните га својим ријечима. Уколико погријешите, можете обрисати постојећи фајл и снимити га поново.		
6	Налазите се код Универзитетске библиотеке. Замислите и опишите путању којом бисте се пјешке кретали на путу до ТЦ Конзум у кругу фабрике Чајавец. Имајте на уму да бирате вама најугоднији пут.	задатак
7	Налазите се код бањалучке Гимназије. Замислите и опишите путању којом бисте се пјешке кретали на путу до РК Зенит. Имајте на уму да бирате вама најугоднији пут.	задатак
8	Налазите се испред дворане Борик. На телефон вас је назвао друг који никад раније није био у Бањој Луци и замолио вас да му дате упутства како да пјешке дође до	задатак

	вас. Он се налази у ресторану Казамат у тврђави Кастел. Како бисте му објаснили?	
9	Налазите се испред средње Економске школе. На телефон вас је назвао друг који никад раније није био у Бањој Луци и замолио вас да му дате упутства како да пјешке дође до вас. Он се налази испред музичке школе Владо Милошевић. Како бисте му објаснили?	задатак
10	На који се начин приликом одласка у неки град који не познајете упознајете с њим у смислу сналажења?	образац понашања: упућује на релевантност одговора

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Маја Илић је рођена 02.07.1982. године у Бањој Луци, Босна и Херцеговина. Студије архитектуре завршила је 2008. године на Архитектонско-грађевинском факултету Универзитета у Бањалуци. Дипломирала је на одсеку архитектура са оценом 10 и просечном оценом током студија 8,31.

Докторске академске студије је уписала 2008. године на Архитектонском факултету у Београду и положила све испите са просечном оценом 9,05.

Кандидаткиња је запослена на Архитектонско-грађевинско-геодетском факултету Универзитета у Бањалуци од 2009. године, тренутно у звању вишег асистента на ужој научној области Геометрија и визуелизација простора на предметима Нацртна геометрија и техничко цртање и Визуелизација и моделовање. Посебно интересовање има према дигиталним технологијама у архитектури. Као аутор учествовала у низу награђених конкурсних идејних урбанистичких и архитектонских решења. У сарадњи са колегама на предмету Визуелизација и моделовање 2, аутор је и координатор више успешних студентских радионица које су резултовале изложбама ван граница БиХ, те Признањем факултета за допирунос у настави. Шеф је Канцеларије за осигурање квалитета наставе на АГГФ-у у Бањој Луци и техничка је уредница научног часописа АГГ+ којег издаје Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет. Учесница је више међународних научно-истраживачких пројеката: Темпус пројеката *Blending academic and entrepreneurial knowledge in technology enhanced learning (BAEKTEL)* и *Development and Implementation of Courses for Theatre Technicians and Stage Managers (ScenTec)* и међународног научно-истраживачког пројекта *GEFFA – Geometry Education for Future Architects*. Предсједница је Менсе Босне и Херцеговине.

СПИСАК ОБЈАВЉЕНИХ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА

(Према Правилнику Националног савета за научни и технолошки развој Републике Србије)

Радови у часопису међународног значаја верификован посебним одлукама (М24)

Ilić, Maja i Aleksandra Đukić. 2017. „Typology of spatial ability tests and its implementation in architectural study entrance exams“, *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering* (Niš). pp. 001-014. 10.2298/FUACE161113001I

Радови у научном часопису (М53)

Tepić, Dragana, Sandra Kosić-Jeremić i Maja Ilić. 2016. „Eksterni uticajni faktori u savladavanju gradiva iz nacrtne geometrije kod studenata arhitekture“, *AGG+* (Banja Luka), 4 (1): 22-33. DOI 10.7251/AGGPLUS1604034T

Ставрић, Милена, **Маја Илић** и Драгана Стокић. 2013. „Дидактички метод– изучавање дигиталних метода пројектовања и реализација пројекта мале размјере“. *АГГ+* (Banja Luka). 1 (1): 93-105. 10.7251/AGGPLUS1301094S

Радови у зборницима са међународних научних скупова (М33)

Ilić, Maja and Milena Stavrić. 2014. „Developing spatial ability for quality engineering education“. In *Proceedings of the 16th International Conference on Geometry and Graphics*, Hans-Peter Schrticker, Manfred Husty (eds.), 277-284. Innsbruck: Innsbruck university press

Stavrić, Milena, Dragana Stokić and Maja Ilić. 2012. „ Architectural scale model in digital age – design process, representation and manufacturing“. In *Physical Digitality – Proceedings of the 30th International Conference on Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, vol. 2, H. Achten, J. Pavliček, J. Hulín, D.a Matějovská (Eds), 33-42. Prague: České Vysoké Učení Technické v Praze

