



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



Милош Обрадовић, мастер инжењер архитектуре

Анализа релација у пропорцијама архитектонских објеката и урбаног јавног простора путем имерсивних система виртуелне реалности

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментори:

др Весна Стојаковић, редовни професор

др Драган Иветић, редовни професор

Нови Сад, 2026.

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА¹

Врста рада:	Докторска дисертација
Име и презиме аутора:	Милош Обрадовић
Ментор (титула, име, презиме, звање, институција)	Др Весна Стојаковић, редовни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, уно Теорије и интерпретације геометријског простора у архитектури и урбанизму Др Драган Иветић, редовни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, уно Примењене рачунарске науке и информатика
Наслов рада:	Анализа релација у пропорцијама архитектонских објеката и урбаног јавног простора путем имерсивних система виртуелне реалности
Језик публикације (писмо):	српски (ћирилица)
Физички опис рада:	Страница 125 Поглавља 7 Референци 117 Табела 23 Слика 88
Научна област:	Архитектура
Ужа научна област (научна дисциплина):	Архитектура
Кључне речи / предметна одредница:	урбанистички дизајн, архитектонске пропорције, просторне пропорције, параметарско моделовање, јавни простори, перцепција простора, виртуелна реалност, имерсивна виртуелна реалност, корисничко искуство у виртуелном свету
Резиме на језику рада:	Циљ истраживања је да се изврши објективна процена перцепције корисника на основу различитих <i>D/H</i> пропорцијских односа у урбаном окружењу, чиме се врши провера научно заснованог тумачења архитектонских и просторних принципа применом имерсивне виртуелне реалности. Однос између ширине простора и

¹ Аутор докторске дисертације потписао је и приложио следеће Обрасце:

5б – Изјава о ауторству;

5в – Изјава о истоветности штампане и електронске верзије и о личним подацима;

5г – Изјава о коришћењу.

Ове Изјаве се чувају на факултету у штампаном и електронском облику и не кориче се са тезом.

	<p>висине објеката представља битан параметар у анализи пропорција јавних простора, док кроз истраживање у виртуелној реалности, овај рад настоји да анализира утицај просторних пропорција на функционалност, безбедност, визуелни идентитет и целокупни доживљај јавног простора, на основу одговора и искустава испитаника, а не само теоретских критеријума. Фокус истраживања односи се на то колико су урбанистичка правила из 19. и 20. века веродостојна на основу данашње тачке гледишта из урбанистичког деловања, као и колика су одступања услед евентуалног неслагања са постојећим ставовима испитаника. Примена добијених резултата, сегментисаних по одређеним категоријама, може да се користи као смерница у урбанистичком планирању и архитектонском пројектовању.</p>
<p>Датум прихватања теме од стране надлежног већа:</p>	
<p>Датум одбране: (Попуњава одговарајућа служба)</p>	
<p>Чланови комисије: (титула, име, презиме, звање, институција)</p>	<p>Председник: др Бојан Тепавчевић, редовни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, уно Теорије и интерпретације геометријског простора у архитектури и урбанизму</p> <p>Члан: др Ђорђе Ђорђевић, ванредни професор, Архитектонски факултет, Универзитет у Београду, уно Нацртна геометрија и геометрија архитектонске форме</p> <p>Члан: др Аница Драганић, редовни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, уно Историја, наслеђе и заштита</p> <p>Члан: др Марко Јовановић, ванредни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, уно Теорије и интерпретације геометријског простора у архитектури и урбанизму</p>
<p>Напомена:</p>	

UNIVERSITY OF NOVI SAD

FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES

KEY WORD DOCUMENTATION²

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Miloš Obradović
Supervisor (title, first name, last name, position, institution)	Vesna Stojaković, PhD, full professor, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Theories and Interpretations of Geometric Space in Architecture and Urbanism Dragan Ivetić, PhD, full professor, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Applied Computer Science and Informatics
Thesis title:	Analysis of relations in the proportions of architectural objects and urban public space through immersive virtual reality systems
Language of text (script):	Serbian language (cyrillic)
Physical description:	Pages 125 Chapters 7 References 117 Tables 23 Illustrations 88
Scientific field:	Architecture
Scientific subfield (scientific discipline):	Architecture
Subject, Key words:	urban design, architectural proportions, spatial proportions, parametric modeling, public spaces, spatial perception, virtual reality, immersive virtual reality, user experience in VR
Abstract in English language:	The aim of this research is to provide an objective assessment of user perception based on different D/H proportional ratios in the urban environment, thereby verifying scientifically grounded interpretations of architectural and spatial principles through the application of immersive virtual reality. The relationship between the width of space and the height of

² The author of doctoral dissertation has signed the following Statements:

56 – Statement on the authority,

5b – Statement that the printed and e-version of doctoral dissertation are identical and about personal data,

5r – Statement on copyright licenses.

The paper and e-versions of Statements are held at the faculty and are not included into the printed thesis.

	<p>surrounding buildings represents a crucial parameter in the analysis of public space proportions. By employing virtual reality, this study seeks to examine the impact of spatial proportions on the functionality, safety, visual identity, and overall experience of public spaces, relying on participants' responses and experiences rather than solely on theoretical criteria. The research focuses on the extent to which urban planning rules from the 19th and 20th centuries remain valid from today's perspective of urban practice, as well as on identifying potential deviations caused by discrepancies with participants' current views. The application of the obtained results, categorized according to specific criteria, may serve as a guideline in urban planning and architectural design.</p>
Accepted on Scientific Board on:	
Defended: (Filled by the faculty service)	
Thesis Defend Board: (title, first name, last name, position, institution)	<p>President: Bojan Tepavčević, Full Professor, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Theories and Interpretations of Geometric Space in Architecture and Urbanism</p> <p>Member: Đorđe Đorđević, Associate Professor, Faculty of Architecture, University of Belgrade, Descriptive Geometry and Geometry of Architectural Form</p> <p>Member: Anica Draganić, Full Professor, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, History, Heritage, and Preservation</p> <p>Member: Marko Jovanović, Associate Professor, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Theories and Interpretations of Geometric Space in Architecture and Urbanism</p>
Note:	

Захвалница

Ова докторска дисертација је реализована на Факултету техничких наука, на Катедри за теорије и интерпретације простора у архитектури и урбанизму при Департману за архитектуру и урбанизам у Новом Саду. Велику захвалност дугујем својим менторима, проф. др Весни Стојаковић и проф. др Драгану Иветићу, на драгоценим смерницама, корисним коментарима, конструктивним идејама и несебичној подршци током целокупног истраживања и израде ове докторске дисертације.

Захваљујем се свим члановима комисије, проф. др Бојану Тепавчевићу, проф. др Ђорђу Ђорђевићу, проф. др Аници Драганић и проф. др Марку Јовановићу, на стручним сугестијама и подршци, као и својим колегама и сарадницима са Катедре који су ми помогли разменом идеја, дискусијама и саветима.

Посебну захвалност дугујем учесницима истраживања и експеримената у VR окружењу, чија је спремност и искреност омогућила да добијем квалитетне податке за анализу.

Највећу захвалност дугујем својој породици за неизмерну подршку, стрпљење и охрабрење током целог периода рада, а посебно својој супрузи, која је својом љубављу, разумевањем и сталним подстицајем била моја непрестана подршка. Велика захвалност припада и свима који су ми били извор инспирације, било кроз литературу, предавања или личне разговоре, јер су ми помогли да усмерим своје истраживање и развијем критичко размишљање.

Нови Сад, фебруар 2026.

Милош Обрадовић

Садржај докторске дисертације

1. Увод	1
1.1. Оквири научног истраживања	1
1.2. Основе виртуелне реалности	3
1.3. Перцепција архитектонских простора помоћу имерсивних технологија	4
1.4. Преглед истраживања оптималне релације ширине јавног простора и објеката који га окружују – сходно установљеним критеријумима	11
1.5. Циљ научног истраживања	16
1.6. Полазна хипотеза и задаци истраживања	17
1.7. Научни допринос	17
1.8. Метод истраживања	17
2. Основни елементи VR окружења за анализу пропорција простора ...	19
2.1. Интеракција са виртуелним објектима	20
2.2. Навигација у виртуелном простору	21
2.3. Ограничења постојећих истраживања	26
3. Контекстуализација анализираних принципа технологије имерсивне виртуелне реалности из аспекта потреба предметног истраживања	27
3.1. Концепт генерисања 3D модела различитих D/H пропорција	27
3.1.1. Креирање VR модела	28
3.2. Креирање мањег јавног виртуелног простора	37
3.3. Креирање већег јавног виртуелног простора	39
4. Прикупљање и обрада прикупљених података истраживања	42
4.1. Методолошка поставка, техничка конфигурација и VR окружење истраживања	42
4.2. Дефинисање упитника намењеног статистичкој евалуацији - сходно установљеним критеријумима	45
4.3. Преглед, анализа и дискусија статистички добијених резултата истраживања за сваки од разматраних критеријума	46
4.3.1. Резултати релевантни за мањи виртуелни јавни простор	89
4.3.2. Резултати релевантни за већи виртуелни јавни простор	90
4.4. добијених резултата релевантних за оба истраживана виртуелна јавна простора	91
4.4.1. Дискусија верификатора: најнижег просека процењених вредности	93
4.4.2. Дискусија верификатора: највишег просека процењених вредности	94

5. Провера хипотезе и закључна разматрања	95
5.1. Исход провере хипотезе	95
5.2. Завршна евалуација резултата истраживања	96
5.2.1. Синтеза добијених резултата по критеријумима	96
5.2.2. Општи обрасци перцепције у односу на D/H односе	97
5.3. Потенцијално одређивање оптималне пропорције	107
5.4. Препоруке за будућа истраживања	110
5.5. Препоруке за праксу	110
6. Литература	111
6.1. Књиге	111
6.2. Интернет чланци	112
6.3. Радови	112
6.4. Докторске дисертације	119
7. Списак илустрација и табела	120

1. Увод

Архитектонска визуализација представља кључни елемент архитектонског дизајна, где пројекат може да буде приказан на неколико начина - коришћењем ортогоналних цртежа, 3D приказом дигиталног објекта, фотореалистичним рендером, анимацијом, макетом, проширеном реалношћу (AR – *Augmented Reality*¹) и виртуелном реалношћу, али и комбинацијом поменутих метода. Проширена и виртуелна реалност представљају вид интерактивне визуализације који постаје део великог броја архитектонских пројеката, док интерактивна визуализација у архитектури нуди могућност сагледавања простора, кретања унутар истог, као и интеракцију са елементима простора. Виртуелна реалност (VR) се може дефинисати као рачунарски генерисано окружење са сценама и објектима који се чине стварним, чинећи тако да се корисник осећа уроњеним у своје окружење (Jerald J., 2015). Поред тога, термин виртуелне реалности користи се и за описивање рачунарски генерисаног, тродимензионалног окружења, које човек може да истражи, и са којим може да ступи у интеракцију (Slater & Wilbur, 1997). Данас је дигитална тродимензионална презентација постала једно од главних средстава архитектонског представљања, док је виртуелна реалност један од начина на који се визуализација и доживљај простора драматично развијају, те ова технологија има пуно потенцијала за примену у архитектури (TMD STUDIO LTD, 2017; Šiđanin P. et al., 2018).

Истовремено, ова технологија се све више користи у области очувања културног наслеђа, за дигиталну реконструкцију и презентацију архитектонских објеката (Ferdani D. et al., 2020; Gaitatzes A. et al., 2001; Whyte J. et al., 2000; Gaoliang P. et al., 2010; Obradović M. et al., 2020). У виртуелном простору, корисник комуницира са дигиталним објектима користећи средства у свом виртуелном окружењу, те на тај начин мења начин на који посматра одређено место, простор и догађај, имајући могућност да директно или индиректно учествује у њему (Zhang Y. et al., 2019).

Виртуелна реалност примену може да има и у едукацији, креирању видео игара, општим студијама истраживања, могућим искључиво користећи имерсивне технологије, као и у тестирању одређених архитектонских теорија.

1.1. Оквири научног истраживања

Виртуелна реалност налази све ширу примену у различитим областима — од архитектуре и урбанизма, преко дизајна ентеријера и презентације културног наслеђа, до медицине, образовања и индустрије. Као средство визуализације, она пружа могућност корисницима да на имерсивни начин сагледају простор и његова својства. Употребом погона игре (*game engine*) за интерактивну визуализацију могуће је презентовати виртуелне просторе на начин на који их је тешко, или немогуће, приказати и доживети у реалном простору. Архитектонске теорије у оквиру

¹ AR (*Augmented Reality* – Проширена реалност) - технологија која омогућава приказ дигиталних елемената (слика, анимација или 3D модела) у реалном простору, путем уређаја као што су паметни телефони, таблети или AR наочаре.

градитељског и културног наслеђа (очувања, адаптације, реконструкције), као и оне које се тичу перцепције простора, могу помоћу ових система да буду проверене, с обзиром на то да имерсивност ових технологија нуди могућност да корисници доживе простор који у физичком свету можда не постоји, или је недоступан, без да се само ослањају на претпоставке о истом. У случају перцепције и начина доживљавања простора, потреба за истраживањем јавља се и у складу са променом урбанистичких планова, недостатком емпиријских доказа и неприлагођености постојећих препорука за пропорције простора (Arslan et al., 2025; Azarby et al. 2023). Дакле, иако се пропорције јавних простора заснивају на препорукама из литературе, недовољно је истражено како корисници заиста перципирају различите пропорцијске односе у реалним условима, поготово што физички не постоји могућност да се нађу у истом моменту у простору који се процедурално мења, утичући на тај начин на њихов доживљај датог окружења.

У области архитектонског и урбанистичког пројектовања, поред успостављања адекватних просторних односа, проблем је и то што генерални урбанистички планови често не уважавају стварни изглед простора пре изграђивања. Иако су визуализације и цртежи постојали и раније, савремене имерсивне технике визуализације данас омогућавају много веродостојнију презентацију и дубље сагледавање будућих просторних решења.

Процена перцепције пропорција јавних простора у реалним условима је ограничена, како физичких, тако и логистички, што отежава разумевање како просторне пропорције утичу на корисничко искуство. Из тог разлога, виртуелна реалност омогућава корисницима да доживе и интерагују са просторима који физички можда не постоје или су недоступни, чиме се ствара могућност емпиријског испитивања перцепције различитих пропорција простора у контролисаним условима. Савремене технологије, као што је имерсивна виртуелна реалност, пружају могућност тестирања различитих пропорција у контролисаним, безбедним условима, без потребе за физичком изградњом, што пружа могућност за прецизније сагледавање њиховог утицаја на различите параметре квалитета живота у урбаном простору.

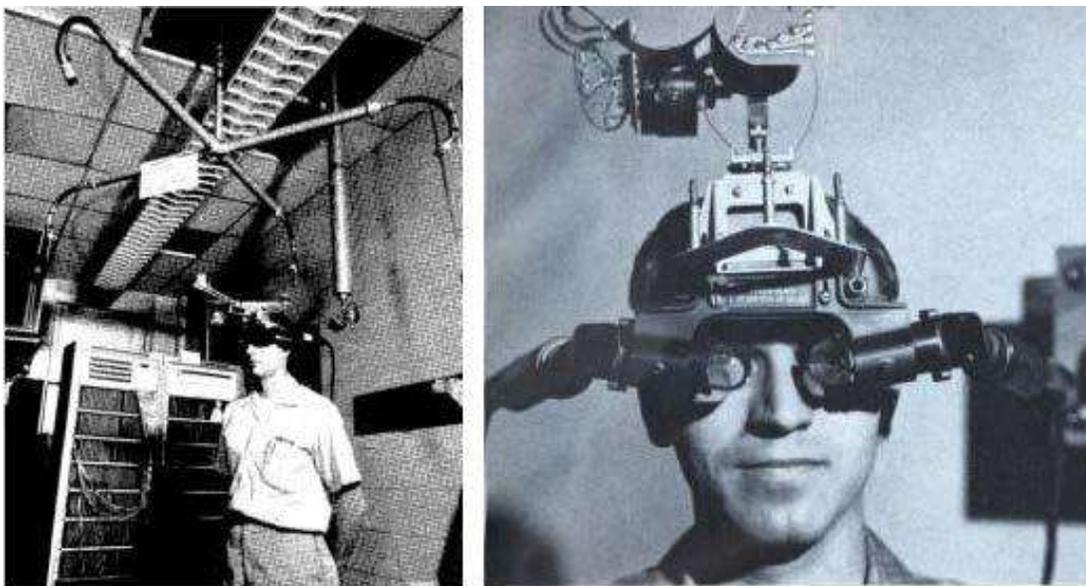
Постулати архитектонске теорије из домена културног и градитељског наслеђа, урбанистичког пројектовања и других грана архитектуре, могу да буду истражени кроз виртуелну реалност, помоћу које ће одређена теорија бити тестирана и на основу које могу да буду изнети закључци у вези са веродостојношћу истих, на основу доживљаја простора испитаника у виртуелном окружењу. У случају овог рада, архитектонске теорије, које се тичу пропорција јавних простора, перцепције просторних односа, визуелног идентитета и удобности корисника, су тестиране кроз имерсивни систем виртуелне реалности и на тај начин је утврђено да ли постоје разлике између испитивања архитектонске теорије у односу на изворе из стручне литературе. Предност оваквог типа визуализације огледа се у давању смерница за превазилажење баријера које постоје у простору. Недостатак је у томе што је тешко дефинисати шта су ограничавајуће околности, које се разликују од случаја до случаја, те би се сваки недостатак односио на одређени, појединачни случај, док као недостатак може да се огледа и недовољно велика популаризација опреме за виртуелну реалност и тренутна немогућност масовног коришћења исте.

1.2. Основе виртуелне реалности

Развој виртуелне реалности може да се огледа кроз концепте настајања, преко механичке аналогне ере, па све до рачунарске и савремене ере коришћења. У свету, као и код нас, појам виртуелне реалности се све чешће користи, иако концепт датира још из 19. века, па чак и раније. Чарлс Витстон и Дејвид Брустер су у великој мери допринели развоју стереоскопије, те прва половина 19. века може да представља претечу виртуелне реалности у виду оптичког уређаја, који комбинује две фотографије истог предмета, снимљене са различитих тачака у простору (Brewster, D., 1856). На тај начин посматрач може да стекне утисак тродимензионалности, односно да се створи осећај као да посматра објекат у простору (Stojaković, V., 2011). Са друге стране, зачеци VR света могу да се односе и на 1929. годину, када је Едвин Алберт Линк осмишљавао први симулатор лета, намењен тренирању пилота (NCS, 2014). Међутим, сам појам виртуелне реалности може да се дефинише као скуп технологија, које се користе за синтетизацију аутентичног склопа визуелних, звучних, додирних, а понекад и других чулних искустава, како би пружиле илузију да практично непостојеће ствари, дефинисане и смештене само у рачунарској меморији, могу да се виде, чују, додирну, и осете на неки други потребан начин (Alan B. Craig et al., 2009). Виртуелна реалност се, ипак, највише користи за испитивање дигиталне тродимензионалне презентације.

Дигитална тродимензионална презентација постала је једно од главних средстава архитектонског представљања. Виртуелна реалност је један од начина на који се визуализација и доживљај простора развијају, инсистирајући на концепту имерсије, тј. степена уроњености корисника у дигитално окружење. Према степену имерсије, VR системи се могу поделити на неимерсивне, полуимерсивне и имерсивне. Неимерсивни системи пружају ограничену имерсију и обично се користе преко рачунара и монитора (Kundalakesi M. et al., 2017). Имерсивни тип система, поред рачунара, захтева поседовање опреме, наочара за виртуелну реалност (*headset*) и контролера, којима се повећава степен имерсије корисника. Систем који може да се сматра имерсивним је проширена виртуелност, тј. *CAVE (Computer automated virtual environment)*, који представља окружење креирано од пројекционих површина, где се одвија имерсија корисника у виртуелни свет. *HMD (Head-mounted display)* пружа исту могућност, али приликом коришћења опреме, корисник не види физичко окружење око себе. Код имерсивног система, карактер има шаке, које је могуће заменити другим моделом шака, а могућност интеракције са простором се заснива на њима, које корисник помера користећи контролере. Када се спомиње појам виртуелне реалности у интерактивној визуализацији, исти се односи на имерсивни приступ, јер он подразумева коришћење одговарајуће опреме.

Развој имерсивних система није почео савременим технологијама, већ је један од првих корака у истраживању уређаја који су блиски проширеној и виртуелној реалности дизајнирао Иван Сатерленд. Он је дизајнирао уређај који се може сматрати првим прототипом савремене *HMD* опреме, приказане на слици 1 – Демоклов мач (Sutherland, I., 1965).



Слика 1. Прототип HMD система (<https://www.virtual-reality-shop.co.uk/the-sword-of-damocles-1968/>)

Према Сатерленду, имерсивни виртуелни простори пружају могућност кориснику да се осећа као да је заиста присутан у датом простору, што отвара могућност детаљне анализе перцептивних и когнитивних реакција на архитектонске и урбанистичке елементе. Са тим у вези, али и с обзиром на све већу доступност и развијеност VR система, у следећем поглављу биће представљени примери истраживања који користе VR за проучавање простора, са нагласком на пропорције јавних простора и перцепцију корисника у њима.

1.3. Перцепција архитектонских простора помоћу имерсивних технологија

У овом поглављу представљен је преглед актуелне научне литературе, са акцентом на истраживања која се односе на перцепцију архитектонских и урбаних простора у имерсивним окружењима, као и на методе примене виртуелних технологија у проучавању просторне перцепције.

Радови који се односе на перцепцију простора тичу се побољшања просторних вештина. Гомез у свом раду фокус ставља на побољшање просторних вештина кроз скице архитектонских простора у виртуелним имерсивним окружењима, као и могућност анализирања просторне перцепције у виртуелним имерсивним окружењима (Gómez-Tone et al., 2021). Обука просторних вештина била је креирана на основу архитектонских простора користећи наочаре за VR, али само у претходно моделованим реалистичним просторима. Утврђено је да је тренинг значајно побољшао оријентацију, ротацију и визуализације, те да чулно путовање и експериментисање реалистично моделованих архитектонских простора у имерсивним окружењима виртуелне реалности омогућава исте сензације које је дизајнер у почетку настојао да пренесе (Gómez-Tone et al., 2021; Abu Alatta & Freewan, 2017; Cho et al., 2023; Hou et al., 2024). Исти аутор је у другом раду анализирао перцепције дводимензионално нацртаних цртежа, односно таквих простора кроз тродимензионалне скице у виртуелној реалности, као и перцепције тродимензионално

скицираних простора и оних који су такође реално приказани у ВР свету. Права или природна скала у којој се простори могу доживети у ВР свету је својство које је највише препознато од стране студената, међутим, у овом истраживању није омогућен поуздан закључак за хомогену перцепцију унутар виртуелних простора (Gómez-Tone et al., 2021).

Постоје и разлике у просторној перцепцији између имерсивног интерактивног окружења виртуелне реалности (*Immersive Virtual Reality Interactive Environment* - ИВРИЕ) и неимерсивног, о чему је писано у раду чији је први аутор Саханд Азарби. Просторна перцепција и спознаја просторних фактора виртуелних простора су проучавани на основу различитих карактеристика два система, укључујући осећај за имерсију, технике интеракције, искуство људских размера и кретање кроз виртуелне просторе (Sahand A. et al., 2022). У раду у ком је први аутор Сик-Лањи, фокус је стављен на развијање програма виртуелне реалности са анимацијама које су ученици користили за вежбање схватања перцепције простора, тј. за боље разумевање истог. Извршена су два теста, где је једној групи било дозвољено да вежба перцепцију простора коришћењем програма виртуелне реалности, док је друга користила само традиционалне туторијалне методе. Евалуација два теста је показала да је могућност коришћења програма виртуелне реалности побољшала перцепцију простора код ученика (Sik-Lányi et al., 2003).

Када се говори о различитим начинима имплементације система за визуализацију, важно је нагласити да се они не могу директно поредити са реалним просторима, већ се могу анализирати у контексту степена реализма који успевају да дочарају. У случају једног истраживања, учесници су насумично распоређени у услове стварног живота или виртуелне услове, чија су подешавања изабрана тако да што приближније опонашају стварно окружење. У оба услова учесници су рангирани 20 врста комерцијалних житарица за доручак према њиховој перцепцији, од здравих до нездравих. Примећено је да је уочена велика сличност у начину одабира. Понашање у потрази за информацијама није се разликовало између ова два услова, штавише, атрибути које су учесници користили за процену здравља житарица нису варирали између ова два услова. Ниво присутности учесника у виртуелном окружењу такође је испитан, а резултати који илуструју понашање учесника у виртуелном окружењу и у стварном свету били су упоредиви, што пружа чврсте доказе за валидност виртуелне реалности као корисног и обећавајућег алата за прикупљање података у многим сферама (Chengyan X. et al., 2021). Поред прилагођавања различитим системима, Филиш Школа представља комбиновану субјективну и објективну процену апликације која је заснована на мешању интерактивног искуства, као што је виртуелна реалност, са приповедањем прича од 360 степени. Изведен је закључак да су учесници апликацију оценили позитивно на скалама које се тичу снаге и веродостојности ВР искуства, као и његове технолошке имплементације, док су истакли и недостатак негативних последица по кориснике (Škola F. et al., 2020). С обзиром на то да су учесници оценили апликацију позитивно и без негативних последица, ВР технологија се показује као погодан алат за побољшање доживљаја временско-просторних чињеница, чак и код корисника са минималним претходним искуством, што је данас честа појава.

У складу са тим, ВР технологија може да се користи за побољшање доживљаја временско-просторних чињеница корисника, како је данас чест случај у музејима, где организоване поставке све мање привлаче посетиоце. Са тим у вези, Гонизи Барсанти је истражио нови начин да се

посетиоцима музеја пружи више информација. Само истраживање је усмерено на валоризацију и омогућавање да египатски погребни предмети изложени у замку Сфорца у Милану постану приступачнији за јавност. Резултати истраживања су коришћени за обнову изложбе у Археолошком музеју у Милану, чинећи је атрактивнијом. Истраживање је реализовано како би се повећало искуство и разумевање јавности кроз интерактивност. Рад описује процес оптимизације 3D модела, имплементацију интерактивног сценарија и резултате неких тестова који су спроведени у лабораторији (Gonizzi Barsanti S. et al., 2015). Дигитализација музејских експоната поставила је питање о томе како ове податке учинити доступним, посебно онда када су растуће колекције и саме доступне за јавност. Ђангреко је представио *VIRTUE* систем који омогућава кустосима да лако поставе виртуелне изложбе статичних и динамичких артефаката (сlike, фотографије и видео снимке). Посетиоци могу да се крећу кроз виртуелне собе, прегледају артефакте и комуницирају са њима. Учесници могу да користе систем тако што креирају сопствене изложбе, које обилазе као посетиоци (Giangreco I. et al., 2019). Виртуелни музеји више нису само преглед уметничких колекција на интернету, већ интерактивна окружења где корисници могу да се крећу, комуницирају са артефактима и сами креирају изложбе.

У последње две деценије дефиниција појма „виртуелни музеј” се променила услед брзог технолошког развоја. Користећи данашње доступне 3D технологије, виртуелни музеј више није само презентација колекција на интернету или виртуелни обилазак изложбе коришћењем панорамских фотографија. С једне стране, виртуелни музеј би требало да побољша искуство посетиоца музеја пружањем приступа додатних материјала за преглед и продубљивање знања, било пре или после праве посете. С друге стране, виртуелни музеј треба користити и као наставни материјал у контексту музејског образовања. Лабораторија за фотограметрију и ласерско скенирање Универзитета *HafenCity* у Хамбургу развила је виртуелни музеј правога музеја „*Alt-Segeberger Bürgerhaus*“, историјске градске куће. Виртуелни музеј нуди две опције за посетиоце који желе да истраже музеј без путовања у град Бад Зеgeberг у Немачкој. Прва опција је интерактивни обилазак заснован на рачунару, где посетиоци могу да истраже изложбу и добију информације од интереса. Друга опција је да уроне у виртуелну реалност у тродимензионалном простору помоћу *HTC Vive* опреме, те се на овом примеру могу уочити примене оба система (Kersten T.P. et al., 2017). Иако постоје студије које испитују предности коришћења виртуелне реалности у музејима, као и искуства посетилаца у вези са тим, у једном раду се истиче да не постоје студије које испитују искуства музејских стручњака који су одговорни за музејске предмете и наративе. Циљ рада у ком је прави аутор Шехад је да истражи праксе, искуства и перцепције музејских професионалаца при коришћењу VR технологије у музејима, њихове перципиране предности и изазове таквих технологија, као и њихову визију за будућност технологије у музејима (Shehade M. et al., 2020).

Поред споменутог, примена имерсивних технологија користи се и као алат за отварање простора за иновације, побољшање доживљаја и задовољства посетиоца у оквиру музејских изложби, што је у раду, чији је аутор Мариапина Трунфио, и описано (Trunfio M. et al., 2022). У раду чији је аутор Луис Нисиотис акценат је стављен на развијање нове методе које ће се односити на посетице музеја, који су под утицајем модерних технологија, као што су друштвени медији, паметни

телефони, интернет, паметни уређаји и визуелне игре, пружајући јединствено искуство истраживања и интеракције са стварним и виртуелним световима истовремено, стварајући на тај начин осећај мешовите реалности (Nisiotis L. et al., 2020). Такође, Тимоти Јанг у својом раду има за циљ да истражи утицај виртуелне реалности и проширене реалности на укупно искуство посетилаца у контексту музеја. Истраживање о искуству посетилаца у мешовитом окружењу комбиновањем проширене реалности и виртуелне реалности је дефицитарно. Ова студија је посебно испитивала утицај друштвеног присуства у музеју, на искуству посетилаца у мешовитом окружењу, применом теорије друштвеног присуства и теорије економског искуства. Резултати ове студије дају теоријске и менаџерске импликације за усвајање ових технологија у музеју (Jung T. et al., 2016).

Уколико је акценат стављен на пројекте, *Arkaevision* представља интегрисани систем усмерен на корисника, те је у могућности да понуди различите модалитете експлоатације добара градитељског наслеђа, укључујући виртуелне репрезентације споменика, уметничких дела и предмета, као и приче у вези са њима. *Arkaevision* стога уводи нова комуникациона решења, направљена од 3D окружења налик видео игри, са елементима дигиталне фикције и занимљивим приповедањем (Bozzelli G. et al., 2019). Још једно истраживање, о ком је писао Дејвид Џон, је базирано на документовању развоја визуализације коришћењем *Unreal Engine* погона игре и *LiDAR* система у циљу стварања потпуно имерсивног искуства за виртуелне посетиоце. Закључено је да је симбиоза погона игре и *LiDAR* система одлична за креирање виртуелних светова великог степена реализма (John D. et al., 2018).

Експанзијом у конзумирању архитектонских простора и објеката у виртуелним просторима указала се потреба за успостављањем комуникационе и складишне инфраструктуре специјализоване за просторне односе. У складу са тим, Чонг у својој студији акценат ставља на области примене виртуелне реалности у градитељском наслеђу. Дакле, свеобухватна систематизација прегледа се спроводи како би се створила кохерентност у оквиру овог истраживања, кроз опсежне претраге чланака о ВР свету, виртуелном наслеђу и употребљивости. Претрагом чланака је такође утврђено да примена виртуелне реалности у градитељском наслеђу може да буде широко заступљена за пружање прилагодљивих мултимедијалних садржаја унутар ВР окружења, што доводи до већег степена имерсивности (Hwei Teeng Chong et al., 2022). Такође, у другом раду представљен је систематични преглед који приказује проблеме употребљивости и приступачности који су изазовни при коришћењу виртуелне реалности у циљу очувања градитељског наслеђа. Идентификовано је 45 изазова који су мапирани у пет проблемских група: дизајн система, процес развоја, технологија, процес оцењивања и трансфер знања. Ово мапирање је коришћено за предлагање 58 препорука за побољшање употребљивости и приступачности виртуелне реалности у градитељском наслеђу, које су категорисане у три различите групе препорука: откривање и планирање, дизајн и развој, као и фактори процене (Hwei Teeng Chong et al., 2021). Док мапирање изазова и препорука пружају смернице за побољшање употребљивости и приступачности ВР апликација у градитељском наслеђу, важно је напоменути да различити нивои имерсије утичу и на сам доживљај архитектонског простора, нарочито када корисник прелази са неимерсивних на имерсивне системе.

Постоји разлика у доживљају архитектонског простора презентованог имерсивним, односно неимерсивним системима, посебно када је реч о могућности транзиције са једног система на други. У једном раду акценат је стављен на утицај VR света на визуелне параметре, тј. на истраживање разлике у рефракцији, акомодацијским факторима, визуелним параметрима и субјективним симптомима након коришћења два типа система виртуелне реалности (Hyeon Jeong Yoon et al., 2020). Усвајање виртуелне реалности у дизајну је брзо инкорпорирано у грађевинском сектору, али још увек је нејасно у којој мери ово побољшава когнитивне способности професионалаца при обављању задатака, што представља значајан корак у одређивању њихове валидности и ефикасности. Кроз контролисани експеримент, Даниел Паес је кроз рад настојао да квантитативно потврди способност виртуелног имерсивног система да корисницима пружи побољшану тродимензионалну перцепцију виртуелног модела и већи ниво присуства у поређењу са неимерсивним системима. Контролишући индивидуалне факторе, резултати показују да систем за урањање побољшава тродимензионалну перцепцију модела и пружа имерсивнија искуства, за која се очекује да ће имати користи и повећати продуктивност (Paes D. et al., 2021).

Када је реч о архитектонским просторима, на примеру реконструкције трга у Риму, Даниеле Фердани је показао како интерактивне технологије могу да се користе за преношење доживљаја различитих типова грађевинског простора – од урбаних целина до меморијалних амбијената. Уместо да се фокусира искључиво на едукативну улогу, рад истиче потенцијал виртуелне реалности да код корисника подстакне осећај присутности, разумевање просторних односа и атмосферу места. Међутим, постоје ограничења и велики напор да се обезбеди доследност и поузданост реконструкције, као и способност људи да се баве, како рачунарском графиком, тако и археолошким стварима. Дакле, видео игра је та која мора да одговара и да се прилагоди историјски потврђеном тродимензионалном окружењу, како би одржала доследност (Ferdani D. et al., 2020). Поред споменутог трга у Риму, коришћен је и кинески храм Тампинес у Сингапуру у виду детаљног методолошког оквира за креирање виртуелног обиласка, ради чувања физички изграђеног окружења, као и нематеријалних историјских и социокултурних елемената у простору локалитета градитељског наслеђа. Исти аутор је у другом раду за креирање виртуелне туре сакупио податке помоћу камере од 360 степени и стављен је фокус на олакшавање креирања будућих апликација сличног типа (Osten Bang Ping Mah et al., 2019). Такође, стављање фокуса може да буде и на првом кораку у развоју имерсивног виртуелног обиласка катедрале у Палерму, чиме се бавио Фабрицио Агнело, који улази у области дигиталног градитељског наслеђа и образовања. Његов циљ је да помогне људима да стекну знање о катедрали, наглашавајући слојеве који су карактерисали њену историју. Развој пројекта је био могућ захваљујући различитим фазама рада: истраживања су у почетку вршена ласерским скенирањем, а затим су састављена и обрађена да би био добијен тродимензионални модел тренутног стања. Сценарио обиласка укључује опције како би га учинио атрактивним за корисника, као што су интерактивни елементи, интерфејси и анимације (Agnello F. et al., 2019). У раду чији је први аутор Јона Хакила је креирана виртуелна презентација гробља које се налази на неприступачној граници између Финске и Русије, а циљ је креирање што тачније симулације гробља, укључујући његову атмосферу. Примера ради, имерсија заснована на ношењу свеће није задовољила критеријуме корисника, који су тражили да степен исте буде већи (Häkkinen J. et al., 2019). Примери као што су виртуелне презентације или

интерактивни модели историјских локалитета илуструју потенцијал VR технологија за креирање имерсивних искустава. Такви приступи постају посебно значајни у контексту очувања наслеђа на изолованим и угроженим локацијама, где дигитални оквири могу обезбедити дуговечност и симулацију простора који је физички недоступан или угрожен.

Дуговечност и опстанак локалитета античког наслеђа, посебно оних на изолованим локацијама, постепено су угрожени током протеклих деценија, услед глобализације и накнадних друштвено-културних промена. Услед промена, будућност ових древних локалитета остаје неизвесна. Због тога, студија чији је аутор Асо Хајирасули има за циљ да развије дигитално интегрисани оквир користећи виртуелну реалност, технологију за дигитално документовање и креирање симулираног окружења угрожених локалитета наслеђа, као и представљање начина на који нови урбани и грађевински развоји могу утицати на њихово присуство. Резултати овог истраживања могли би успешно да подигну свест, подстакну ангажовање и акцију и доведу у питање статус овог наслеђа кроз интерактивну и занимљиву изложбу са јавношћу (Hajirasouli A. et al., 2021). Док споменуто истраживање приказује како дигитално интегрисани оквири могу подићи свест о угроженим локалитетима, рад Иларије Трицио илуструје конкретну примену таквих приступа.

Иларија Трицио је у оквиру свог рада писала је о истраживачкој активности која има за циљ развој дигиталног и интегрисаног алата који може да прикупи више података који се тичу градитељског наслеђа. На примеру фотограметријског модела цркве развијена је апликација која се може користити у виртуелној реалности. На овај начин доступан је дигитални семантички модел са информацијама које се могу активирати посебним интерактивним хотспотovima (слике, текстови и аудио), који су у стању да туристима пруже имерсивно и свеобухватно искуство (Trizio I. et al., 2019).

Оно што представља одређени изазов за научну заједницу је да пронађе нове начине за визуализацију и откривање тродимензионалних дигиталних садржаја, тј. за добијање бољег приступа информацијама о градитељском наслеђу. Због тога, виртуелна реалност је коришћена да обезбеди, не само једноставну визуализацију, већ и имерсивно искуство за дигитално реконструисање градитељског наслеђа (Jiménez Fernández-Palacios B. et al., 2017). Поред нових начина визуализације, Донгхуи је нагласио неопходност виртуелне реалности примењене у градитељском наслеђу. Представљени су главни проблеми и потешкоће за креирање библиотека и предложене су стратегије за креирање истих помоћу дигитализованих виртуелних података. Фокус је стављен на рачунарске науке и технологије, покушавајући на свом примеру да направи процес примене исте приступачнијом за јавност (Donghui C. et al., 2019). У свом раду, Хосе Пауло наводи да једно од обећања технологије виртуелне реалности представља посматрање наслеђа, споменика, архитектуре или скулптуре и инстант добијање корисних додатних информација за боље тумачење. Идеја иза већине рачунарских апликација је побољшање корисничких интеракција са стварним светом, додавање информација кроз коришћење алата и техника које су биле ограничене на дигитални свет. Дате апликације могу се користити за туристичку оријентацију у градовима и у професионалном свету, у различитим областима, као што је архитектура у БИМ окружењу или дизајн ентеријера архитектуре. Виртуелна реалност би могла да буде добар начин за путовање и разумевање туристичког света (Paulo Guerra J. et al., 2015). Док се у претходним

студијама фокус стављао на побољшање интерактивности и приступа дигиталним моделима градитељског наслеђа, примена виртуелне реалности се све више проширује и на урбанистичко пројектовање.

Примена виртуелне реалности у урбанистичком пројектовању може да се огледа у склопу интеграције географских информационих система (*GIS*) са моделованим градовима, а све у контексту урбанистичког пројектовања (Zhang S. et al., 2013). Такође, код ране фазе урбанистичког пројектовања, ВР може да служи као алат у решавању изазова креирања визуализација и пројектовања паметних градова (Jamei E. et al., 2017). Поред тога, грађани могу да буду инкорпорирани у процес пројектовања и уређивања градова, а један од таквих примера приказан је кроз рад чији је први аутор Леувен, где у процесу редизајнирања јавног парка учествују и грађани, истражујући како ВР може да побољша учешће јавности у урбанистичком планирању (Leeuwen J. et al., 2018). На тај начин би могло до дође и до потенцијалне обуке у коришћењу виртуелне реалности, а све у циљу ангажовања грађана у урбанистичком планирању (Parisa, 2024). За случај примера града Џеде, ВР је коришћен као алат за процену урбанистичких пројеката пре саме имплементације (Bagader M. et al., 2021).

У једном раду акценат се ставља на то на који начин виртуелна реалност може да симулира коришћење јавних простора, дајући прилику урбанистима да тестирају различита урбанистичка правила, пре пројектовања (Sunesson K. et al., 2008). У раду чији је аутор Северин фокус се ставља на развој алата за урбанистичку анализу, процењујући ефикасност алата при евалуацији урбанистичких правила (Severin, B.D., 2023). Још једно истраживање заснива се на томе да се одређена урбанистичка правила примене у окружењу, на основу иницијативе грађана, користећи ВР (Szczerpańska A. et al. 2021).

На основу анализирања литературе актуелног стања у области, претпостављено је да је да би било корисно ставити акценат на системе виртуелне реалности при доказивању архитектонске теорије која се тиче перцепције простора или заштите градитељског наслеђа, с обзиром на то да у току истраживања није примећен велики број радова који се бави проблемима доказивања архитектонских теорија кроз имерсивне или неимерсивне системе. Одређени део постојећих студија фокусира се на поређење различитих нивоа имерсије или на проналажење потенцијалних примена виртуелне реалности у архитектури и сродним дисциплинама, али недостаје консолидован приступ који би омогућио експериментално испитивање архитектонских теорија у имерсивном окружењу. Овакво стање у области подстиче даља истраживања, јер може да омогући систематско проучавање перцепције простора, интеркативности и корисничког искуства у контексту архитектонског и културног наслеђа.

1.4. Преглед истраживања оптималне релације ширине јавног простора и објеката који га окружују – сходно установљеним критеријумима

Различита истраживања и препоруке архитеката и урбаниста кроз историју пружају увид у оптималне односе између висине околних објеката (H) и ширине простора између њих (D). Питање које се поставља јесте да ли су пропорцијски односи D/H^2 , које људи доживљавају одговарајућим за урбани јавни простор, уједно и теоријски оптимални D/H пропорцијски односи, које предлажу архитекте и урбанисти кроз историју.

Разумевање оптималних пропорција ширине јавних простора и висине објеката који их ограничавају представља изазов у архитектонској и урбанистичкој литератури, с обзиром на то да постоје различити теоријски приступи и варијације у перцепцији простора. Имајући у виду чињеницу да постоји недостатак опште прихваћеног становишта у литератури у вези са оптималним D/H пропорцијама, у овом поглављу анализирани су различити теоријски приступи и истраживања која се баве перцепцијом простора у реалном и у виртуелном окружењу.

У складу са наведеним, долази се до дефинисања предмета истраживања, односно потребе да се постојеће теорије о просторним пропорцијама испитају применом имерсивних технологија, пре свега виртуелне реалности. Увођењем виртуелног окружења омогућава се прецизније тестирање и верификација теоријских модела, јер се испитаницима пружа могућност доживљаја простора у контролисаним, али реалистичним условима. На тај начин, постаје могуће утврдити у којој мери усвојени теоријски принципи одговарају стварним перцепцијама корисника и да ли се, кроз имерсивно испитивање, могу идентификовати одступања или нови увиди релевантни за дефинисање оптималних просторних односа.

Да би се дати проблем сагледао на целовит начин, у наставку истраживања размотрени су сегменти који се односе на кључне теорије у урбанизму. У оквиру овог прегледа анализирају се и аутори чији концепти могу бити директно повезани са критеријумима дефинисаним у истраживању.

Посебан акценат стављен је на испитивање могућности примене виртуелне реалности за тестирање пропорцијских односа, као и на упоређивање резултата добијених у ВР окружењу са постојећим критеријумима и теоријским моделима. Истраживање је обухватило и варијације у доживљају простора при истом D/H односу, с обзиром на различите физичке димензије, како би се утврдиле могуће разлике у перцепцији корисника, а сходно следећим критеријумима:

² D/H (*distance to height*) представља однос растојања између објеката (D) и њихове висине (H)

1) Отвореност или затвореност простора (визуелни осећај затворености или отворености простора)

Разликовање затворених и отворених простора на основу пропорција који се односе на раздаљину између објеката и висине објеката могу да се огледају кроз три категорије, а то су затворени, полуотворени и отворени јавни простор (Gehl, J., 2011; Lynch, K., 1960).

Иако је тешко нумерички дефинисати сваку од наведених категорија, зато што исте зависе од контекста у ком се налазе, као затворени јавни простор могу да се сматрају они простори чији је D/H однос мањи од 2:1, полуотворени јавни простор чији је D/H однос између 2:1 и 4:1 и као отворени јавни простор чији је D/H однос већи од 4:1.

Урбани јавни простори одговарајућих D/H пропорција имају битну пројектантску вредност за стварање различитих доживљаја корисника тог простора (Jacobs, A.V., 1993, Handy S.L. et al., 2002, Trancik, R., 1986). Спреиреген је у свом раду мерио однос између висине фасаде и ширине фронталног видног поља, ради њиховог утицаја на различит доживљај простора (Spreiregen, P.D., 1981). У том случају, може се интерпретирати да се осећај потпуне затворености јавља при пропорцији простора 1:1, почетак затворености при пропорцији 2:1, минималне затворености код 3:1, док се губитак затворености јавља при простору 4:1.

2) Угодност простора

Гел у својој књизи наводи да су пропорције 1:1 и 2:1 идеалне за интимније, угодније просторе, а под тим просторима подразумева мање тргове или дворишта (Gehl, J., 2011). Другу категорију представља Спреиреген, који сматра да све пропорције у распону полуотворених простора јесу погодне за јавне тргове и просторе за окупљање, сматрајући их отвореним, али и повезаним са околином (Spreiregen, P.D., 1981). Простори који су једнаки или већи од 4:1 односе се на отворене просторе, али се у истим може изгубити осећај интимности и угодности (Ewing R. et al., 2013).

У литератури појам отворености јавног простора није увек прецизно дефинисан, те је корисно истаћи да се отвореност може разматрати, не само кроз однос висине објеката и ширине фасадног платна, већ и кроз ширине улица које се повезују са тргом.

Узимајући у обзир теорије које су изнели Гел, Спреиреген и други стручњаци, у оквиру истраживња је коришћена имерсивна виртуелна реалност, а стваран исход у вези са примењивошћу пропорција у простору зависи и од перцепције корисника у конкретним околностима, те из тог разлога истраживање тежи ка томе да кроз истраживање у имерсивној виртуелној реалности утврди како различити D/H односи утичу на корисничку перцепцију јавних простора.

3) Осветљеност простора

У докторској дисертацији Иване М. Ракоњац наводи се како осветљење утиче на перцепцију, функционалност и значај јавних простора, не истичући на који начин пропорције простора утичу на осветљеност (Ракоњац, М.И., 2016). Идеална осветљеност простора зависи од неколико фактора као што су оријентација трга, географски положај, доба дана, годишње доба, али и од D/H пропорције. Максимална осветљеност постиже се онда када су објекти најнижи, те се овом пропорцијом смањују сенке које бацају објекти, док у регионима ближим екватору сенке бивају краће, што омогућава већи продор сунчевих зрака на отворене јавне просторе. Исти интензитет осветљења може се различито доживети, у зависности од пропорција и од величине простора, материјала фасада који окружују дати простор, позиције и угла посматрања, те чак и од очекивања корисника.

4) Једноставност оријентације у простору

Директна спона између D/H пропорције и једноставности оријентације огледа се кроз однос између висине објеката и ширине простора, јер дати однос може да утиче на оријентацију људи у истом. Кевин Линч у својој књизи истражује како људи доживљавају и памте урбане просторе, представљајући то као битан корак у разумевању оријентације у простору (Lynch, K., 1960).

5) Прегледност околине простора

Такође, Кевин Линч истиче се да простори треба да имају структуриране границе и јасно дефинисано окружење, те простори чија је прегледност велика представљају баланс између затворених и отворених простора, што може да представља пропорције између 2:1 и 4:1, тј. 3:1 (Lynch, K., 1960).

6) Сопствена сигурност у простору

Одређивање пропорције која ствара осећај највеће сигурности зависи од неколико различитих фактора, те није могуће прецизно дефинисани која је пропорција идеална. У радовима Кевина Линча, простори који обезбеђују визуелну доступност, али не и претерану изложеност, пружају најбоље услове за безбедност и осећај сигурности (Lynch, K., 1960). Пропорције 3:1 до 4:1 могу да се схвате полуотвореним јавним просторима, док се сматра да већи простори могу да створе осећај изолованости, што може да смањи осећај сигурности, у случају да простор изгледа превише отворено и празно. Простори чији су објекти исте висине као дужина простора између њих, могу да створе осећај сигурности и интимности, али могу да доведу и до осећаја тескобе, уколико су зграде високе, док се тврди да умањење осећаја затворености и повећање видљивости може да повећа сигурност корисника у простору (William, H.W., 1980).

Када се разматрају различите пропорције простора, контекст сигурности корисника који у њему бораве може да се посматра на основу *CPTED*³ принципа (*Crime Prevention Through Environmental*

³ *CPTED* су принципи урбанистичког пројектовања чији је циљ смањење криминала и повећање осећаја безбедности.