Радови у зборницима са скупова националног значаја (M63)

Kosić-Jeremić, Sandra, **Маја Илић** i Dragana Tepić. 2016. „Nastava nacrtne geometrije i tehničkog crtanja na tehničkim fakultetima – primjer Arhitektonsko-građevinsko-geodetskog fakulteta u Banjoj Luci“, U *Zbornik radova 5. međunarodnog naučno-stručnog skupa „Tehnološke inovacije – generator privrednog razvoja“*, 157-168. Banja Luka: Savez inovatora Republike Srpske, Privredna komora Republike Srpske, Republička agencija za razvoj malih i srednjih preduzeća

Алексић, Дубравко, Драгана Стокић, Тања Тркуља и **Маја Илић**. 2010. „Пермакултура - Трансформација руралних и урбаних средина ка одрживим заједницама (I и II дио)“. У *Зборник радова са 3. Интернационалног научно-стручног скупа Грађевинарство - наука и пракса*, 1277-1283. Подгорица: Грађевински факултет Универзитета Црне Горе

Станковић, Миленко, Дубравко Алексић, Драгана Стокић, Тања Тркуља, и **Маја Илић**. 2009. „Пермакултура - еколошки прихватљив модел заштите и очувања села у БиХ“. У *Зборник радова 4. Регионалне конференције о интегративној заштити*, 96 -107. Бањалука: Републички завод за заштиту културно-историјског и природног наслеђа Републике Српске

Илић, Маја. 2009. „Опстанак села – екосело“, У *Зборник радова са 1. Симпозијума студената докторских наука из области грађевинарства и архитектуре*, 43-47. Ниш: Грађевинско-архитектонски факултет Универзитета у Нишу

Радови у националним монографијама и тематским зборницима (M40)

Илић, Маја i Dragana Stokić. 2010. „Spomen obilježje svim civilnim žrtvama u Brčkom“. In *Restart 1995-2010, Arhitektura u Bosni i Hercegovini - Architecture in Bosnia and Herzegovina*, Hans Ibelings ed., 86-88. Sarajevo. (ISBN 978-9958-30-092-9).

Стручне публикације

Radulj, Marina, Kris van Getem i **Maја Ilić**. 2016. *Simulacija rada na pozornici u razmjeri 1:4*. Banja Luka: Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci.

Tomić Pilipović, Dragana, Ivana Mišković, Jonel Subić, Marko Jeločnik, **Maја Ilić** i Darko Milanković. 2015. *EKO SELO kao model ruralnog razvoja i ekonomskog osnaživanja srpskih sela, Selo Vrmdža, opština Sokobanja*. Vrmdža: Centar za društveno odgovorno preduzetništvo – CDOP

Ставрић, Милена, Драгана Стокић и **Маја Илић**, ур. 2010. *Визуализација и моделовање у дигиталном добу / Visualisation and modeling in digital age*. Бања Лука: Архитектонско грађевински факултет Универзитета у Бањој Луци

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Име и презиме аутора: **МАЈА ИЛИЋ**

Број индекса: **Д2008/23**

Изјављујем

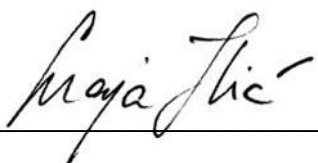
да је докторска дисертација под насловом

**ГЕОМЕТРИЈСКИ И КОГНИТИВНИ ОБРАСЦИ МОДЕЛОВАЊА ЈАВНИХ
ПРОСТОРА У ФУНКЦИЈИ ЊИХОВЕ АКТИВАЦИЈЕ**

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 17.05.2018.



Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: **МАЈА ИЛИЋ**

Број индекса: **Д2008/23**

Студијски програм **АРХИТЕКТУРА**

Наслов рада: **ГЕОМЕТРИЈСКИ И КОГНИТИВНИ ОБРАСЦИ МОДЕЛОВАЊА
ЈАВНИХ ПРОСТОРА У ФУНКЦИЈИ ЊИХОВЕ АКТИВАЦИЈЕ**

Ментор: **др Александра Ђукић, ванредни професор**

Потписана Маја Илић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањења у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, 17.05.2018.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Maja Ilic', is written over a horizontal line.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

ГЕОМЕТРИЈСКИ И КОГНИТИВНИ ОБРАСЦИ МОДЕЛОВАЊА ЈАВНИХ ПРОСТОРА У ФУНКЦИЈИ ЊИХОВЕ АКТИВАЦИЈЕ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

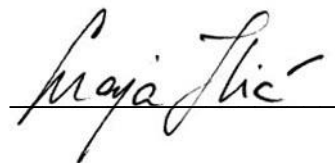
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, 17.05.2018.



1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.