Design). Они су важни јер се баве како физичким, тако и психолошким аспектима сигурности корисника, доприносећи осећају безбедности корисника кроз визуелну прегледност, јасне пешачке токове, јасне границе простора, и слично. Простори који визуелно делују полуотворено, најчешће пропорција 2:1 до 3:1, омогућавају људима да лако примете потенцијалне претње, чиме се смањује могућност криминалних активности и повећава осећај сигурности (Crowe T.D. et al., 2013). На основу анализираних литературе наводи се да се оптималне пропорције за осећај сигурности у јавним просторима често крећу у распону од 2:1 до 3:1, јер пружају добру комбинацију видљивости и интимности, док простори са већим D/H односима могу понудити већу сигурност у контексту мањег ризика од криминала, али могу такође створити осећај изолованости.

7) Складност односа D/H пропорције

Кроз историју се, при пројектовању урбанистичких простора, на одређене параметре водило рачуна, те је тако аустријски архитекта из 19. века, Камило Зите, тврдио да би однос D/H за јавни простор требало да стави фокус на стварање пријатних и функционалних урбаних простора, чије би пропорције могле да буду између 1:1 и 2:1 (Sitte, C., 2011/1889). Алан Џејкобс је сугерисао да однос пропорција треба да буде мањи од 2:1, истичући важност пропорција људског тела у односу на простор, и осећаја затворености у истом (Jacobs, A.B., 1993). Кевин Линч је тврдио да су односи између 2:1 и 3:1 одговарајући за веће јавне просторе, нарочито за отворене просторе који вузелно делују затворено (Lynch K. et al., 1984). Јапански архитекта, Јошинобу, је тврдио да адекватан баланс између висина и простора настаје онда када је однос D/H 1:1, а да су 1:1, 2:1 и 3:1 најчешће коришћене пропорције у пракси урбанистичког пројектовања (Ashihara, Y., 1970). Ким је у свом раду истражио да испитаници више оцену дају за јавне просторе чији је однос D/H већи, што имплицира да је оптимална пропорција већа од теоријског оптимума, који је најчешће 1:1, 2:1 или 3:1 (Kim J. et al., 2019).

Такође, многи аутори не прецизирају који су пропорцијски односи најскладнији при пројектовању јавних простора, те тако Коркмаз тврди да статистичка анализа резултата указује на то да су оптимални D/H односи за квалитетан простор већи у виртуелном окружењу него у реалном свету, те се перцепција простора у виртуелном свету доживљава различито, у зависности од висине околних зграда (Korkmaz S. et al., 2022). Не истичу све архитекте постојање само једних идеалних пропорција јавног простора, тако Гел не даје прецизне пропорције које су погодне за јавне просторе, већ наводи да су добре пропорције, повољне за велике улице и тргове, оне које омогућавају осећај пространости и слободе. Његова идеја урбаног дизајна тежи ка стварању градова који су пријатни и функционални за људе, ради размене идеја, трговине, кретања, друштвеног живота, и слично, а са фокусом на квалитет јавних простора и њихову прилагођеност потребама грађана (Gehl, J., 2010).

Им се бави проучавањем односа између просторних пропорција и људске перцепције у архитектури и урбанизму, а у раду фокус ставља на то како различити просторни односи утичу на перцепцију и осећај пријатности простора, с циљем пружања смерница архитектама и урбанистима за креирање естетски угодних затворених простора, истичући да резултати могу да варирају у зависности од контекста и намене простора. Аутор спомиње да је исти однос висине

објеката и ширине простора често препоручљив за просторне односе у мањим, затвореним просторима, где људи осећају већу сигурност и приватност, што би могло да представља пропорцију 1:1 (Im, Seung-Bin, 1987).

Ким у свом раду истиче да на осећај у простору утиче и дизајн фасада, као и величина трга, те да различити односи ових појмова могу другачије да утичу на перцепцију простора, у зависности од контекста и других дизајнерских елемената (Kim, J., 2017). Такође, Мухамед Усман у свом истраживању наводи да разумевање просторне перцепције може да се посматра на различите начине, преко дводимензионалних цртежа, тродимензионалних приказа и кроз имерсивну виртуелну реалност, а резултати показују да различити начини сагледавања простора могу да утичу на то на који начин испитаници доживљавају и оцењују архитектонске просторе (Muhammad U. et al., 2017).

На основу наведених истраживања, јасно је да различити архитектонски елементи и начини представљања простора утичу на перцепцију корисника. У том контексту, виртуелна реалност представља један од алата који омогућава систематско испитивање ових односа. Значај виртуелне реалности огледа се у томе да она може да побољша разумевање и визуализацију урбаних простора, омогућавајући оптимизацију и бољу перцепцију димензија и односа у простору, те је могуће интерактивно истраживати различите пројектанске приступе, као и њихов утицај на простор, што може помоћи у доношењу одлука о оптималним пропорцијама и другим аспектима дизајна (Levy, R., 2011, Jamei E. et al., 2017). У једном раду истичу то да урбанистички фактори могу директно да утичу на ниво физичке активности, јер дизајнирањем таквог простора, у ком је могуће пешачити, или возити бицикл, може да се допринесе стварању здравијих окружења (Handy SL. et al., 2002).

За разумевање идеалних пропорција при пројектовању урбанистичких простора, корисност виртуелне реалности огледа се у могућношћу тестирања различитих пропорција и решења, пре њихове имплементације у стварном свету (El Araby, M., 2002). Чинг у својој књизи не наводи експлицитно на то које пропорције су идеалне, тј. говори да су добре оне које фаворизују већи визуелни комфорт и угодност, како би се осетила визуелна хармонија и склад (Ching, F.D.K., 2007).

Књига Урбани дизајн бави се дизајном улица и тргова, наводећи да простор који омогућава људима да се осећају угодно у окружењу које балансира између отвореног и затвореног простора делује као најпријатнији однос. Такође, истиче да пропорција за велике урбане тргове и простране паркове није иста као и за мање просторе, јер омогућава отварање простора и његову функционалност, стварајући осећај пространости без губитка људског односа са простором (Moughtin, C., 2003).

Иако се рад бави ширим темама о социјалној логици простора, а не искључиво пропорцијама простора, спомиње се да је идеалан однос пропорције у многим случајевима био повезан са позитивним ефекатима на социјалну интеракцију и функционалност простора (Hillier B. et al., 1984). У истраживању чији је први аутор Кармона, ради стварања отвореног простора, аутори истражују како различите пропорције утичу на доживљај јавних простора, препоручујући то да за

мале, интимне просторе, попут дворишта или малих тргова, објекти треба да буду виши, док за пространије и веће јавне просторе, попут широких авенија и улица, сматрају да су односи у којима су објекти нижи, бољи (Carmona M. et al., 2003).

8) Провођење времена у простору

Како би се проводило време у неком јавном простору, његово окружење би требало да буде пријатно, доступно, приступачно и функционално. Пропорције које стварају угодне визуелне и просторне услове, као што су полуотворени простори, често пружају простор у којем је људима лако да проводе време без осећаја затворености. Полуотворени или отворени јавни простори, као и простори са уравнотеженим пропорцијама и лакоћом кретања унутар истих, погоднији су за боравак људи (Spreiregen, P.D., 1981).

Пројектовање јавних простора подразумева осврт на низ критеријума помоћу којих се тежи ка томе да простор буде идеалних пропорција. Пропорције јавних простора које се у литератури класификују као препоручене за одређене критеријуме могу се потврдити као најпогодније кроз тестирање у имерсивној виртуелној реалности, узимајући у обзир перцепцију корисника у различитим имерсивним просторима, променом висине објеката који их окружују. Резултати истраживања у овом случају могу да укажу на то да ли су дате пропорције оптималне, или испитаници тврде да се њихово већинско мишљење не подударе са литературом, те да постоје погодније пропорције за одређене критеријуме. За одређене категорије не постоје унапред дефинисане пропорције, које би се могле сматрати најпогоднијим, те у том случају доживљаји испитаника могу да буду ти који ће да дефинишу одређене критеријуме.

1.5. Циљ научног истраживања

Циљ истраживања је да се изврши научно заснована процена начина на који корисници перципирају различите D/H пропорцијске односе у урбаном окружењу, ради провере досадашњег научно заснованог тумачења релевантних архитектонских и просторних принципа последично везаних за тај однос - применом имерсивне виртуелне реалности. Однос између ширине простора и висине објеката представља битан параметар у анализи пропорција јавних простора, док кроз истраживање у виртуелној реалности, у овом раду се настоји да се анализира утицај просторних пропорција на функционалност, безбедност, визуелни идентитет и целокупни доживљај јавног простора, на основу одговора и искустава испитаника, а не само теоретских критеријума. Фокус истраживања односи се на то колико су урбанистичка правила из 19. и 20. века веродостојна на основу данашње тачке гледишта из урбанистичког деловања, као и колика су одступања услед евентуалног неслагања са постојећим ставовима испитаника. Примена добијених резултата, сегментисаних по одређеним категоријама, може да се користи као смерница у урбанистичком планирању и архитектонском пројектовању.

1.6. Полазна хипотеза и задаци истраживања

Хипотеза овог истраживања заснована је на претпоставци да постоји несагласност између класичних урбанистичких принципа који дефинишу оптималне D/H односе и стварне перцепције савремених корисника у имерсивном виртуелном окружењу. Начин на који корисници перципирају различите D/H пропорцијске односе у урбаном простору може се прецизно испитивати кроз виртуелну реалност, путем симулације релевантних архитектонских и просторних принципа који су непосредно везани за тај однос. Оваквим приступом открива се разлика између традиционалних стандарда и савремене перцепције, што указује на неопходност њиховог преиспитивања кроз савремене методе процене просторне перцепције.

1.7. Научни допринос

При доказивању урбанистичке теорије научни допринос огледа се кроз неколико аспеката, као што су методолошки, емпиријски, теоријски, као и кроз саму примену у урбанизму. Методолошки допринос подразумевао би развијање методе за тестирање одређених пропорцијских односа јавних простора у виртуелном окружењу, симулирајући на тај начин простор пре изградње, уз процену перцепције и корисничког доживљаја у контролисаним условима. Емпиријски посматрано, на тај начин би било утврђено да ли је перцепција испитаника усаглашена са препорукама из литературе, као и које пропорције делују најпогодније, на основу одређених критеријума. Теоријски, отварају се нова питања која се тичу интерпретације простора као затвореног или отвореног, на основу D/H пропорције, који се може мерити и тестирати и убудуће, а не само на основу претпоставки описивати. У перспективи, може да послужи и као алат при урбанистичком пројектовању, за евалуацију урбанистичких решења, опцију да се и грађани укључе у процес размишљања и пројектовања, као и да се изведе најбоља одлука пре саме изградње.

1.8. Метод истраживања

Након извршене анализе литературе и дефинисаних критеријума који се односе на различите начине перципирања простора, на основу литературе, формиране су пропорције за две величине јавних простора, где је креирано по шест различитих пропорцијских односа, у чијем случају ширина простора остаје иста, а висина објеката варира у зависности од задате пропорције. Истраживање се ослања на имерсивну виртуелну реалност креирану помоћу *Unreal Engine* окружења уз колаборацију са додатком за процедурално моделовање објеката - *Procedural Building Generator*, а презентовану помоћу комерцијалне опреме, *Oculus quest 2*. Сваки испитаник је виртуелно уронио у шест нивоа мањег и шест нивоа већег простора, и потом одговорио/ла на сет питања ради прикупљања података кроз корисничку евалуацију (поглавље 4.2.) за сваки од простора. Време потребно за опсервацију виртуелних сцена и прикупљање података за свих 12 простора износило је око 25 минута активног коришћења опреме, по испитанику, а укупан број испитаника износио је 75.

Узорак испитаника чини 24% учесника мушког и 76% учесника женског пола, узрасног опсега од 20 до 33 године. Већина испитаника су студенти основних, мастер и докторских студија, претежно из

области архитектуре, рачунарске графике и сродних дисциплина. Испитаници долазе из Србије и поседују основно разумевање просторне анализе и визуелне перцепције простора, што доприноси релевантности њихових одговора у контексту истраживања о пропорцијама и перцепцији јавних простора.

Критеријуми чији су резултати разматрани у наставку рада односе се на дефинисање визуелне отворености/затворености јавног простора, угодности, осветљености, једноставности оријентације, прегледности, сопствене сигурности, складности пропорције, провођења времена у датом простору, и атмосфере истог (Larice M. et al., 2012; Hillier B. et al., 1984; Корес, D., 2024; Lynch, K., 1960; Kim, J., 2017; Zindović, M., 2017). Добијени резултати одраз су научно засноване квалификације, а потом, и квантификације субјективног доживљаја сваког испитаника.

Методологија је објашњена кроз поглавља 3 и 4, при чему се у поглављу 3 описује процес моделовања и начин на који ће испитаници да визуализују просторе, док је у поглављу 4 описан процес настанка анкете.

2. Основни елементи VR окружења за анализу пропорција простора

У овом поглављу је представљено софтверско окружење употребљено за развој VR окружења за потребе тестирања, као и изазови у навигацији и интеракцији унутар VR простора, који су пресудни за прихватање ових простора од стране корисника.

У оквиру истраживања разматране су специфичности различитих система презентације, са посебним освртом на могућности перцепције, оријентације и евалуације простора од стране корисника, како би се утврдило на који начин различити системи виртуелне реалности утичу на перцепцију простора.

Приликом избора система за развој апликације, анализирани су често коришћени погони игре, а то су *Unity* (Soto-Martin O. et al., 2020; Jiménez Fernández-Palacios B. et al., 2017; Clini P. et al., 2018; Anastasovitis E. et al., 2018; Kersten T.P. et al., 2017) и *Unreal Engine* (Dhanda A. et al., 2019, Choromanski K. et al., 2019; Paladini A. et al., 2019; Bolognesi C. et al., 2019; Aiello D. et al., 2019). У истраживањима која се баве архитектонским просторним анализама, *Unreal Engine* се истиче због интуитивног начина употребе, као и коришћења система *Blueprint Visual Scripting*⁴, који омогућава креирање интеракција без потребе за класичним програмирањем. У поређењу са осталим, овај систем је изузетно флексибилан, јер се ослања на концепт коришћења интерфејса заснованог на нодовима за програмирање, омогућавајући тако кориснику да креира елементе играња директно у погону игре (Bolognesi C. et al., 2019; Blueprints Visual Scripting, 2025). На овај начин, *Unreal* пружа могућност стварања виртуелно интерактивних догађаја и елемената играња помоћу *Blueprint* концепата и алата. *Unity*, са друге стране, нуди већу флексибилност у крос-платформском развоју и лакше интеграције, али захтева већи степен програмирања за креирање сложенијих интерактивних механизма, те он у случају овог истраживања није коришћен.

Начин сагледавања простора разликује се у случају имерсивног и неимерсивног система, јер код имерсивног корисник стиче утисак да се налази у виртуелном простору који може једноставније да визуализује (Rogla O. et al., 2021.; Bianchi R. et al., 2019). Поред споменутог, постоји могућност додатне интеракције корисника са простором, где би корисник, шетајући се кроз простор, могао да мења изглед објеката, материјале, па чак и да улази у одређене објекте (Obradović M. et al., 2020; Obradović M. et al., 2021). Поред тога, корисник може да приступи просторима који нису доступни јавности и ступи у интеракцију са виртуелним елементима унутар њега, као што је случај са виртуелном депоом Галерије Матице српске (Obradović M. et al., 2023).

И циљу стварања осећаја присутности у виртуелној сцени, коришћен је имерсивни систем (*HMD* и контролери), ради остваривања интеракција и навигације кроз виртуелно окружење. При развоју интерактивне апликације, посебна пажња посвећена је начину интеракције корисника са дигиталним окружењем, како би се омогућио осећај присутности и разумевања просторних односа, што је кључно за истраживање пропорција јавних простора. Једна од уобичајених метода

⁴ *Blueprint* представља визуелни систем скрипти у програму *Unreal Engine*.

да се то постигне јесте и коришћење VR режима телепортације (Paladini A. et al., 2019; Clini P. et al., 2018). Међутим, ограничења ових система огледају се у техничким захтевима (перформансе рачунара, физички слободан простор за кретање, ограничене могућности тестирања просторних теорија у реалним условима, недоступност одговарајуће опреме и недостатак методолошких алата који омогућавају прецизно мерење корисничке перцепције) и потенцијалној појави мучнине током кретања. Са друге стране, неимерсивни системи (*desktop* окружења) омогућавају једноставнију контролу кретања, али имају смањен степен имерсивности, те због тога нису коришћени у оквиру овог истраживања. За тачну анализу пропорција било је неопходно обезбедити што реалнији осећај виртуелног простора и односа објеката у истом, што је постигнуто подешавањем позиције виртуелне камере, висином погледа и начином кретања корисника у датом окружењу.

2.1. Интеракција са виртуелним објектима

Интеракције у виртуелном окружењу односе се на могућност корисника да у виртуелном простору активно учествује, утиче на елементе окружења и добија повратне информације на основу својих поступака, а не само да пасивно посматра дати простор. На тај начин би се направила дистинкција у односу на визуализацију, где би постојала могућност и интеракције, што захтева и рендеровање виртуелног простора у реалном времену, у складу са изменама истог. За разлику од посматрања, интерактивно окружење омогућава комуникацију корисника са виртуелним објектима путем кретања, додиривања, активирања функција, промене својстава или добијања додатних информација.

Да би интеракције биле успешно примењене, било је потребно размотрити како се различити типови система и интерфејса могу адаптирати за корисничку контролу и кретање кроз виртуелни простор.

1) Адаптација интеракција у различитим системима

Интерактивна презентација у архитектури може да се посматра кроз неколико примера, где се вид интеракције разликује, у зависности од жеље корисника. Један од примера је креирање виртуелне шетње, где корисник има могућност да се креће кроз одређени простор, који је унапред дефинисан тако да његов ток кретања у одређеној мери буде ограничен. Примера ради, врата кроз која може да прође су отворена, док она кроз која не може да прође, стоје закључана. Поента овог вида интерактивног приказа заснива се на томе да корисник може да доживи простор шетајући кроз исти, било користећи рачунар, или VR наочаре и контролере.

Поред могућности кретања кроз простор и посматрања истог, постоји могућност увођења одређених интеракција, које је могуће креирати користећи програмски језик подразумеван за дати погон игре. Интеракције креиране у датом погону могу да буду кретање кроз простор, мењање материјала, мењање одговарајућих елемената, интеракција са појединим елементима (пример отварања и затварања врата), укључивање и искључивање светала, подизање одређених

елемената, приказивање информација о одговарајућим објектима, и слично. За процес креирања овог типа пројекта потребно је више времена него за виртуелну шетњу кроз простор, који представља само основу онога, на шта је касније могуће надограђивати потребне интеракције, користећи разне могућност датог погона игре.

2) Ограничења адаптација интеракција у другим системима

Адаптација интеракција између имерсивних и неимерсивних система често је ограничена техничким, интерфејсним и перцептивним факторима. Примера ради, интеракције које се у имерсивном систему изводе покретима шаке (попут узимања одређеног предмета руком) није могуће директно имплементирати у окружење које користи миш и тастатуру, већ је у том случају потребно користити другачију логику за хватање и испуштање елемената са сцене. Дакле, у таквим случајевима потребна је трансформација интеракције — корисник уместо физичког покрета користи клик, скрол или пречицу на тастатури, што смањује степен интуитивности и урањања у виртуелно искуство. Исто важи и за остале интеракције које су засноване на хаптичком осећају, јер VR омогућава вибрације, просторни звук и интуитивно управљање погледом, али неимерсивни системи те могућности симулирају искључиво визуелно, што често није довољно да би се постигао исти ниво разумевања или ангажовања корисника.

Из горе наведеног је битно да приликом креирања различитих типова апликација акценат буде стављен на то за коју платформу се апликација креира, ради размишљања о што бољем решењу за интерактивност током коришћења исте.

2.2. Навигација у виртуелном простору

У оквиру овог истраживања, кључне интеракције односе се на различите типове кретања унутар виртуелног простора, а за имерсивне системе то могу да буду различити типови кретања, а неки од њих су кретање телепортацијом, кретање контролерима, кретање пењањем, кретање помоћу кружића за навигацију и летењем (Obradović, M., 2023).

Једна од разлика приликом коришћења неимерсивног и имерсивног система је начин кретања. Код неимерсивног типа пројекта корисник користи тастатуру за кретање по унапред дефинисаној подлози, која мора да има одговарајућу колизију, док у случају коришћења имерсивног типа пројекта, корисник користи контролере за телепортацију кроз простор (слика 2), водећи рачуна о томе у ком правцу ће бити усмерен његов поглед, након телепортације. Код имерсивног система, одређени део простора могуће је начинити неприступачним одузимањем хоризонталне невидљиве плоче, која се налази у равни геометрије по којој се аватар телепортује. На дати начин могућност телепротације ће бити сужена на жељени део виртуелног простора на ком се невидљива плоча налази, док ће сцена визуелно остати идентична.



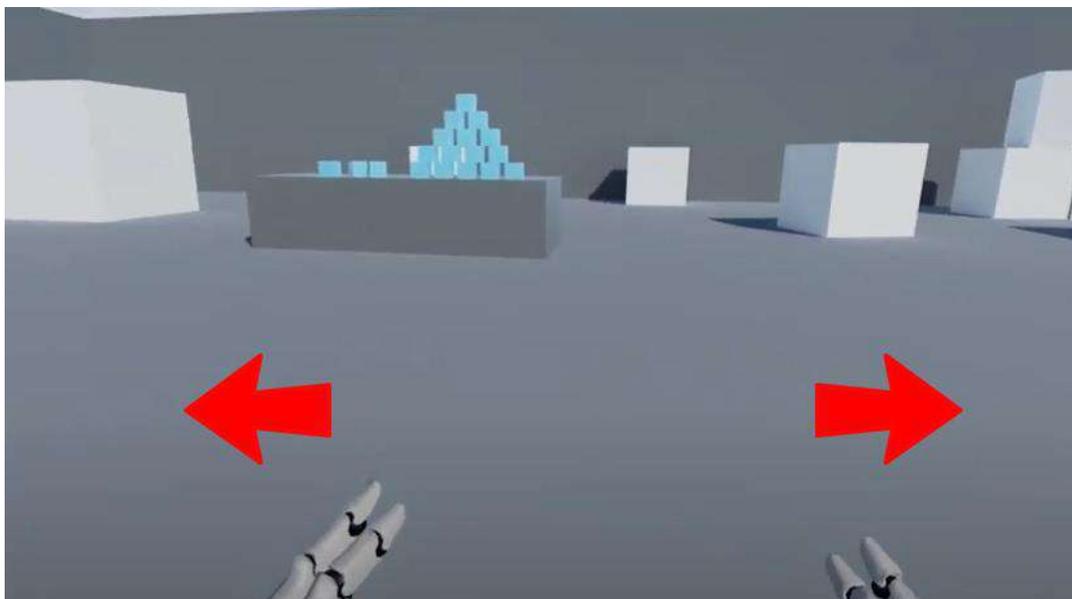
Слика 2. Телепортација у оквиру имерсивног система

Дугме које се користи за телепортацију подешава се приликом креирања пројекта, а зависи од типа опреме која се користи. Поред простора који су физички доступни, просторима који су из одређених разлога физички неприступачни треба приступити на најједноставнији начин у датом моменту. Примера ради, да би корисник приступио тачки која је врло висока, без да креира физички прилаз који заправо не постоји, до исте може доћи телепортацијом. Предности телепортације су те да корисник све време стоји у месту, без великог степена ротирања, и на тај начин сагледава цео простор. Поред тога, овај тип кретања је једноставно аплицирати на било који тип имерсивног пројекта. Недостатак јесте појава мучнине услед смењивања великог броја слика испред очију корисника, док он физички стоји на једном месту. Услед слабије координације у простору, потенцијална могућност је да телепортовање кроз простор неће свакоме бити једноставније и корисније од осталих типова кретања.

Принцип кретања код неимерсивног система заснива се на кретању напред, назад, лево и десно, док се ротација погледа аватара врши помоћу миша. Постоји могућност имплементације начина кретања овог типа пројекта у имерсивни систем (слика 3), где би корисник могао да се креће кроз простор без телепортације, већ виртуелном шетњом.

Поред постојећих опција за телепортацију, потребно је програмирати опције за кретање лево-десно и напред-назад, односно креирати векторе који прате правац кретања аватара по x и y оси, док се ротирање обавља око z осе за жељени угао. Поред наведеног, потребно је подесити и брзину кретања. Услед креирања комплекснијих сцена за виртуелну шетњу, уз примену кретања помоћу контролера долази до смањења броја фрејмова по секунди, па корисник може стећи утисак да му је имерсивност нарушена. Такође, само кретање аватара по жељеним правцима лакше ће изазвати мучнину него у претходном случају, зато што, примера ради, корисник посматра виртуелни простор у ком се креће унапред, очекујући да ће то да се деси и у стварном свету, где стоји у једном месту. У том случају може доћи до поремећаја осећаја за равнотежу и мучнине. Овом типу кретања код имерсивног система недостатак може да буде то што се за разгледање простора корист *thumbstick* контролера и сам процес разгледања делује неприродно, за разлику од неимерсивног система, за који је овај начин кретања подразумеван и где се по

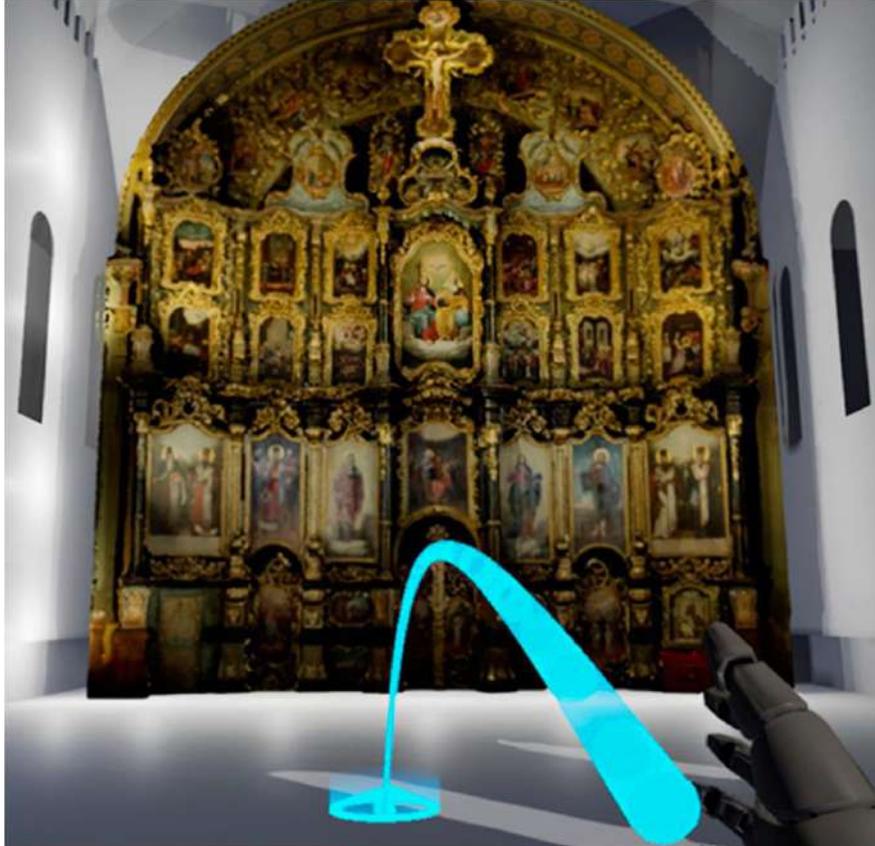
аутоматизму разгледање простора врши покретима миша. Поред покрета главом и разгледања одређеног опсега видног поља, за потенцијално “померање” главе и посматрање другог дела сцене, користе се контролери, што умногоме може да подсети на играње видео игрица без миша.



Слика 3. Кретање помоћу контролера у оквиру имерсивног система

Имерсивни системи налазе посебну примену у анализи архитектонских и уметничких целина, верним реконструисањем објеката од културног значаја. Коришћењем виртуелне реалности кориснику се пружа могућност да приступи објекту ком у стварном свету из неког разлога не би могао, да га сагледа из углова из којих то уживо није могуће, као и да дође до информација о њему уз помоћ једног клика.

Један од примера коришћења имерсивне виртуелне реалности био је дигитализација иконостаса српске православне Саборне цркве Светог Николе у Сремским Карловцима, где је коришћењем споја фотограметрије, културног наслеђа, архитектуре и виртуелне реалности створена интерактивна шетња која пружа кориснику могућност да види иконостас на начин који се не може видети у стварном животу (Obradović M. et al., 2020). Дигитализацијом је омогућено кретање по цркви и приступ највишим елементима, пружајући VR кориснику увид у детаље недоступне у реалности, што представља нови и значајан допринос примени VR у проучавању архитектонских и културних простора (слика 4). Овакав приступ може да представља значајан допринос јер превазилази ограничења традиционалних метода документовања и презентације културног наслеђа употребом система имерсивне виртуелне реалности.



Слика 4. Навигација кроз цркву помоћу контролера

На овом примеру илустрована је једна од битних предности виртуелне реалности, а то је могућност проширене перцепције архитектонског простора, при чему корисник може да приступи и анализира елементе који су у физичком окружењу недоступни, без нарушавања интегритета културног наслеђа.

Такође, један од примера примене имерсивне виртуелне реалности огледа се и кроз виртуелну шетњу Новим Садом, где корисници имају могућност посматрања две главне улице у центру Новог Сада – Дунавске и Змај Јовине (Obradović M. et al., 2020). На тај начин, корисници могу да посете само језгро Новог Сада без физичког присуства у њему (слика 5), што може бити примењено и за остале градове широм света. У случају виртуелне шетње, када се испитаници крећу у жељеном правцу, очи примећују кретање, али унутрашње ухо не осећа покрет, те овај несклад може да доведе до појаве мучнине и дезоријентације, и у случају тренутног истраживања овај начин кретања је онемогућен.



Слика 5. Змај Јовина улица приказана кроз имерсивни систем виртуелне реалности

Неке од главних интеракција које су карактеристичне за ове системе су различити типови кретања у простору (ходање, телепортација, левитација или померање у различитим правцима), интеракције контролерима (шакама), динамичке промене сцене у виду промене материјала, укључивање и искључивање светла и слично, као и приказ информација при приближавању објектима, али и активирање звучних или визуелних ефеката при интеракцији.

Имплементација ових интеракција у погону игре захтева програмирање одређених функција користећи најчешће визуелне нодове приказане у виду *Blueprint*-а, или *C++* програмског језика. Циљ оваквих интеракција је постизање што реалнијег и убедљивијег искуства, уз активно ангажовање корисника.

2.3. Ограничења постојећих истраживања

На основу анализираних литературе, може се истаћи да је виртуелна реалност инкорпорирана у многа истраживања, преко архитектуре, урбанизма, очувања градитељског наслеђа и општих истраживања. Радови који се односе на културно наслеђе су у одређеној мери студије случаја, које се разликују од истраживања до истраживања, у зависности од тога шта је циљ сваког, и од тога да ли се креиране апликације користе за један или други систем. Појмови имерсивно и неимерсивно у интерактивној архитектонској визуализацији везују се искључиво за примену помоћу различитих хардвера, без детаљисања о процесу програмирања. Проблем за који не постоји уједначено решење у области архитектуре односи се на пренос апликације са једног система на други, са циљем оптимизације процеса и популаризације културног наслеђа у овој области, која би се огледала у временској ефикасности и у најмањем степену измена. Ово питање може да има импликације на архитектонску теорију, посебно у вези са просторном перцепцијом и заштитом културног наслеђа. Поступак који обухвата анализу између система имерсивности може да буде примењен при доказивању архитектонске теорије која се односи на перцепцију простора или заштиту културног наслеђа у архитектури.

Једно од ограничења имерсивног система је чињеница да је потребно поседовати опрему, као и физички простор да дата опрема буде коришћена, како би иста могла да функционише. Иако је могуће ограничити дати простор на неколико квадратних метара, у оквиру којих ће корисник да стоји у месту, иако се виртуелно креће помоћу контролера, потребно је водити рачуна о томе да простор буде слободан, како се корисник физички не би повредио приликом одређених покрета рукама, или телом. Опрему је потребно калибрисати и водити рачуна о томе да сензори адекватно функционишу. Постоји могућност појаве вртоглавице и мучнине, зато што корисник физички стоји у месту, док се у виртуелном простору, корисник креће. Једно ограничење, о ком до пре свега пар година вероватно није било много свести, јесте да исту опрему може да користи много људи, а у време пандемије, у којој је свет био претходних година, много људи би избегавало коришћење дате опреме. Такође, пројекат је теже преносив на неки други рачунар, јер би то подразумевало поседовање адекватне VR опреме за покретање истог. Колико год имерсија била већа код имерсивног система, употреба неимерсивног система је доступнија и самим тим распрострањенија, те може да представља алтернативну замену за све оне кориснике који би желели да се виртуелно прошетају кроз одређени простор, али из неког од наведених разлога, нису у могућности.

3. Контекстуализација анализираних принципа технологије имерсивне виртуелне реалности из аспекта потреба предметног истраживања

Предложени метод истраживања представља креирање 3D дигиталног модела и тестирање различитих варијација урбаних простора, са различитим D/H односима, у имерсивном виртуелном окружењу. Овај метод омогућава анализу просторне перцепције корисника и верификацију архитектонских теорија о погодним пропорцијама јавних простора, посматраним кроз неколико категорија.

3.1. Концепт генерисања 3D модела различитих D/H пропорција

Генерисање виртуелног окружења креирано је у поногу игре *Unreal Engine*, помоћу алата *Procedural Building Generator* (слика 6), чија је основна функција креирање параметризованих модела виртуелних објеката. Параметри се односе на дужину, ширину и висину објеката, број спратова, висину и тип крова, детаље, материјале и фенестрацију. *Blueprint* алат виртуелног окружења омогућава дефинисање ових параметара и правила повезивања. Помоћу овог алата могуће је генерисати велики број објеката без потребе за мануелним моделовањем, што знатно утиче на брзину процеса рада, поготово при изради већих, урбанистичких окружења.



Слика 6. Процедурално генерисање објеката (<https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/product/procedural-building-generator>)

Неке од предности овог алата односе се на брзину генерисања простора, употребу криве за контролу тачака ради лакшег транслирања објеката, брзину итерација, неограничен број варијација, компатибилност са старијим верзијама програма, као и велику уштеду времена уз повећање продуктивности и креативности.

Један од недостатака овог алата односи се на рад са материјалима, будући да су слотови за материјале подељени на више делова модела. Због тога, промена материјала објекта захтева детаљну контролу свих слотова, како би се обезбедила визуелна јединственост целине (на пример, потребно је обратити пажњу на промену материјала стубова, греда и осталих архитектонских елемената, а све у циљу креирања јединствених објеката).

Креирана су два јавна простора, један димензија 20x20 метара, који представља мањи урбани простор, карактеристичан за мање тргове и пешачке зоне, а други димензија 100x100 метара, који се односи на веће градске тргове, као и просторе за јавна окупљања. Како би резултати били што релевантнији, пропорције димензија јавних простора су исте, и они имају квадратну основу.

За потребе истраживања коришћено је шест различитих пропорција, а оне су 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1, где први број у пропорцији представља ширину јавног простора, а други број висину објекта који га окружују.

3.1.1. Креирање VR модела

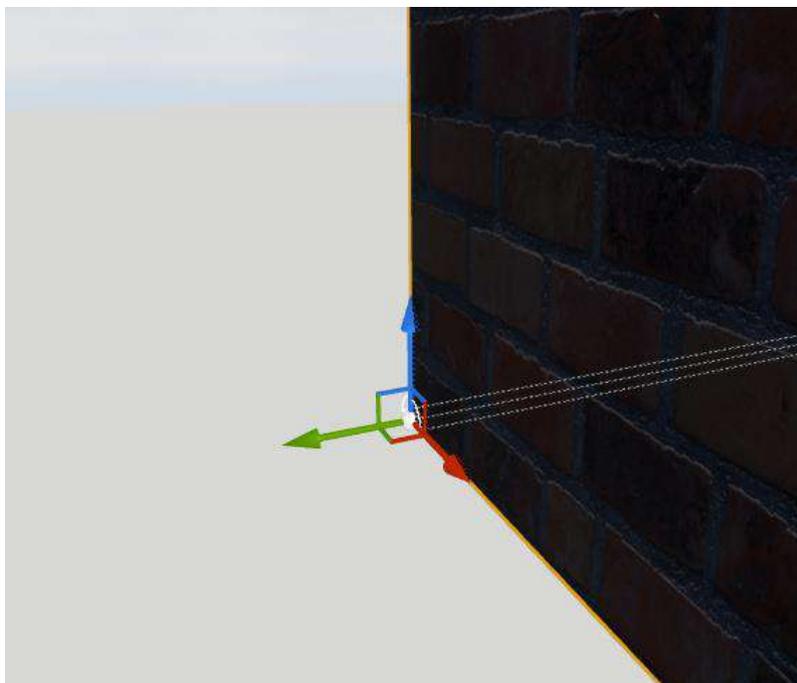
Параметризовано моделовање у току креирања модела, које има за циљ да убрза сам процес, уз евентуалну једноставнију примену накнадних измена у току рада, нуди и могућност аутоматизације поновљених процеса.

Систем моделовања заснива се на постојању готових модела (*asset*⁵) који се постављају дуж путање (*spline*⁶) коју је могуће генерисати и мењати. Дуж путање формира се објекат који се налази у библиотеци фајлова, нудивши могућност креирања различитих варијација објекта у релативно кратком временском интервалу. Контролним тачкама (*pivot*⁷) подешавају се почетна и крајња тачка модела (слика 7), као и његов облик, а додавањем помоћних тачака креирају се додатне контролне тачке, које пружају могућност допунског обликовања путање.

⁵ *Asset* представља елемент који може да буде инкорпориран у комплекснији пројекат (3D модели, текстуре, материјали, анимације и скрипте).

⁶ *Spline* представља континуирану криву линију која може бити дефинисана у простору и може да се контролише помоћу темених тачака полигона који одређује њен облик.

⁷ *Pivot* је тачка која дефинише центар транслације, ротације и скалирања тродимензионалног објекта у простору.



Слика 7. Приказ контролне тачке и дела путање дуж ког се формира објекат

При креирању сцене, коришћени су елементи као што су *Post process volume*⁸, *Lightmass Importance Volume*⁹ и *Sphere reflection capture*¹⁰, који могу да утичу на оптимизацију сцене.

Додатак *Procedural Building Generator* је користан је за креирање великих урбаних средина потенцијално разноликих структура. У случају креирања модела за истраживање, помоћу облика путање подешен је облик основе објекта, а потом је параметрима одређена висина објеката, као и спратност, који су адаптирани постојећим сегментима модела, спојеним у целину. Сегменти се разликују тако да приземље поприма другачије елементе од оних који се налазе на етажама.

Коришћен је један, динамички извор осветљења, чији је интензитет једнак у свом нивоима, представљен у виду директних сунчевих зрака. У случају мањег јавног простора, није постојала потреба за променом *LOD*¹¹ параметара модела ради оптимизације сцене, а у случају већег простора, примена овог система била је отежана јер није реч о класичним тродимензионалним моделима, већ о библиотеци фајлова која је у сцену убачена кроз *Blueprint Actor*¹².

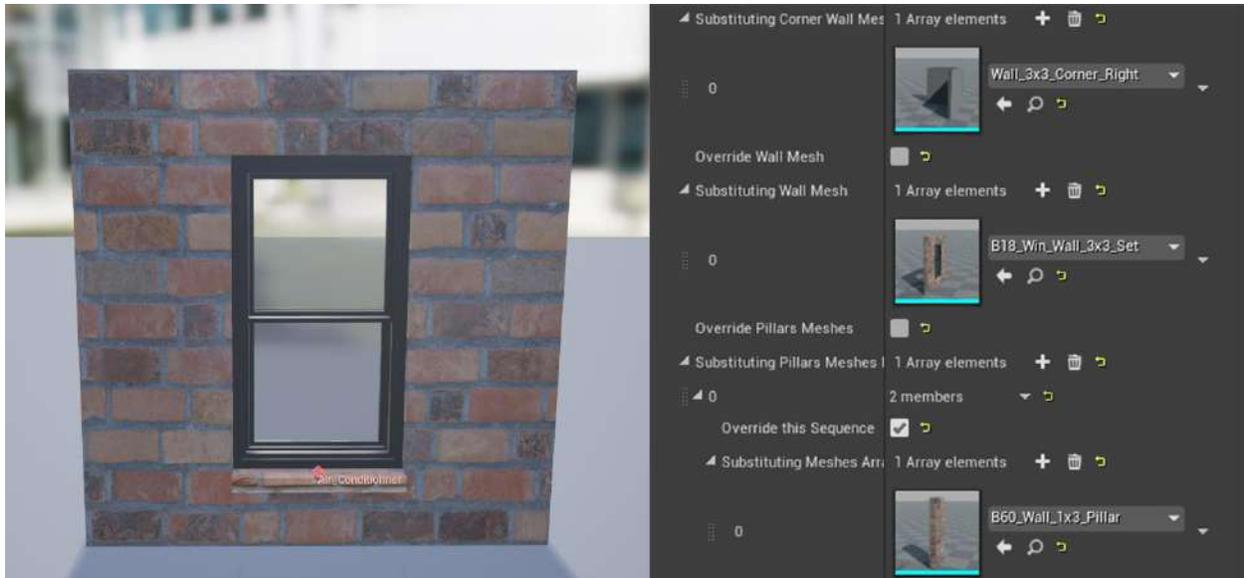
⁸ *Post process volume* дефинише свеукупан изглед и осећај сцене кроз комбиновани избор карактеристика које утичу на боје, мапирање тонова, осветљење и још много тога.

⁹ *Lightmass Importance Volume* представља алат који се користи за побољшање квалитета осветљења на одређеним просторима (на просторима којима се карактер креће, на пример).

¹⁰ *Sphere reflection capture* нуди могућност да рефлексија, која се јавља, буде у складу са реалним окружењем.

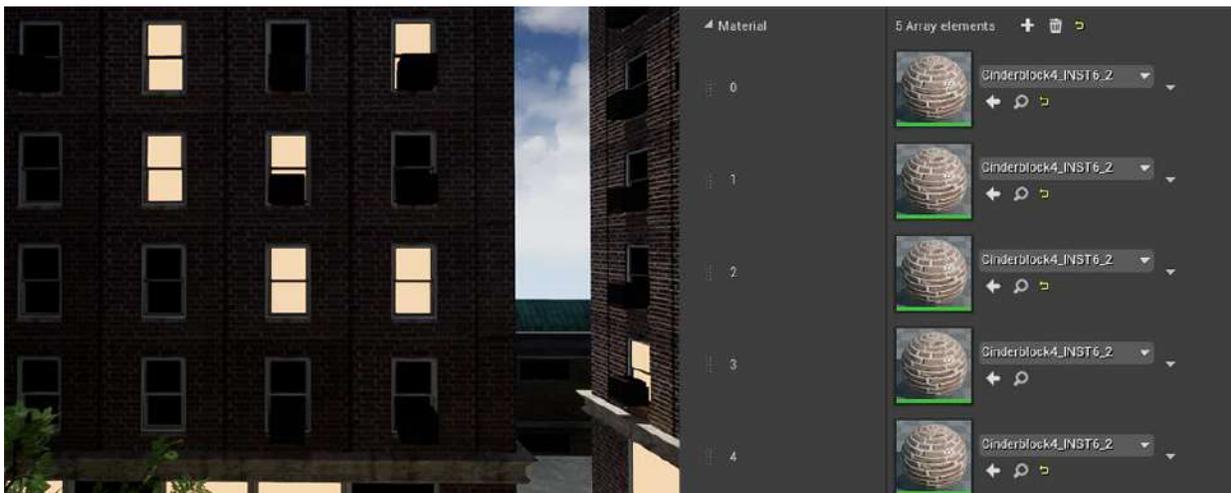
¹¹ *Level of detail (LOD)* се односи на број детаља (полигона) модела на сцени, утичући на то да број полигона буде већи када је карактер ближе објекту, а мањи када је карактер даљи од објекта.

¹² *Blueprint Actor* је класа или објекат у погону игре *Unreal Engine*, који се користи за креирање интерактивних елемената или објеката.



Слика 8. Приказ прозора као засебног елемента, коришћеног за креирање објекта

Елементи модела бирани су из библиотеке фајлова, утичући на тај начин на дизајн прозора, врата, стубова, врсте приземља, и слично. Материјали су постављени аутоматски, уз опцију за измену истих. С обзиром на то да су архитектонски елементи били подељени у слотове, а слотови нису били уједначених материјала, било је потребно за сваки елемент одабрати материјал и ускладити га тако да модел буде уједначен (слике 8 и 9). Код одабира материјала стакла прозора, исти су постављени насумично, тако да је део сачињен од благо емисивних материјала, ради симулирања осветљења унутар просторија, док је код осталих прозора за материјал постављено тамно стакло. Креирањем емисивних материјала могуће је утицати на то колики ће бити интензитет светла које се емитује, симулирајући осветљење унутар објекта, док овакви видови осветљења не утичу на перформансе рачунара, јер делују искључиво као материјали, без потребе за додатним прорачуном рефлексије и рефракције (NVIDIA, 2025).



Слика 9. Приказ материјала кроз слотове

Један од недостатака додатка је немогућност измене врсте крова, те је једина опција, у овом случају, раван кроз, уз промену висине атике, као и тај да путања, којом је дефинисан облик објекта, треба да буде затворена, јер у супротном могу да се креирају визуелно незавршени сегменти објеката. Проблем који из тога произилази је тај да објекти имају минимално четири фасаде (у случају квадратне или правоугаоне основе), иако у случају истраживања то није било потребно, те већи број полигона утиче на перформансе рачунара и евентуално смањен *fps*¹³ видео система.



Слика 10. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 1:2 (лево) и 1:1 (десно) за мањи јавни простор



Слика 11. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 2:1 (лево) и 3:1 (десно) за мањи јавни простор



Слика 12. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 4:1 (лево) и 5:1 (десно) за мањи јавни простор

¹³ *FPS (Frames Per Second)* представља мерну јединицу која се користи за изражавање броја слика генерисаних по секунди филма (већи број генерише реалну перцепцију кретања, стандард у рачунарској анимацији данас је 24 или 30).

На сликама 10, 11 и 12 приказани су перспективни прикази свих нивоа мањег јавног простора из исте позиције камере, уз промену висине.

Проблем који се јавља услед подешавања висине објеката, у случају немогућности прилагођавања егзактног броја ради остваривања одређене пропорције, решен је мењањем висина атике, док су објекти, који су коришћени само као визуелна граница, у свим нивоима константне висине.

Сваки од модела који се налази на сцени је описан *Blueprint* дефиницијом, те не постоји модел ком је могуће доделити фиксну колизију, с обзиром на то да су, због процедуралног моделовања, они подложни променама. Дати проблем решен је постављањем невидљивих елемената који блокирају пролаз карактера, као и уласке у објекте (слика 13). Поред елемената који омеђују простор, колизија је додељена и објектима који се налазе на јавном простору (бандере, клупе, зеленило и жардињере), ради онемогућавања кретања преко тих елемената.



Слика 13. Решавање проблема колизије постављањем невидљивих елемената који блокирају кретање аватара

Кретање унутар простора омогућено је путем контролера, телепортацијом. Притиском на одговарајуће дугме контролера, карактер се телепортује до жељене локације, водећи рачуна на правац у ком ће му/јој поглед бити усмерен, након померања локације (слика 14). На тај начин долази до потенцијалног смањења мучнине при коришћењу опреме, јер испитаник све време стоји или седи на једном месту.



Слика 14. Кретање унутар простора

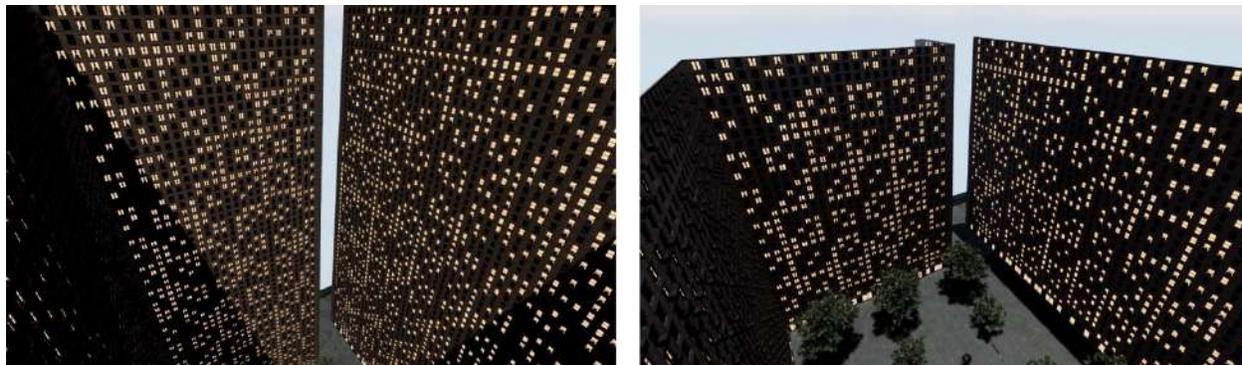
Кретање је омогућено на простору који је унапред дефинисан за то, док је на слици 15 приметно да поред зелених простора, који су намењени за кретање, постоје необојени простори, на којима постоје колизионе препреке.



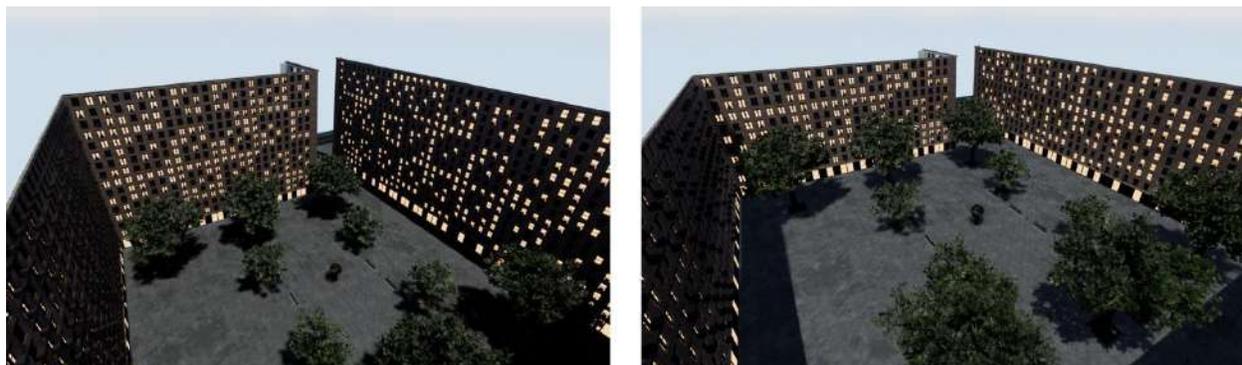
Слика 15. Могућност кретања постоји само на унапред дефинисаном простору (на слици приказан зеленом бојом)

Код већег јавног простора (слике 16, 17 и 18), коришћен је исти додатак, који при већој размери прави проблем великог броја полигона, те у том случају крива која генерише објекат није затворена, а објекти личе на вертикалне равни, односно немају жељену дубину. У погледу из првог лица ово не представља проблем, али јесте потенцијални проблем при креирању већег окружења које се састоји из више оваквих објеката.

Још један од проблема који је приметнији при већим димензијама је тај да је растојање између простора униформно, те је могуће мењати врсту простора, али не и њихову међусобну удаљеност.



Слика 16. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 1:2 (лево) и 1:1 (десно) за већи јавни простор



Слика 17. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 2:1 (лево) и 3:1 (десно) за већи јавни простор

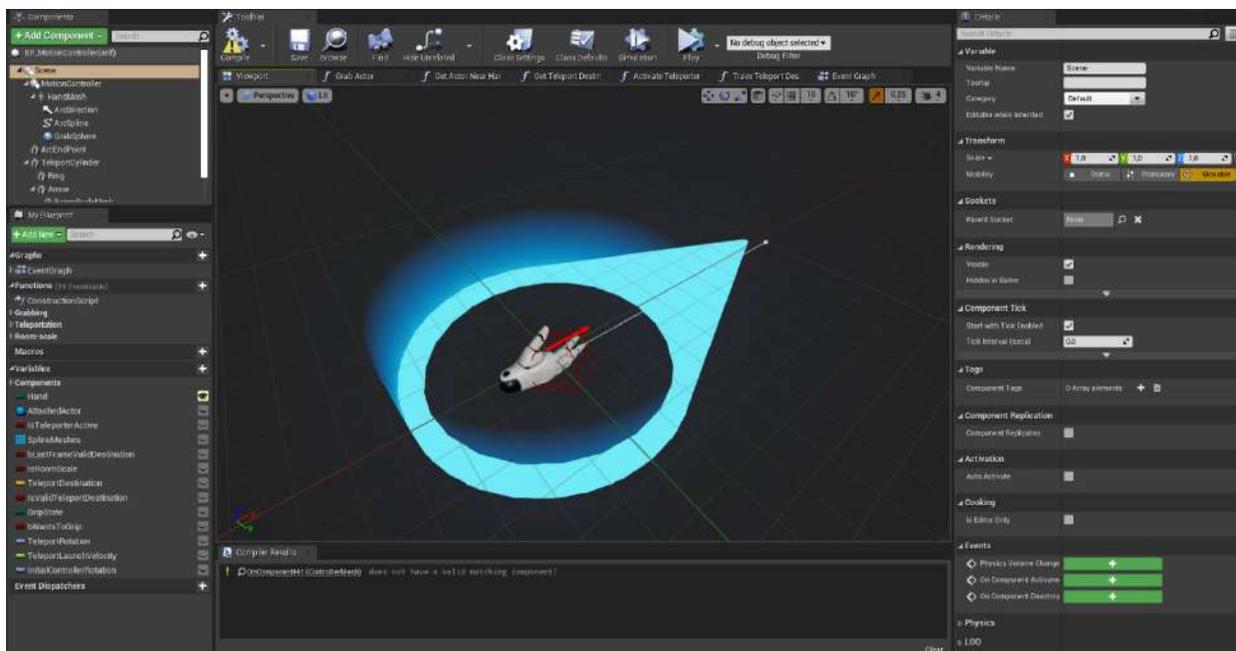


Слика 18. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 4:1 (лево) и 5:1 (десно) за већи јавни простор

Проблем колизије је и у овом случају решен на идентичан начин као и код мањег простора, постављањем невидљивих елемената по ободу објеката, како карактер не би могао да прође кроз њих, нити да изађе из простора предвиђеног за кретање и посматрање.

Упркос проблемима који се односе на велики број полигона, перформансе рендеровања у реалном времену су биле задовољавајуће, док је смањен број фрејмова по секунди био уочљив искључиво у радној верзији фајла, при директној селекцији модела.

У оквиру истраживања, како би корисници могли потенцијално да се крећу кроз простор, омогућено је да користе *HMD* и контролере, где је опсег кретања унапред дефинисан са шест степени слободе¹⁴, пратећи позицију главе и шака испитаника у реалном времену. Помоћу клика на одређено дугме контролера и *Blueprint*-а који се односи на телепортацију, могу да мењају своју позицију у виртуелном простору, док у реалном стоје на истом месту. На тај начин је могућност евентуалне повреде при коришћењу опреме сведена на минимум, јер корисници за време коришћења апликације не излазе из задатог просторног оквира. Уколико се догоди да изађу из оквира задатог простора, кроз наочаре ће видети реалан простор, а када се врате у унапред дефинисане границе, поново ће видети само оно што је покренуто на рачунару.

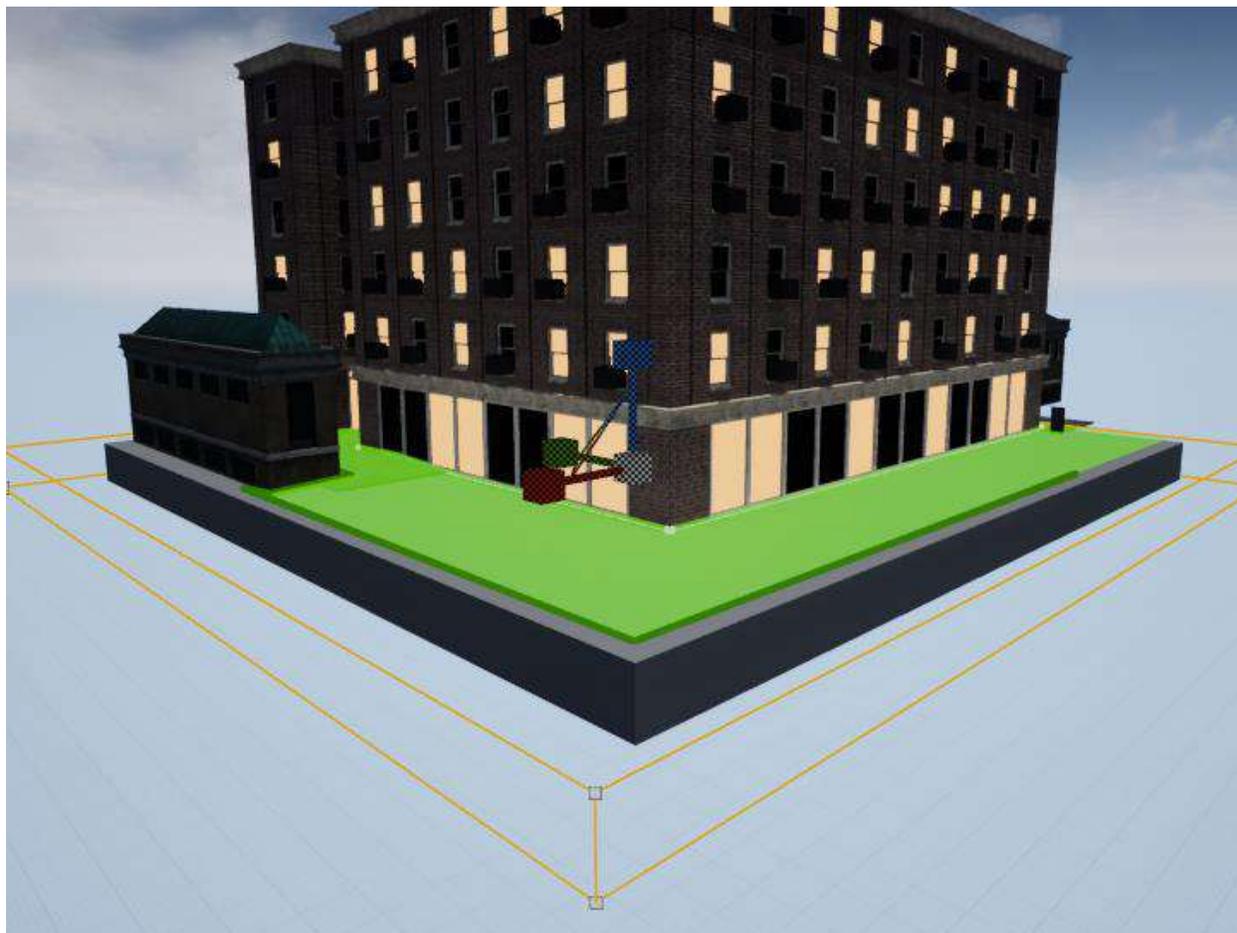


Слика 19. *Blueprint* којим је дефинисан изглед шаке и симбола за телепортацију

У случају истраживања дефинисан је *Blueprint* за телепортацију, док постоји опција одабира другачијег типа шаке (слика 19), а у самом програмском коду могу додатно да се подешавају нодови који се односе на потенцијално хватање геометрије, телепортацију, те и коришћење још неких, додатних опција.

¹⁴ Шест степени слободе одређено је преко три компоненте транслације и три компоненте ротације.

Један од проблема који се јавља јесте немогућност телепортације, а исти може да се превазиђе постављањем волумена жељених димензија, који се позиционира испод равни намењених за ходање, тј. за телепортацију (слика 20). То је транспарентна, четворострана призма, која није видљива током виртуелне шетње, али пружа могућност корисницима да несметано навигирају кроз простор. У случају појаве зелене боје, телепортација на означеној површини је могућа.



Слика 20. *NavMeshBoundVolume* коришћен за могућност телепортације

Једна од опција кретања односила би се на кретање помоћу џојстика контролера, тада симулирајући стварно кретање у свим правцима, без телепортације, али је овај метод занемарен због врло брзе појаве мучнине услед “сукоба” између визуелних и вестибуларних информација, који су описани у претходним поглављима.

Након калибрације опреме, подешавања софтвера, просторне конфигурације и адаптације различитих типова модела, формиран су мањи и већи јавни простори (поглавља 3.2. и 3.3.).

3.2. Креирање мањег јавног виртуелног простора

У оквиру истраживања креиран је виртуелни јавни простор, димензија 20x20 метара, који је имплементиран у оквиру имерсивне виртуелне реалности (слика 21). У оваквом окружењу, који приближно одговара мањим трговима, просторима између зграда, као и унутрашњим двориштима, дата величина простора осигурава да корисник може да уочи границе простора без превеликог окретања главе, што смањује мучнину, док корисник јасно може да види промене висине објеката, уколико не жели да се креће. Сцена је дизајнирана тако да кроз интерактивну VR апликацију испитаници посматрају простор, а потом одговарају на сет питања ради прикупљања података кроз корисничку евалуацију. Испитаници имају могућност да дају одговоре на низ питања која се тичу дефинисања простора, те је на овај начин омогућено контролисано испитивање утицаја просторних пропорција на перцепцију корисника.

Да би се обезбедило научно-засновано поређење искустава испитаника, сви анализирани простори су моделовани са идентичном архитектуром, материјализацијом и бојом фасада, осим разлика у пропорцијским односима пуно–празно. Истовремено, намерно су изостављене урбане компоненте и амбијентални детаљи који могу да одвлаче пажњу испитаника, при чему је задржан ниво апстраховања који омогућава научно-одрживу процену простора с циљно-релевантног аспекта, посебно у контексту психолошког и свеобухватног доживљаја простора. Објекти који се налазе у позадини задржали су своју висину, у оквиру свих нивоа истраживања.

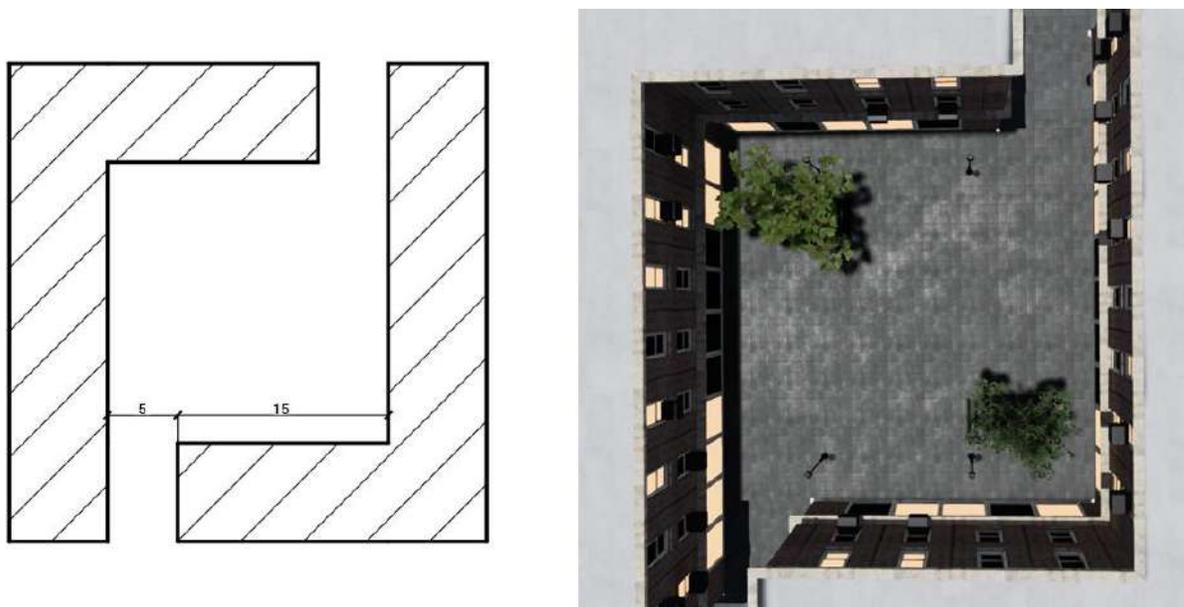


Слика 21. Перспективни приказ мањег виртуелног простора у погону игре *Unreal Engine*

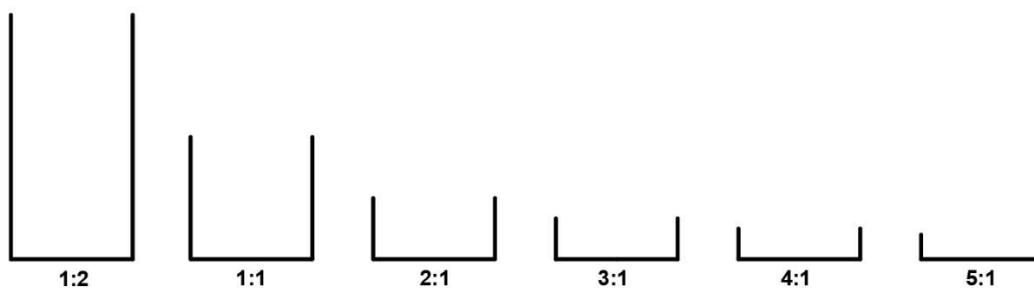
Свака од пропорција приказана је кроз различити ниво, димензије простора код сваке пропорције остају непромењене, тј. износе 20x20 метара, док је променљива висина објеката, чија је варијабилност процедурално генерисана у погону игре *Unreal Engine*, користећи процедурални

генератор за промену параметара висине објеката, спратности, материјала, величине прозора, и осталих архитектонских елемената. Обим јавног простора износи 80 метара, а објекти који омеђују дати простор заузимају 87.5% обима. Простор није у потпуности затворен, већ на два дијагонална места постоје пролази ширине од по 5 метара (слика 22), како би отвори били присутни, али не и доминантни у перцепцији простора.

У оквиру истраживања коришћено је шест различитих пропорција, где први број у пропорцији представља ширину јавног простора, а други број висину објеката који га окружују (слика 23).



Слика 22. Шематски приказ (лево) и просторни приказ (десно) у погледу одозго и птичијој перспективи – Мањи јавни простор (димензије приказане у метрима)



Слика 23. Шематски прикази вертикалних пресека јавног простора анализираних пропорција



Слика 24. Приказ фасаде мањег јавног простора анализираних пропорција 2:1

На слици 24 приказан је један од нивоа мањих јавних простора, погледом усмереним ка једној од фасада.

3.3. Креирање већег јавног виртуелног простора

У оквиру истраживања, поред виртуелног јавног простора димензија 20x20 метара, креиран је и већи виртуелни простор, димензија 100x100 метара, имплементиран у имерсивној виртуелној реалности. За овај простор коришћен је исти сет питања као и за мањи, што омогућава поређење резултата између простора различитих димензија, али истих пропорција, како би се упоредили резултати перципирања простора истих пропорција, при различитим величинама.

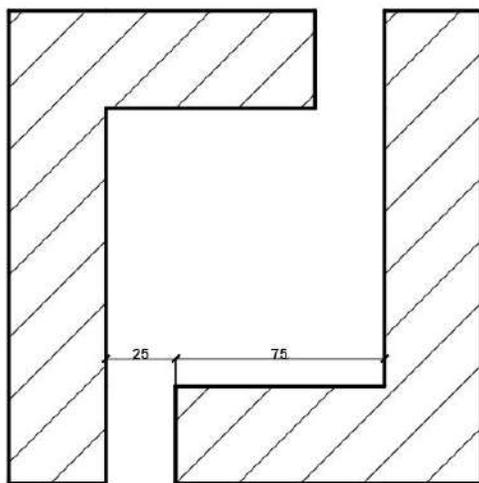
Већи јавни простор приближан је великим градским трговима, представљајући га кључним за масовније јавне активности, социјализацију и перцепцију околине. У овом случају, испитаници можда не могу јасно да виде све његове границе у истом тренутку, за разлику од мањег простора, те постоји потенцијална потреба за кретањем унутар њега, како би се испитао D/H однос у ширем контексту.

Карактер је позициониран на средини виртуелне сцене, тако да окретањем главе може да уочи већи део простора, за случај да не жели да врши телепортацију, због потенцијалне појаве мучнине.



Слика 25. Приказ већег виртуелног простора у погону игре *Unreal Engine*

На слици 25 приказан је један од нивоа већих јавних простора, погледом усмереним ка једном од пролаза.



Слика 26. Шематски приказ (лево) и просторни приказ (десно) у погледу одозго и птичијој перспективи – Већи јавни простор (димензије приказане у метрима)

Већи простор има обим од 400 метара, док објекти који га омеђују покривају 87.5% укупног обима. Простор није потпуно затворен, тј. постоје два дијагонална пролаза ширине од по 25 метара. У оба истраживања примењен је исти проценат обима простора који је коришћен као пролаз, како би мањи и већи простор били идентично конципирани, али различитих димензија (слика 26).



Слика 27. Перспективни приказ већег јавног простора анализираних пропорција 4:1

На слици 27 је приказан један од нивоа већих јавних простора, погледом усмереним ка једној од фасада.

4. Прикупљање и обрада прикупљених података истраживања

Истраживање је спроведено коришћењем упитника, који је осмишљен тако да прикупи податке о перцепцији испитаника према пропорцијама виртуелног јавног простора.

Анкетирање је извршено на узорку од 75 испитаника случајним одабиром, уз примену стратификације по кључним демографским карактеристикама (старост, пол, образовање), како би се осигурала репрезентативност самог упитника.

Испитаници су упитник попуњавали одмах након приступања сваком виртуелном простору, електронски, и резултати су аутоматски складиштени ради даљег анализирања. Испитаницима је објашњено да имају право да у сваком тренутку одустану или да јаве ако осете било какве сметње, као што може да буде мучнина. Током целог процеса, тј. истраживања виртуелних простора и попуњавања анкета, истраживач је био присутан, како би обезбедио правилно коришћење опреме, тј. техничку подршку, али и пружио осећај безбедности.

Физички простор коришћен у току истраживања био је слободан, организован тако да омогућава индивидуални приступ виртуелним просторима, минимизирајући спољне сметње. Сви учесници су добили кратко време да се навикну на опрему и да се увере у безбедност окружења пре почетка тестирања.

4.1. Методолошка поставка, техничка конфигурација и VR окружење истраживања

За дескриптивну анализу сваког од анализираних критеријума коришћена је аритметичка средина (*mean*) за процену просечне, средње вредности одговора, и модус (*mode*) за идентификацију најчешће изабраних одговора у склопу сваког питања. Средња вредност омогућава упоредне анализе, јер узима у обзир све вредности у узорку, док модус показује најчешће изабран одговор и омогућава уочавање доминантног избора испитаника. Заједно, аритметичка средина и модус пружају комплетан увид у расподелу одговора, а разлика између њих може указивати на асиметрију, присуство екстремних вредности или хетерогеност узорка.

Виртуелни простор је сачињен од процедуралних тродимензионалних модела и мануелно генерисаног окружења, како би испитаници могли да приступе и да посматрају различите пропорцијске односе јавних урбанистичких простора. Апликација је креирана у *Unreal Engine* верзији 4.26, с акцентом на окружење које је компатибилно са опремом *Oculus Quest 2*, док су перформансе рачунара коришћене биле следеће:

Оперативни систем: *Windows 10 Pro*

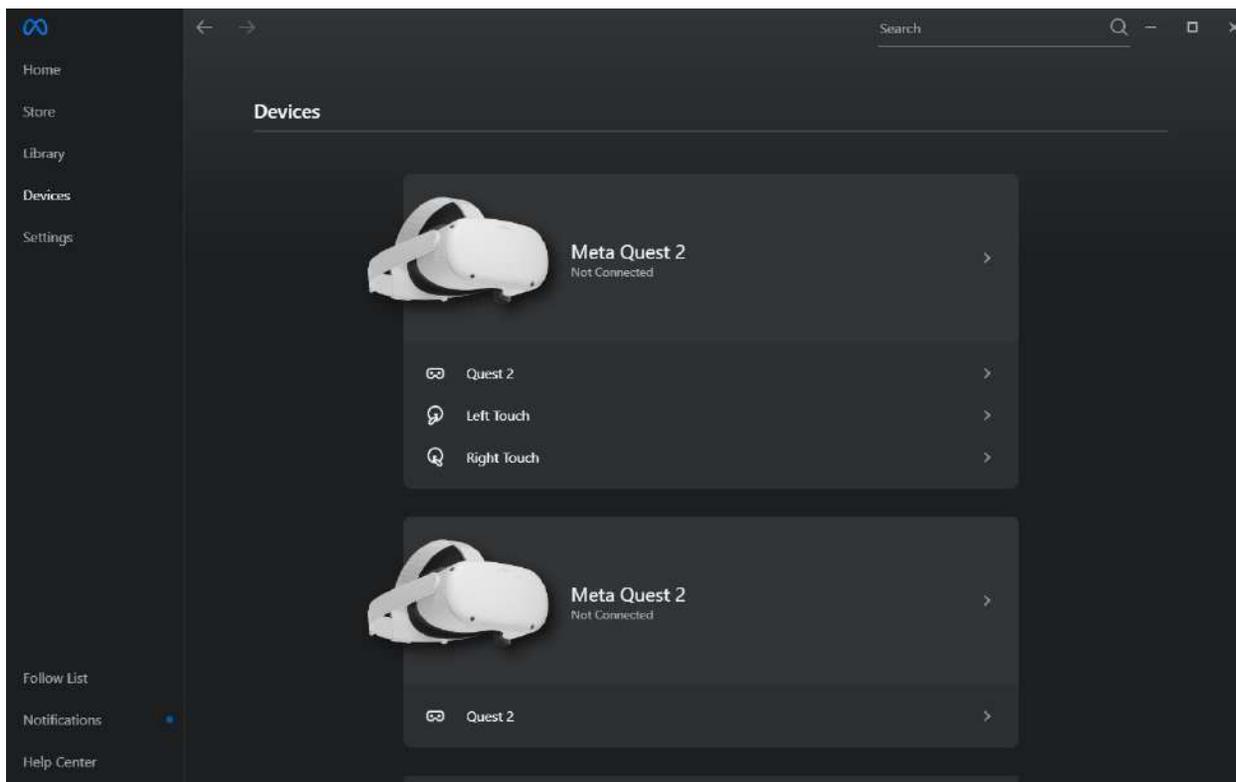
Процесор: *Intel(R) Core(TM) i7-8700K CPU @ 3.70GHz*

RAM Меморија: *16 GB*

Графичка карта: *NVIDIA GeForce GTX 1660*

Приликом повезивања VR опреме са рачунаром, иста је калибрисана како би систем на правилан начин регистровао кретање корисника и утицао на корисничко искуство. То подразумева подешен хардвер, софтвер и просторну конфигурацију.

Подешавање хардвера подразумева повезивање опреме са рачунаром, а у случају истраживања опрема је спојена програмом *Meta Quest Link* (слика 28), уз опцију повезивања каблом, или путем бежичне интернет мреже. Такође, инсталиран је и *SteamVR*, који представља платформу за управљање и покретање VR садржаја на рачунару, тј. представља спону између VR хардвера и апликација које подржавају виртуелну реалност. Контролери су у овом случају аутоматски били повезани са остатком опреме.



Слика 28. Interface програма *Meta Quest Link*

Подешавање софтвера у овом случају односи се на омогућавање коришћење *Oculus* опреме у самом програму, које се реализује помоћу *Oculus* додатка, уз опцију да се омогући коришћење опреме у апликацијама које су креиране у непознатом извору, тј. ван *Oculus* продавнице. Један од најчешћих проблема који се јавља на релацији опрема – рачунар је губитак конекције, услед слабог сигнала бежичног интернета или недовољно дугачког кабла.

Просторна конфигурација подразумева чињеницу постојања довољно слободног простора у просторији, односно безбедне зоне за коришћење опреме. У случају *Oculus Quest 2* опреме, довољно је обезбедити простор пречника један метар, унутар ког испитаници, док носе опрему, могу да виде виртуелни простор, а постоји и опција исцртавања простора већих димензија, где уз

одговарајућу опрему може да се упари позиција опреме у реалном простору, са позицијом карактера у виртуелном простору. Просторна конфигурација може да се односи и на постављање сензора, како би што боље пратили покрете, уколико сама опрема поседује дате сензоре.

Поред подешавања простора, финалија калибрација опреме односи се на подешавање размака између очију (*IPD - Inter-Pupillary Distance*), помоћу клизача којим могу да се размакну сочива, како би слика била јаснија. Такође, потребно је подесити наочаре тако да слика буде оштра, те је то сваки од испитаника подешавао/ла на основу тога како му/јој одговара, и на крају тестирао/ла да ли се у виртуелном простору успешно региструју наочаре, али и виртуелне шаке.

Комбиновањем свега наведеног утиче се на прецизност праћења покрета, ставља се фокус на смањење мучнине при коришћењу опреме, уз безбедно коришћење и појаву оптималног квалитета слике (слика 29).



Слика 29. Коришћење опреме за ВР

4.2. Дефинисање упитника намењеног статистичкој евалуацији - сходно установљеним критеријумима

Упитник који је коришћен базиран је на претходно дефинисаном сету питања који је у вези са анализираним критеријумима.

Упитник је креиран тако да мери критеријуме дефинисане у претходним поглављима. Свака понуђена скала или категоријални одговор омогућавају квантификацију перцепције корисника за конкретан критеријум, што омогућава статистичку евалуацију резултата. Упитник садржи и контролна питања, као што су дефинисање простора и опис атмосфере датих простора, која служе да провере доследност одговора и односе се на општи утисак корисника независно од нумеричких вредности. Испитаници су упитник попуњавали самостално, у електронском облику, непосредно након тестирања у ВР окружењу, како би се осигурала свежина и тачност њихове перцепције.

Питања коришћена при истраживању, која су анализирана у наставку, су следећа:

1) Како бисте дефинисали простор у ком сте се нашли?

- Затворен
- Отворен
- Остало

2) На скали од 1 до 5, како бисте оценили осећај затворености или отворености простора у овој сцени?

- 1 - потпуно затворен
- 5 - потпуно отворен

3) На скали од 1 до 5, оцените угодност овог простора.

- 1 - најмања оцена
- 5 - највећа оцена

4) На скали од 1 до 5, оцените осветљеност овог простора.

- 1 - најмања оцена
- 5 - највећа оцена

5) На скали од 1 до 5, оцените једноставност оријентације у овом простору.

- 1 - најмања оцена
- 5 - највећа оцена

6) На скали од 1 до 5, оцените прегледност околине у овом простору.

- 1 - најмања оцена
- 5 - највећа оцена

7) На скали од 1 до 5, оцените осећај сопствене сигурности у овом простору.

- 1 - најмања сигурност
- 5 - највећа сигурност

8) На скали од 1 до 5, оцените како вам се чини пропорција између висине објеката и ширине простора између њих.

- 1 - најмање складно
- 5 - највише складно

9) Да ли бисте волели да проводите више времена у простору са оваквим односом ширине јавног простора и висине објеката (боравак, рекреација, дружење, одмор и слично)?

- Да
- Не
- Не знам

10) Како бисте описали атмосферу у овом простору?

- Пријатна
- Мирна
- Стресна
- Загушујућа
- Неудобна
- Остало

4.3. Преглед, анализа и дискусија статистички добијених резултата истраживања за сваки од разматраних критеријума

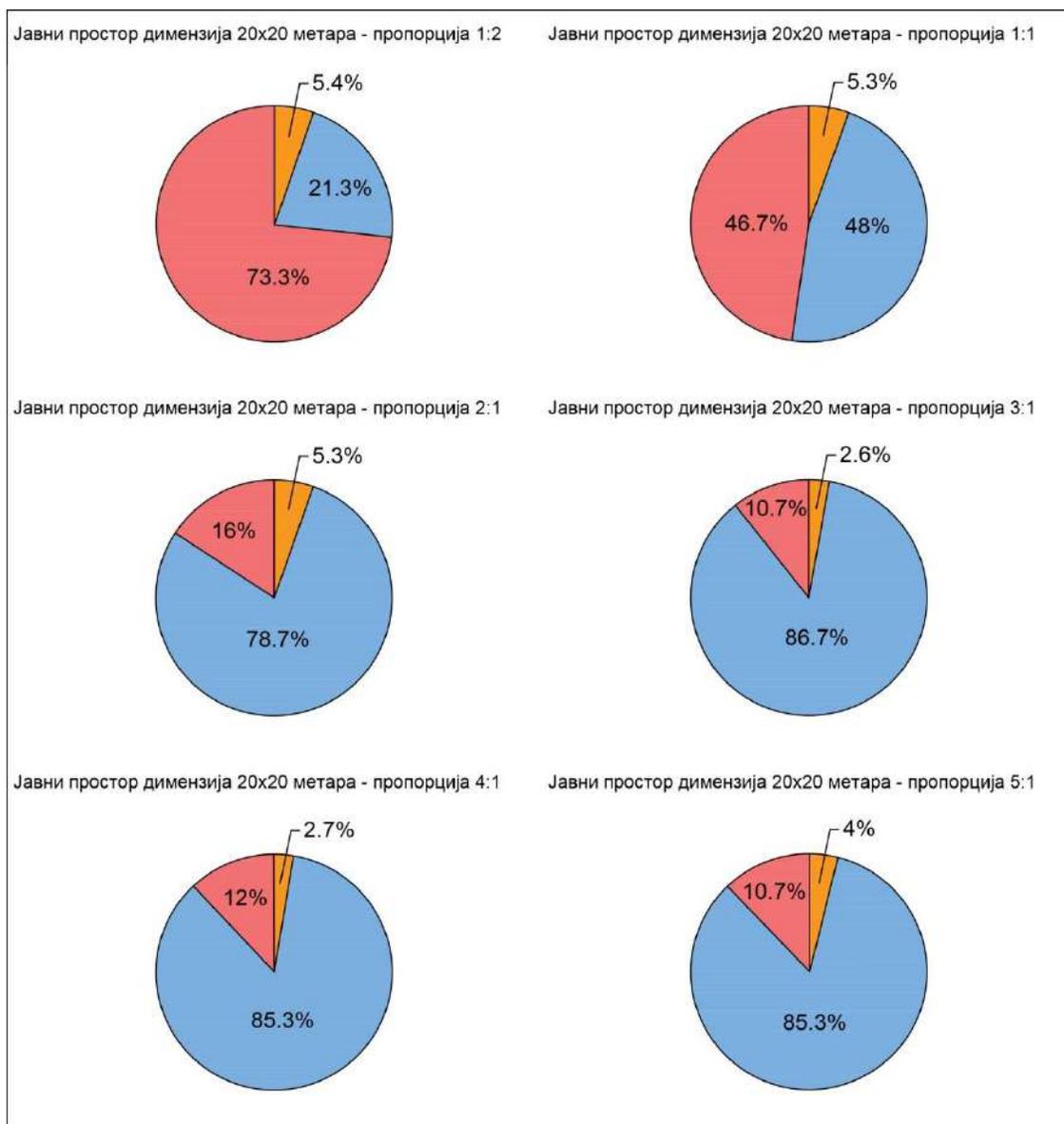
У наставку рада представљени су резултати анкете, као и преглед, анализа и дискусија добијених резултата за сваки од разматраних критеријума.

1) Отвореност или затвореност простора

На основу субјективног доживљаја, заснованог на посматрању мањег виртуелног простора одређених пропорција, на питање како би дефинисали простор у ком су се нашли, испитаници су могли да одговоре да простор сматрају визуелно затвореним (црвена боја), отвореним (плава боја), или да дају трећи одговор (наранџаста боја), а резултати су приказани на слици 30.

Редослед пропорција простора који сматрају визуелно најотворенијим је следећи: 3:1 (86.7%), 5:1 (85.3%), 4:1 (85.3%), 2:1 (78.7%), 1:1 (48%) и 1:2 (21.3%).

Редослед пропорција простора који сматрају визуелно најзатворенијим је следећи: 1:2 (73.3%), 1:1 (46.7%), 2:1 (16%), 4:1 (12%), 3:1 (10.7%) и 5:1 (10.7%).



Слика 30. Осећај затворености или отворености простора за различите пропорције: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Анализом резултата може да се схвати да испитаници не перципирају осећај отворености виртуелног простора искључиво на основу висине објеката који га окружују, те да превише ниски објекти, у овом случају, одају утисак мање отворених простора, него када су објекти виши, док је исти проценат испитаника сматрао просторе 4:1 и 5:1 отвореним.

Такође, проценат осећаја затвореност простора не расте линеарно уз раст околних објеката, већ се и у овом случају промена дешава око пропорција 3:1 и 4:1, где испитаници простор 4:1 сматрају затворенијим од простора 3:1.

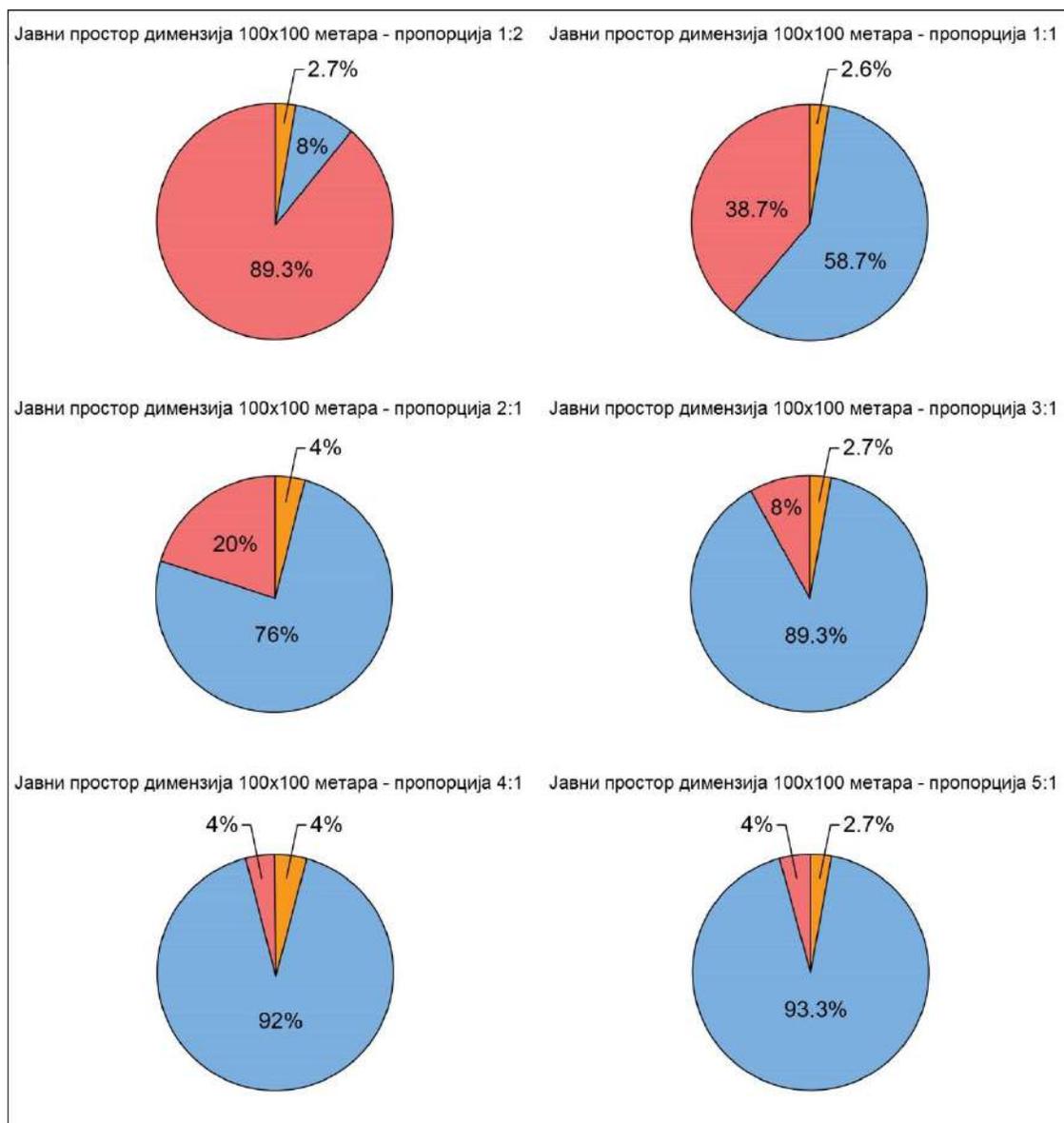
На основу одговора испитаника, у случају мањег јавног простора, визуелно најотвореније делује онај чије су пропорције 3:1, а најзатвореније простор пропорција 1:2.

Дефинисање субјективног доживљаја већег виртуелног јавног простора као визуелно отвореног или затвореног може да се сагледа на основу слике 31, где су црвеном бојом означени затворени, плавом отворени простори, а наранџастом бојом означени су преостали одговори. На основу одговора испитаника, најотворенијим простором сматра се онај чија је пропорција 5:1, а најзатворенији простор сматра се онај чија је пропорција 1:2. Резултати су у случају испитивања били у складу са логичким очекивањима, где већа висина објеката на јавном простору може да утиче на осећај затворености (Pereković P. et al 2007).

Редослед пропорција простора који сматрају визуелно најотворенијим је следећи: 5:1 (93.3%), 4:1 (92%), 3:1 (89.3%), 2:1 (76%), 1:1 (58.7%) и 1:2 (8%).

Редослед пропорција простора који сматрају визуелно најзатворенијим је следећи: 1:2 (89.3%), 1:1 (38.7%), 2:1 (20%), 3:1 (8%), 4:1 (4%), 5:1 (4%).

За разлику од мањег виртуелног јавног простора, код већег је приметно да висина околних објеката директно утиче на осећај визуелне затворености или отворености простора. Такође, проценат одговора испитаника који сматрају просторе 3:1, 4:1 и 5:1 отвореним је сличан, и износи апроксимативно око 90% гласова.



Слика 31. Осећај затворености или отворености простора за различите пропорције: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Неки од теоретичара простора, тачније просторних пропорција и односа, су Кристофер Александер, Камило Зите и Ернст Нојферт, који су, између осталог, анализирали како димензије простора утичу на доживљај истог, при архитектонском пројектовању (Alexander C. et al. 1977; Sitte, C., 2011/1889; Neufert, E., 2012). Такође, Кристијан Норберг-Шулц је истраживао на који начин људи доживљавају и разумеју простор кроз своје постојање, као и кроз свакодневни живот, уводећи концепте "егзистенцијалног простора" и "духа места" (*genius loci*), који се односе на карактер и атмосферу одређеног простора. Његова теорија је утицала на савремено разумевање односа између простора и људи који се у њему налазе, бавећи се егзистенцијалном димензијом простора и тиме како људи осећају и доживљавају простор (Christian Norberg-Schulz, 1979).

У спроведеном истраживању је приметно да испитаници не доживљавају различите величине простора исто, упркос томе што су им пропорцијски односи једнаки. Код већих јавних простора уочава се линеарна промена пропорцијски најотворенијих или најзатворенијих простора, у складу са тим колико су објекти који га окружују високи, док је при мањем простору разлика у одговорима испитаника другачија и најотворенијим простором не сматрају онај код ког су окружујући објекти најнижи, те постоји разлика у доживљају испитаника у односу на то колике су димензије простора, упркос пропорцијама.

Упоредном анализом резултата може да се изведе вредновање да су испитаници на питање “Како бисте дефинисали простор у ком сте се нашли?” одговорили тако да визуелно најотвореније просторе сматрају оне чије су пропорције **5:1**, (**85.3%** испитаника за мањи, а **93.3%** испитаника за већи простор) а најзатвореније оне чије су пропорције 1:2 (**73.3%** испитаника за мањи, а **89.3%** испитаника за већи простор). Процентуално посматрано, најизраженије пропорције су код оба простора биле исте.

Дакле, осећај најизраженије визуелне затворености или отворености доминантији је код већег простора, него код мањег, док су резултати приказани и у табели 1.

Пропорције	Мањи јавни простор			Већи јавни простор		
	Отворен (%)	Затворен (%)	Остало (%)	Отворен (%)	Затворен (%)	Остало (%)
1:2	21.3	73.3	5.4	8	89.3	2.7
1:1	48	46.7	5.3	58.7	38.7	2.6
2:1	78.7	16	5.3	76	20	4
3:1	86.7	10.7	2.6	89.3	8	2.7
4:1	85.3	12	2.7	92	4	4
5:1	85.3	10.7	4	93.3	4	2.7

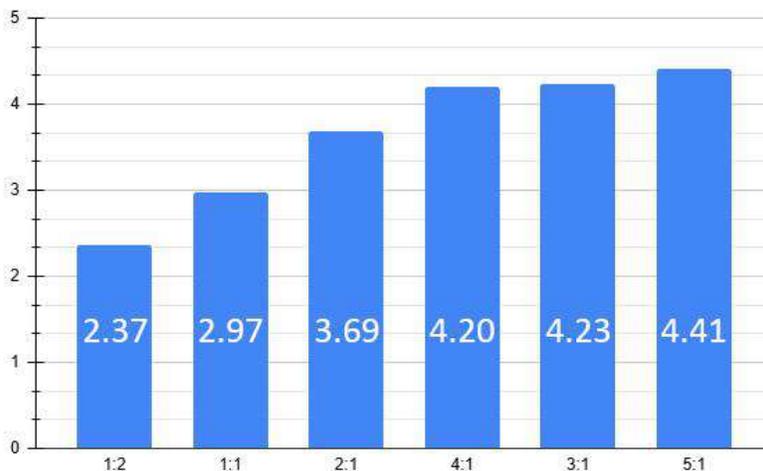
Табела 1. Упоредна анализа затворености/отворености простора

Иако је није једноставно дефинисати, како би се потенцијално боље разумела визуелна граница која представља баријеру између затворених и отворених простора, анализирани су добијени резултати, који су истакнути у наставку истраживања.

2) Визуелни осећај затворености или отворености простора

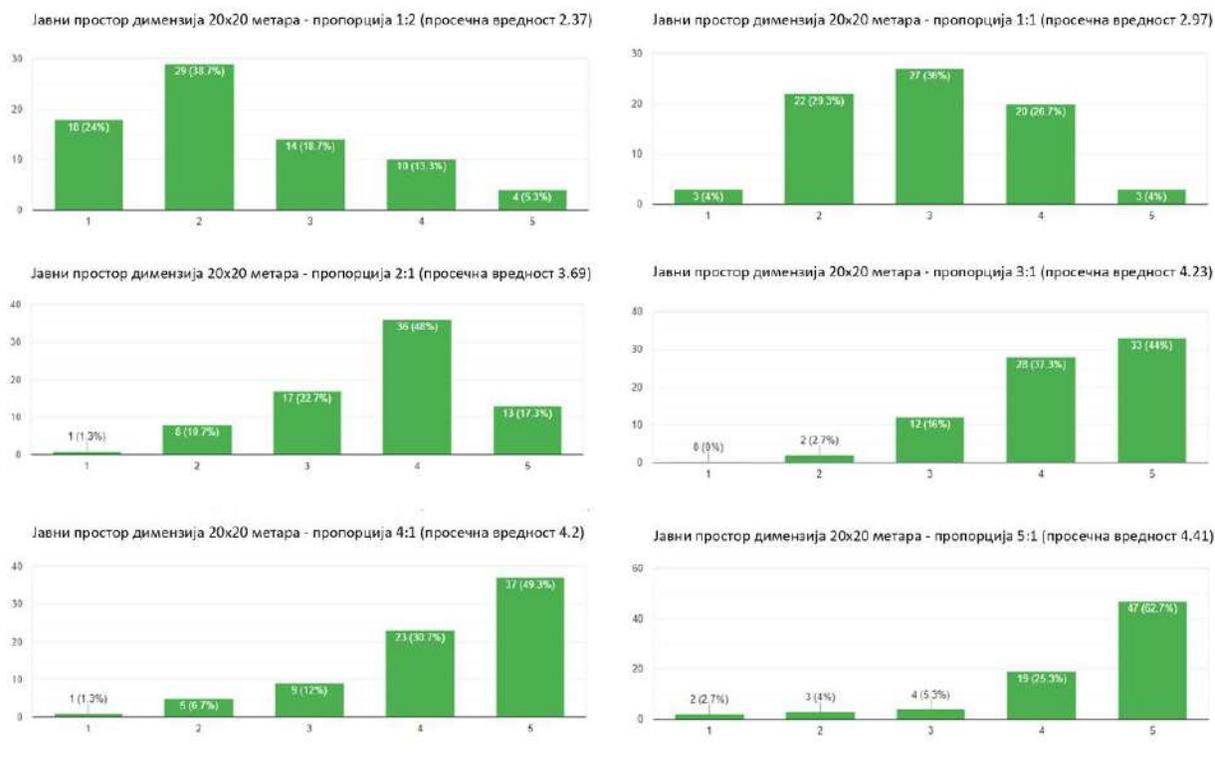
За разлику од претходног питања, где су испитаници имали три опције на располагању, у оквиру визуелног доживљаја затворености или отворености фокус је стављен на то да испитаници процене колико је неки виртуелни простор затворен или отворен, тако да број 1 представља доживљај потпуно затвореног, а број 5 потпуно отвореног простора. Мањи простор који испитаници сматрају најотворенијим је онај чије су пропорције **5:1** (просечна вредност **4.41**), а најзатворенији простор је онај чије су пропорције **1:2** (просечна вредност **2.37**). Анализом резултата уочава се да висина околних објеката не утиче увек на то да неки простори делују визуелно отвореније, уколико су околни објекти нижи (слике 32 и 33).

На слици 32 приказан је дијаграм чије вредности на ординати представљају аритметичку средину одговора, а вредности на апсциси односе се на пропорцијске односе који су тестирани. Овим дијаграмом приказано је који пропорцијски односи имају највећу, а који најмању аритметичку средину. Анализом резултата може да се схвати да је пропорција, након које просечне вредности постају сличне, 4:1. У том случају, на основу дијаграма приказаног на слици 32, дата пропорција може да се сматра преломном тачком визуелног осећаја отворености мањег јавног простора, тако да у овом случају пропорције 3:1, 4:1 и 5:1 делују визуелно отворено и имају сличне аритметичке средине.



Слика 32. Дијаграм који приказује средње вредности визуелно најзатворенијих простора, ка најотворенијим

На слици 33 приказан је број одговора (75) на исто питање, за сваки виртуелни простор, са одговорима који су распоређени на скали од 1 до 5. Из ове слике извучен је модус, који је приказан у табели 2.



Слика 33. Однос затворености и отворености простора приказан кроз појединачне нивое: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Испитаници најотворенијим сматрају виртуелни простор чије су пропорције 5:1, што је усаглашено и са највећом аритметичком средином. Поредећи резултате аритметичких средина и модуса, уочава се да је вредност 5 модус код пропорција 3:1, 4:1 и 5:1 (табела 2), које свакако имају највеће аритметичке средине, и могу да се посматрају као пропорције у оквиру којих се простор доживљава отвореним. Број гласова за највећу оцену расте уз снижавање висине објеката, док при аритметичким срединама пропорција 3:1 има већу средњу вредност од пропорције 4:1, због осталих високих вредности.

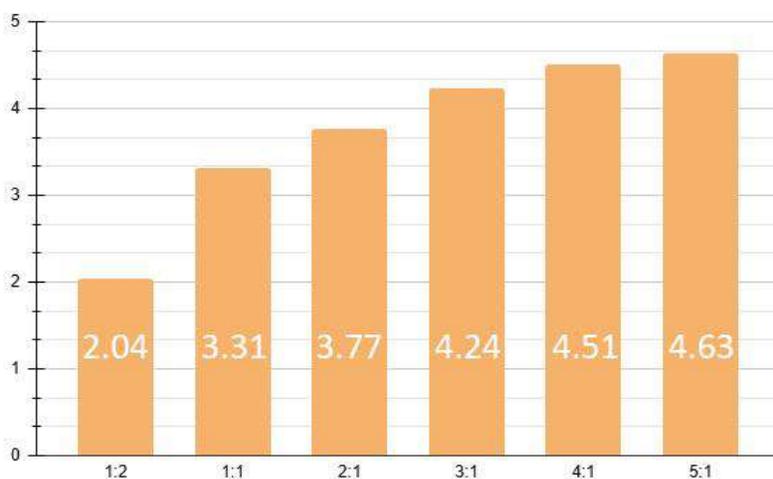
Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	2	29 (38.7%)
1:1	3	27 (36%)
2:1	4	36 (48%)
3:1	5	33 (44%)
4:1	5	37 (49.3%)
5:1	5	47 (62.7%)

Табела 2. Модус за визуелни осећај затворености/отворености простора – 20x20 метара

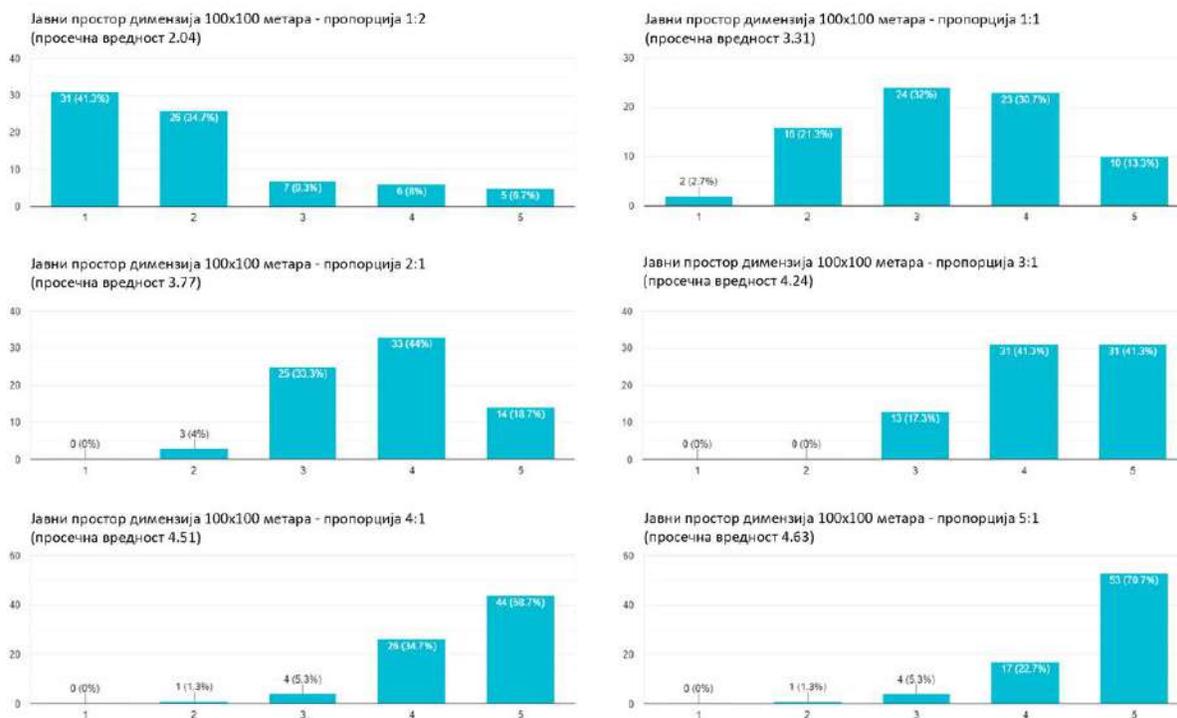
При случају оцењивања затворености или отворености већег виртуелног јавног простора, резултат је такав да је визуелно најотворенији простор онај чија је пропорција 5:1 (просечна вредност 4.63), те градивно гледано, затвореније делују они простори код којих су висине околних објеката

веће (слике 34 и 35), што је логички тачно, али није било идентично и код мањих простора. Визуелно најзатвореније делује простор чије су пропорције **1:2**, уз просечну вредност **2.04**.

На слици 34 представљен је дијаграм чије вредности на ординати представљају аритметичку средину одговора, а вредности на апсциси односе се на пропорцијске односе који су тестирани. Овим дијаграмом приказано је који пропорцијски односи имају највећу, а који најмању аритметичку средину. И у овом случају, преломном тачком може да се сматра пропорција 4:1, јер је разлика у аритметичким срединама између пропорција 4:1 и 5:1 у том случају најнижа. Ипак, уколико просторе 4:1 и 5:1 сматрамо отвореним, пропорција 3:1 има нижу аритметичку средину, тако да може да представља границу између отворених и затворених простора, у зависности од тога како их испитаници доживљавају.



Слика 34. Дијаграм који приказује средње вредности визуелно најзатворенијих простора, ка најотворенијим



Слика 35. Однос затворености и отворености простора приказан кроз појединачне нивое: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Поређећи резултате аритметичких средина и модуса, приметно је да је аритметичка средина већа у случајевима када су објекти који окружују простор нижи. У табели 3 уочава се да је модус 5 при пропорцијама 3:1, 4:1 и 5:1, а процентуални број гласова опада у складу са тим како објекти постају нижи, уколико се посматрају они пропорцијски односи код којих је модус 5. У случају ове анализе, утисак је да аритметичка средина и модус сразмерно опадају како се снижавају објекти који окружују простор.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	1	31 (41.3%)
1:1	3	24 (32%)
2:1	4	33 (44%)
3:1	4 и 5	31 (41.3%)
4:1	5	44 (58.7%)
5:1	5	53 (70.7%)

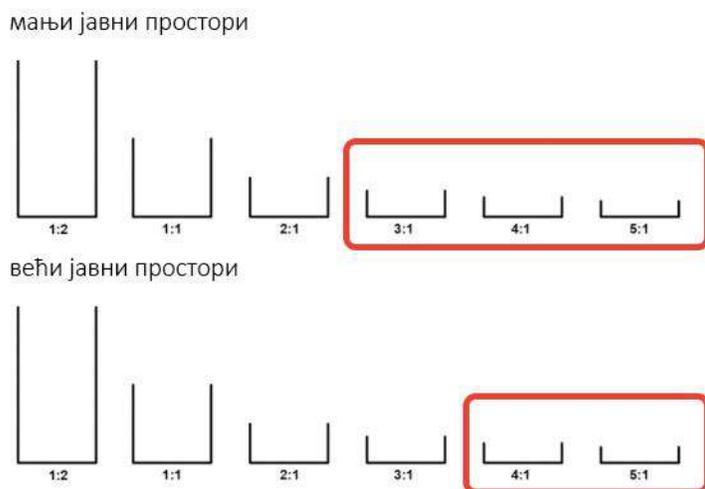
Табела 3. Модус за визуелни осећај затворености/отворености простора – 100x100 метара

Иако простор физички није затворен, он може да се интерпретира као отворен или затворен, на основу субјективног доживљаја сваког појединца и наведених критеријума из литературе. У случају два простора која су испитана кроз сет питања ради прикупљања података кроз корисничку евалуацију, без обзира на димензије, испитаници су одредили да визуелно најотворенији простор (у случају 20x20 метара) изгледа онај чије су пропорције 5:1, уз просечну вредност 4.41 (на скали од 1 до 5), а најзатворенији простор онај чије су пропорције 1:2, уз

просечну вредност **2.37** (на скали од 1 до 5). Простор димензија 100x100 метара делује најотвореније при истој пропорцији, **5:1**, уз просечну вредност **4.63**, а најзатворенији при пропорцији **1:2**, уз просечну вредност **2.04**. У оба случаја приметно је таксативно повећавање просечне вредности при смањењу висине околних објеката, с акцентом на то да су просечне вредности простора 100x100 метара за нијансу веће од просечних вредности простора 20x20 метара, што потврђује чињеницу да је осећај перципирања затворености или отворености простора сличан, само је осећај отворености у већем простору још израженији, као и да је осећај затворености још израженији у већем простору, при обрнутој пропорцији. Просечне вредности оба простора потврђују чињенице из литературе да мања висина објеката утиче на то да простори делују отвореније.

Овом анализом потврђене су тврдње написане у оквиру дела истраживања где су испитаници давали одговоре у вези са тим да ли простор сматрају отвореним или затвореним, с акцентом на то да преломна тачка визуелне промене идентитета простора могла да буде 3:1 при мањем, и 4:1 при већем простору.

Код мањег јавног простора, пропорције **3:1**, **4:1** и **5:1** могу да се сматрају визуелно отвореним просторима, на основу модуса и аритметичких средина, док би се код већег простора то могло рећи за пропорције **4:1** и **5:1**, на основу истих параметара, што би значило да је за веће јавне просторе потребна за нијансу нижа висина објеката, како би се створио осећај отворености простора, него за мање јавне просторе (слика 36).



Слика 36. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати визуелно отвореним просторима

Кристофер Александер у својим књигама наглашава значај пропорција и људске скале у обликовању простора, што може да буде једно од објашњења зашто одређене пропорције, попут односа ширине и висине 3:1 или 4:1, стварају осећај отворености у мањим просторима (Alexander, C., 1977).

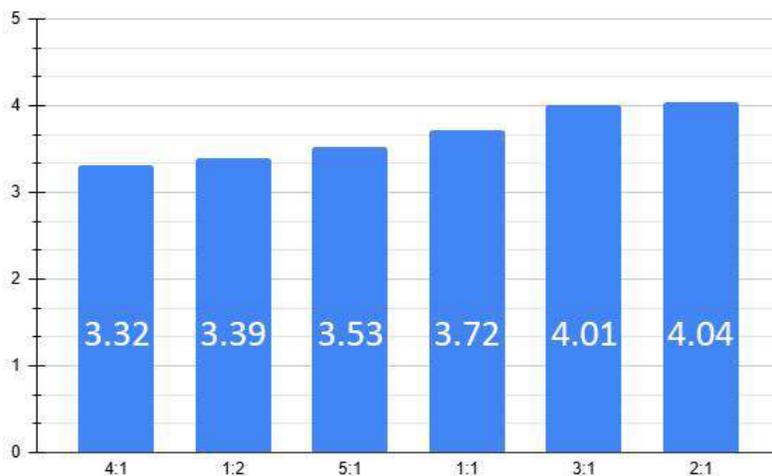
3) Угодност простора

Процена угодности мањег виртуелног јавног простора анализирана је на основу субјективног доживљаја сваког испитаника, где је на скали од 1 до 5 приказан однос од најмање угодног, до најугоднијег простора за боравак. Испитаници су у мањем простору проценили да су пропорције **2:1** (просечна вредност **4.04**) и 3:1 (просечна вредност 4.01) међу најугоднијим за боравак, а најмање угодним простором за боравак сматра се онај чије су пропорције **4:1** (просечна вредност **3.32**). Анализом добијених резултата не може да се уочи хронолошки след пропорција које утичу на осећај угодности простора (слике 37 и 38), истичући да им у случају мањег јавног простора, најнеугодније делује онај чије су пропорције 4:1.

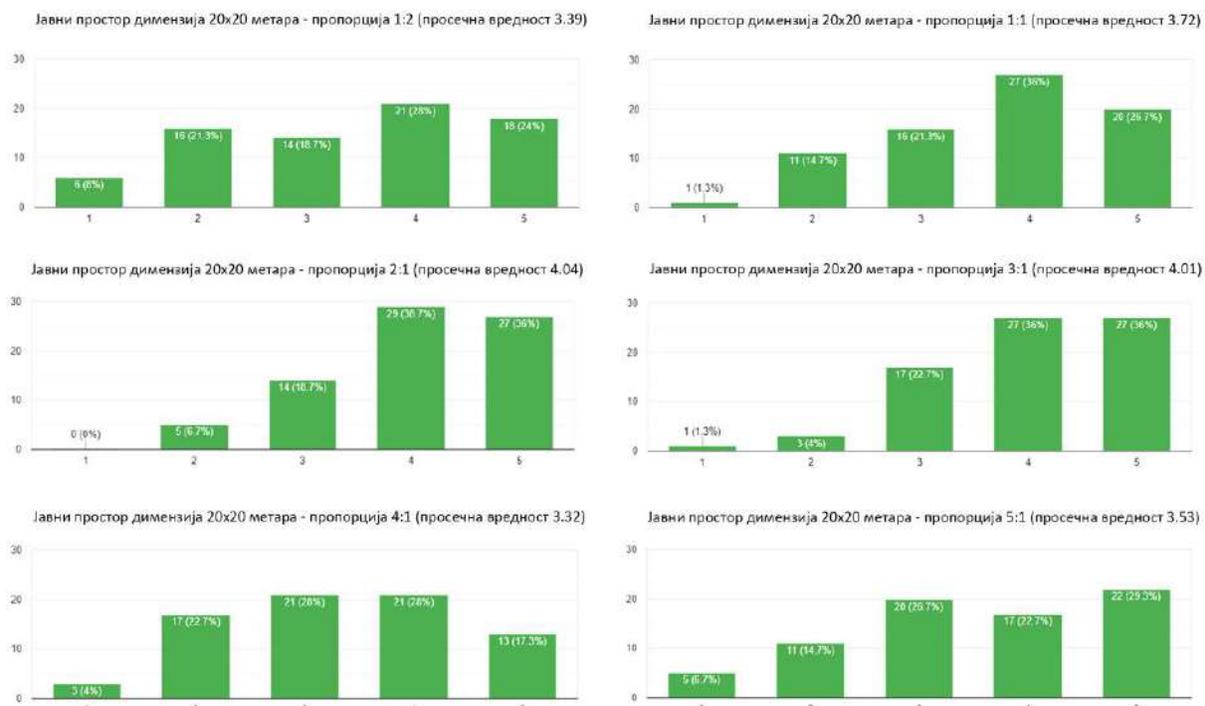
Слична просечна вредност уочава се код пропорција 3:1 и 2:1, те може да се разуме да је у оба случаја простор за боравак међу најугоднијим.

Иако не постоји теорија која се бави искључиво угодношћу простора, у литератури се спомињу сродни појмови као што су пријатност амбијента, људска мера, перцептивна удобност, јасноћа просторне структуре и визуелна угодност (Lynch, K., 1960; Cullen, G., 1961).

Такође, теорија "*Prospect-Refuge*", написана од стране географичара, Џеј Аплтона, између осталог тврди да су простори угодни уколико омогућавају прегледност, али и осећај сигурности, те и да су простори пријатни уколико нуде преглед околине и стварају осећај заштићености и заклона (Appleton, J., 1975).



Слика 37. Дијаграм угодности простора за боравак, заснован на пропорцијама (од најмање угодног до најугоднијег простора)



Слика 38. Осећај угодности приказан кроз појединачне нивое: 1,2 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

У случају анализе модуса за угодност мањег јавног простора, приметно је да ниједан од одговора за поменуте пропорције нема више од 40% од укупног броја гласова испитаника, а у великом броју случајева реч је о великом броју сличних процентуалних односа за вредност са највећим бројем одговора, посматрајући пропорцијске нивое засебно. Од шест анализираних пропорција, чак пет пропорцијских односа има модус четири (табела 4), а у зависности од осталих бројева на скали, зависи да ли је аритметичка средина била испод или изнад четири. Највећа аритметичка средина је код пропорцијског односа 2:1 је 4.04, чији је модус 4, са 29 од 75 гласова.

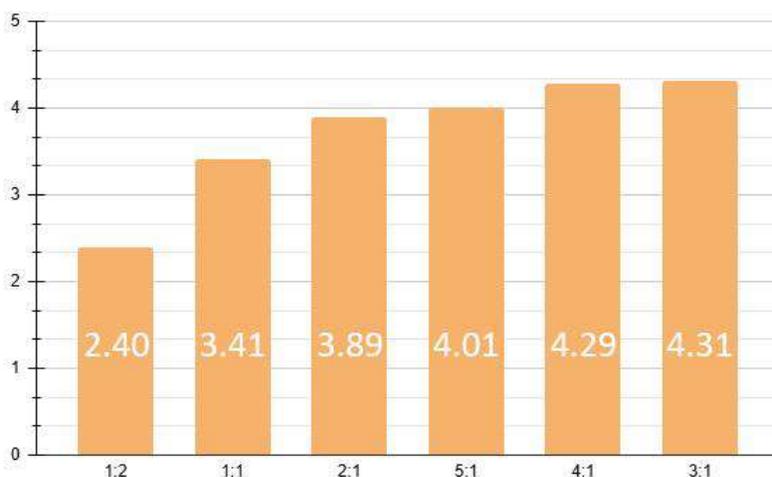
На основу поређења аритметичких средина и модуса, схвата се, да, иако пропорција **2:1** има највећу аритметичку средину, пропорција **3:1** има модус чија је вредност висока (4 и 5), тако да се обе пропорције могу сматрати угодним за дате просторе.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	4	21 (28%)
1:1	4	27 (36%)
2:1	4	29 (38.7%)
3:1	4 и 5	27 (36%)
4:1	3 и 4	21 (28%)
5:1	5	22 (29.3%)

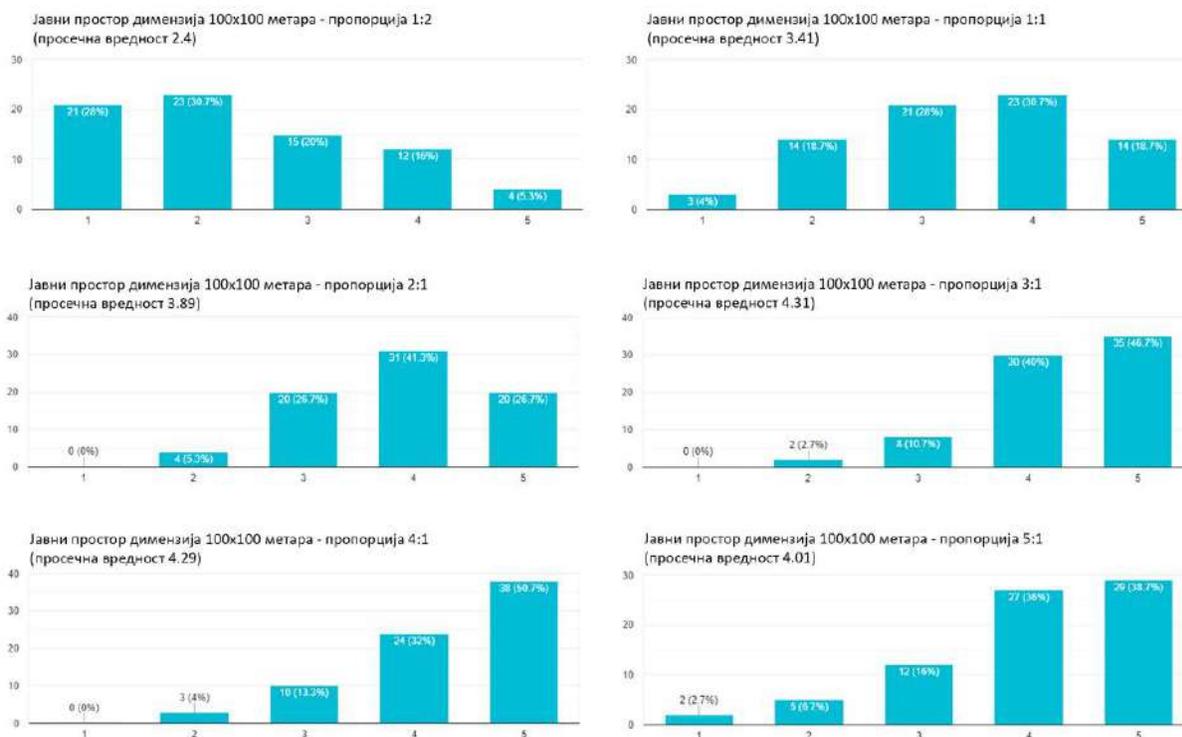
Табела 4. Модус за угодност простора – 20x20 метара

Процена угодности већег виртуелног јавног простора заснива се на субјективном доживљају сваког испитаника, где је на скали од 1 до 5 приказан однос од најмање угодног, до најугоднијег простора за боравак. Испитаници су проценили да су пропорције **3:1** (просечна вредност **4.31**) и **4:1** (просечна вредност 4.29) међу најугоднијим за боравак, док је и у овом испитивању утврђено да простор чије су пропорције **1:2** (просечна вредност **2.40**) делује најмање угодно (слике 39 и 40).

Као и у претходном случају, две пропорције се издвајају сличним, највећим аритметичким срединама, а овог пута су то пропорције 4:1 и 3:1. У поређењу са резултатима из мањег јавног простора, јасно је разлика у пропорцијама таква да је граница у којој већи јавни простор постаје угодан при пропорцији **3:1**, а мањи јавни простор при пропорцији **2:1**.



Слика 39. Дијаграм угодности простора за боравак, заснован на пропорцијама (од најмање угодног до најугоднијег простора)



Слика 40. Осећај угодности приказан кроз појединачне нивое: 1,2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

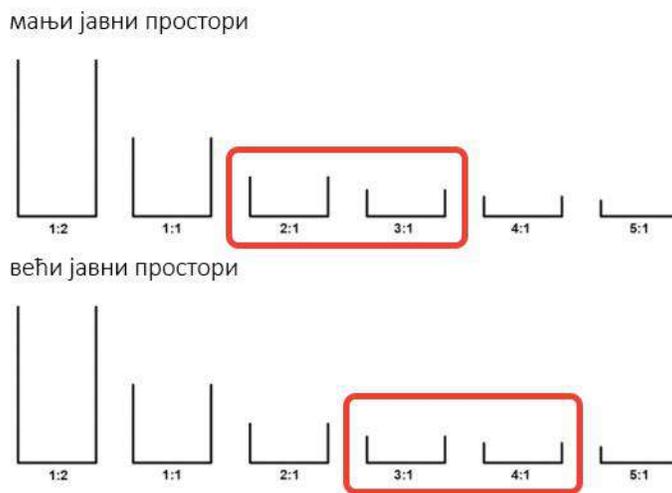
Код пропорција 3:1, 4:1 и 5:1 модус је 5 (табела 5), што доноси став да је већем делу испитаника пропорцијски однос са нижим објектима створио осећај веће угодности, иако не значи нужно да нижи објекти стварају већи осећај угодности, јер би у том случају модус могао да буде процентуално већи, како су објекти нижи. Модус 5 при пропорцији 4:1 износи 5, а дата пропорција нема највећу аритметичку средину.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	2	23 (30.7%)
1:1	4	23 (30.7%)
2:1	4	31 (41.3%)
3:1	5	35 (46.7%)
4:1	5	38 (50.7%)
5:1	5	29 (38.7%)

Табела 5. Модус за угодност простора – 100x100 метара

У случају осећаја угодности и пријатности при боравку у испитаним виртуелним просторима, испитаници су за први одговорили тако да је пропорција **2:1** имала највишу просечну вредност од **4.04**, а за већи простор, пропорција **3:1** имала је највишу вредност од **4.31**. При мањем простору, најнеугоднија пропорција је **4:1** (просечна вредност **3.32**), а при већем пропорција **1:2** (просечна вредност **2.40**).

Уколико се у обзир узму обе димензије виртуелних простора, резултати показују да се у мањим јавним просторима испитаници осећају угодније при мањим пропорцијама (слика 41), што се поклапа са Геловим тврдњама о значају људске размере и препорукама односа за удобност простора (Gehl, J., 2011). Насупрот томе, у већим просторима испитаници већи афинитет изражавају према мало већим пропорцијама, што је у складу са тврдњама Спреирегена да велики јавни простори захтевају веће размере, како би задржали достојанствен и отворен карактер (Spreiregen, P.D., 1981).



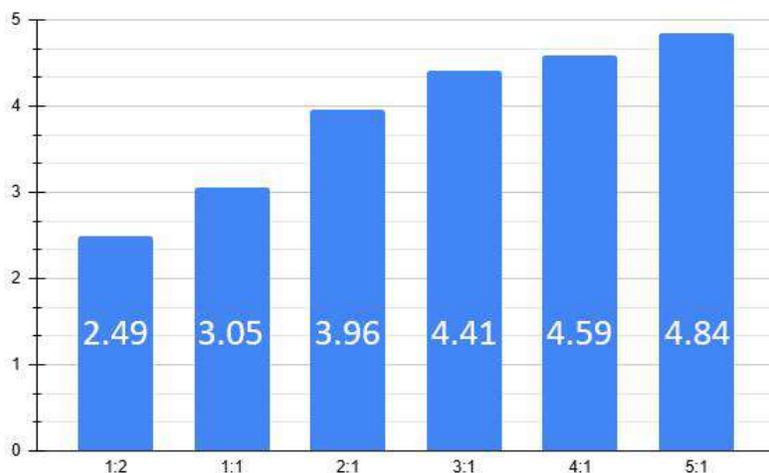
Слика 41. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати угодним просторима

4) Осветљеност простора

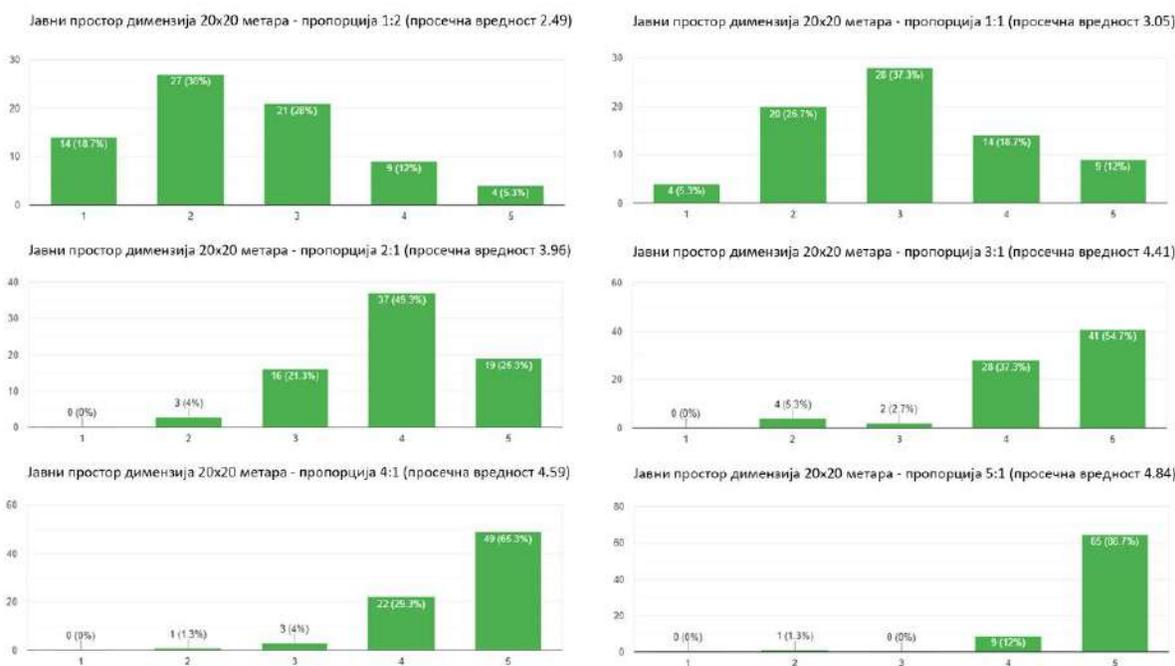
Осветљеност простора у имерисвној виртуелној реалности истог је интензитета и угла, уз промену окружења, што утиче на то да испитаници могу да перципирају простор истог интензитета осветљења, у различитим окружењима. Испитаници су утврђивали осветљеност мањег виртуелног јавног простора вредношћу на скали од 1 до 5, тако да 1 представља најмању, а 5 највећу вредност. Простор на ком су објекти најнижи (просечна вредност **4.84**), најбоље је осветљен, што потврђује логичку претпоставку да мања спратност објеката доприноси већој осветљености јавног простора између њих (слике 42 и 43). У складу са тим, најмање осветљен простор је онај чије су пропорције 1:2 (просечна вредност **2.49**).

Осветљеност простора може да се посматра као један од битнијих услова за квалитетно коришћење јавних простора, јер довољна количина светла омогућава пријатнији боравак и дуже време задржавања. Студије и методологије мерења осунчаности јавних површина могу да се користе ради процене изложености јавног простора сунцу у току дана, али и године, што може директно да утиче на обликовање јавних простора, појаву превеликих сенки и одређивање различитих зона (SOLIDWORKS, 2024). Такође, квалитетним осветљењем требало би да се створи пријатнија атмосфера, повећа безбедност и подстакну социјалне интеракције (UN-Habitat, 2011).

У случају анализе добијених резултата мањег виртуелног јавног простора, све пропорције од 2:1, па ка пропорцијама где су објекти још нижи, имају такву аритметичку средину (минимална је 3.96) да испитаници дате просторе сматрају довољно осветљеним и погодним за боравак у истим.



Слика 42. Осветљеност простора при различитим пропорцијама (од најмање оцене ка највећој)



Слика 43. Однос осветљености простора кроз појединачне нивое: 1,2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

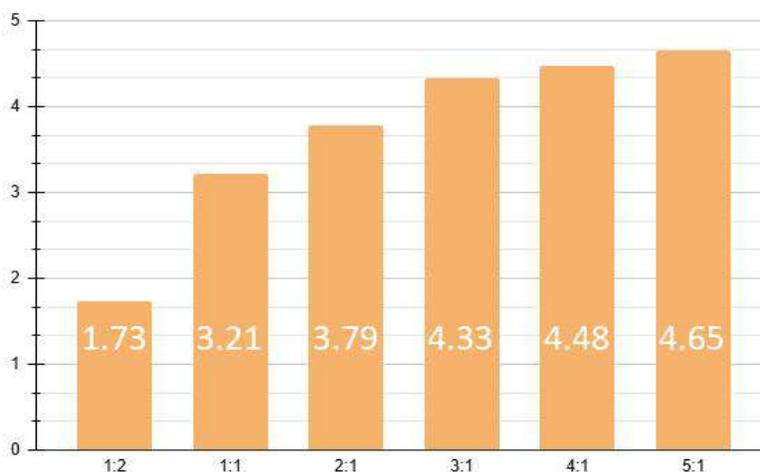
Код примера осветљености простора уочава се пораст процената одговора који се односе на модусе, уз пораст пропорције, тако да модус, чија је вредност 5, постаје процентуално већи што су објекти који окружују простор нижи (табела б), а самим тим и аритметичка средина постаје већа. Приметно је да је уз смањивање висине објеката степен једнообразног одлучивања све већи.

Уколико се резултати поређења добијених вредности (аритметичких средина и модуса) подударају и показују усклађеност са очекиваним обрасцима или претпоставкама, то може указивати на валидност испитивања на основу субјективног доживљаја.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	2	27 (36%)
1:1	3	28 (37.3%)
2:1	4	37 (49.3%)
3:1	5	41 (54.7%)
4:1	5	49 (65.3%)
5:1	5	65 (86.7%)

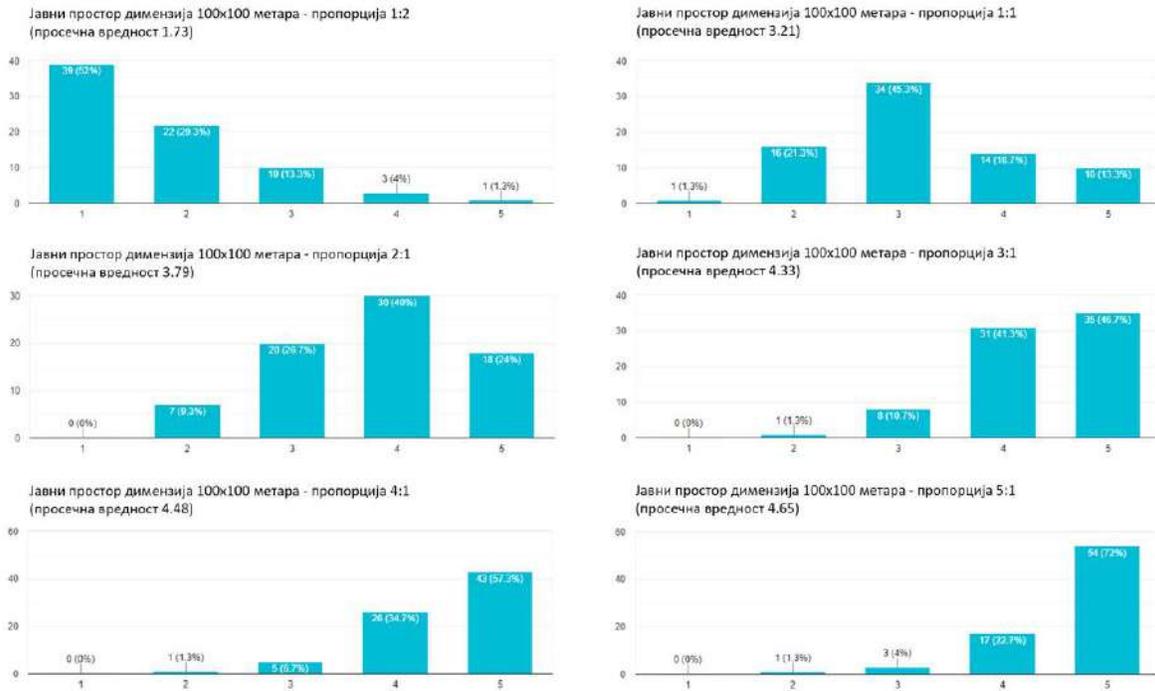
Табела 6. Модус за осветљеност простора – 20x20 метара

Када је реч о већем виртуелном јавном простору, и у овом случају очекивани резултат добија се испитивањем осветљености простора у односу на различите висине објеката. Најосветљенији простор је онај чије су пропорције **5:1** (просечна вредност **4.65**), а најмање осветљен простор пропорција **1:2** (просечна вредност **1.73**), што је приказано на сликама 44 и 45.



Слика 44. Осветљеност простора (од најмање оцене ка највећој)

Аритметичке средине веће од четири јављају се најпре при пропорцији 3:1, што значи да је граница након које се простори могу сматрати довољно осветљеним мало већа него код мањих простора, тј. потребно је да објекти буду мало нижи него у претходном примеру, како би имали аритметичку средину већу од четири.



Слика 45. Однос осветљености простора кроз појединачне нивое: 1:2 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

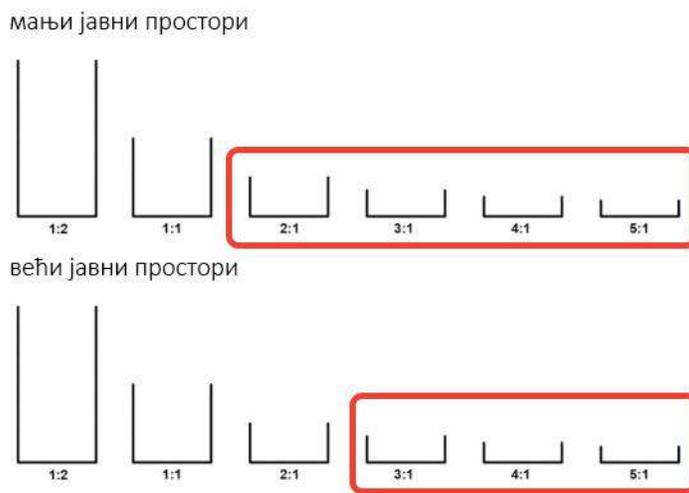
У случају анализирања резултата, распоред аритметичких средина је исти као и код виртуелног јавног простора мањих димензија, али постоји разлика у модусима, само код пропорције 1:2 (табела 7). Остали модуси су идентични, без обзира на то колике су димензије простора, док проценти варирају, те у овом случају не постоји градивно повећавање процената уз смањење висине објеката.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	1	39 (52%)
1:1	3	34 (45.3%)
2:1	4	30 (40%)
3:1	5	35 (46.7%)
4:1	5	43 (57.3%)
5:1	5	54 (72%)

Табела 7. Модус за осветљеност простора – 100x100 метара

Резултатима осветљености простора, у оба испитана случаја, добијени су исти резултати, те најосветљеније делују виртуелни простори пропорција 5:1, тј. они у којима су објекти најнижи. Простор 20x20 метара има просечну вредност **4.84**, а простор 100x100 метара просечну вредност **4.65** (на скали од 1 до 5), док најмању осветљеност имају простори чије су пропорције 1:2, с просечним вредностима **2.49** и **1.73**, респективно за мањи и већи виртуелни простор. Градација осветљености постоји тако да нижи објекти доприносе већој осветљености, а поредећи резултате из табела 6 и 7, потврда је да без обзира на димензије простора, осветљеност простора је већа

када су објекти који га окружују нижи, с акцентом на то да мањи простори имају минималну просечну вредност четири већ при пропорцији **2:1**, а већи простори при пропорцији **3:1** (слика 46). Ово може да се интерпретира тако да се иста вредност, на скали од 1 до 5, у мањем и већем простору доживљава другачије, односно да се при мањем простору достиже када су објекти високи као 50% ширине простора, а у већем као 33% ширине простора.



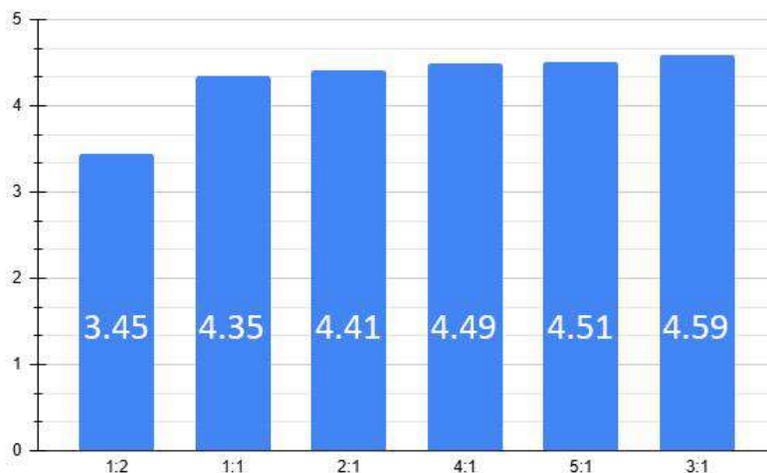
Слика 46. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати довољно осветљеним просторима

5) Једноставност оријентације у простору

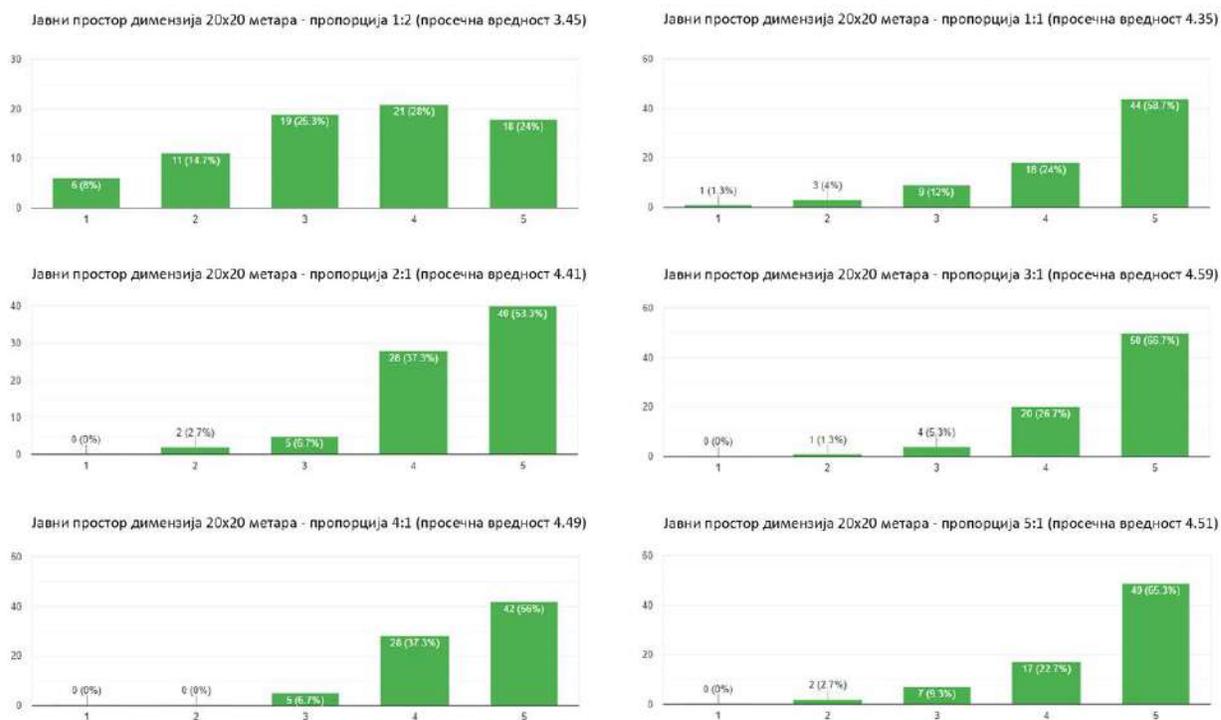
Једноставност оријентације може да се посматра и кроз појмове просторне читљивости и просторне оријентације, иако не постоји званична теорија која се бави искључиво једноставношћу оријентације, већ се сам појам везује за навигацију у урбаном окружењу. Колико је неки простор једноставан за оријентацију, може да зависи од више ствари, а то могу бити јасне просторне структуре, дефинисање јасне путање кретања, оријентира, и слично (Lynch, K., 1960, Rau, A. et al., 1992)

На скали од 1 до 5, испитаници су одређивали једноставност оријентације у сваком мањем виртуелном јавном простору, тако да број 1 представља најкомпликованију, а број 5 најједноставнију оријентацију. За сваки простор добијено је 75 одговора са различитим вредностима, од којих је тражена средња вредност. На крају, извршено је поређење средњих вредности ових простора, како би се добио одговор на питање једноставности оријентације. За мањи јавни простор, испитаници су утврдили да је најпростија пропорција за сналажење **3:1** (просечна вредност **4.59**), док је најзахтевнија **1:2** (просечна вредност **3.45**). Разлика у нијансама између простора 3:1, 5:1 и 4:1 је минимална (приказано на сликама 47 и 48).

Из овога се може схватити да испитаницима једноставност оријентације у простору није била компликована, без обзира на то која је пропорција у питању, изузев 1:2. Поредећи аритметичке средине, приметно је да је разлика у нијансама минимална, а да су просечне вредности високе.



Слика 47. Једноставност оријентације приказана кроз различите пропорције простора (од најкомпликованије до најједноставније, на скали од 1 до 5)



Слика 48. Једноставност оријентације приказана кроз појединачне нивое: 1,2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Анализом модуса наведених у табели 8, уочава се да је модус 5 најизраженији код 5 од 6 пропорцијских односа. У овом случају није могуће уочити таксативни раст процената, а модус који има највише одговора 5 припада пропорцији 3:1, чија је и аритметичка средина највећа.

Аритметичке средине у овом примеру су високе, те тако пропорција 1:1 (модус 5) уз чак 58.7% гласова има тек другу најнижу средњу вредност.

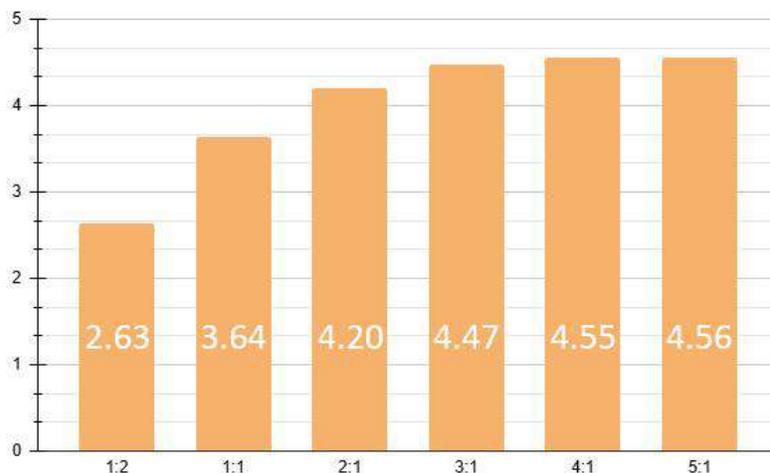
Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	4	21 (28%)
1:1	5	44 (58.7%)
2:1	5	40 (53.3%)
3:1	5	50 (66.7%)
4:1	5	42 (56%)
5:1	5	49 (65.3%)

Табела 8. Модус за једноставност оријентације у простору – 20x20 метара

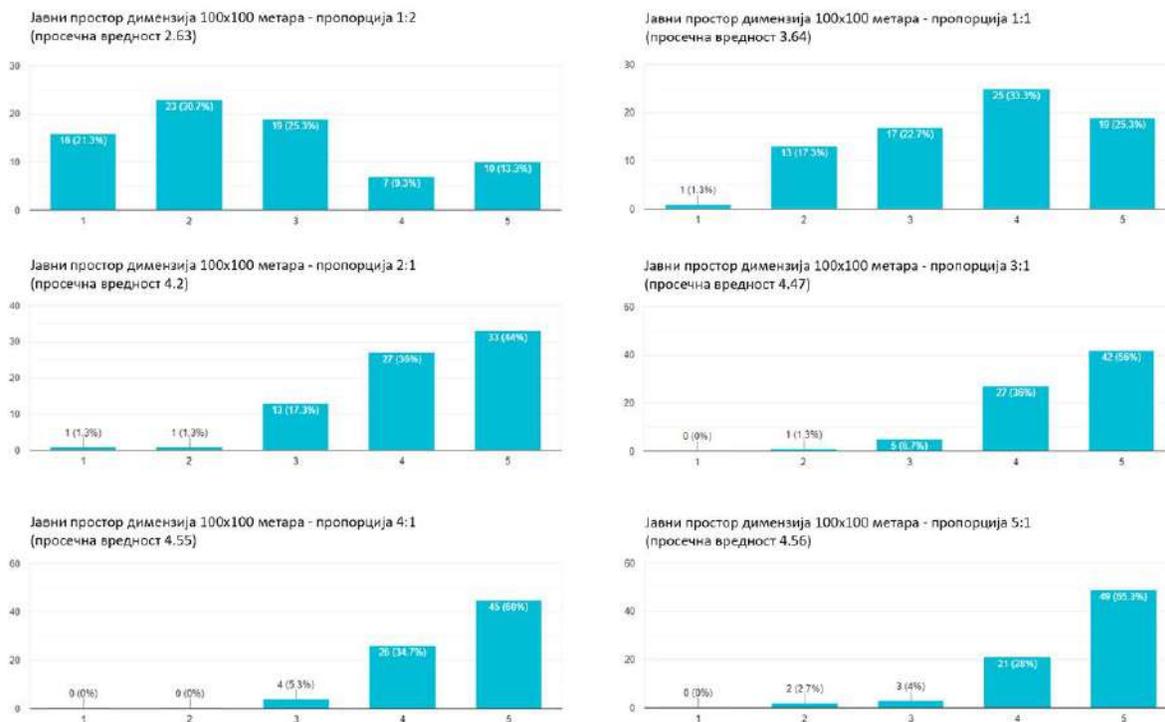
Анализом добијених резултата може да се изведе тврдња да су при оцењивању једноставности оријентације испитаници били усаглашени у томе да је већина простора довољно једноставна за оријентацију, без обзира на пропорције.

У случају дефинисања једноставности оријентације већих виртуелних јавних простора, за сваки од њих постојало је 75 одговора, на основу чега се тражила средња вредност за сваки, а на крају су се дате средње вредности поредиле. На скали од 1 до 5, испитаници су одређивали једноставност оријентације у сваком простору, тако да број 1 представља најкомпликованију, а број 5 најједноставнију оријентацију (слике 49 и 50). Испитаници су дефинисали да је степен оријентације сличан при пропорцијама **5:1** (просечна вредност **4.56**), 4:1 (просечна вредност 4.55) и 3:1 (просечна вредност 4.47), док је оријентација најзахтевнија у случају обрнуте пропорције (просечна вредност **2.63**).

Пропорције чије су аритметичке средине веће од четири су 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1, те се исте могу сматрати довољно једноставним за оријентацију. Разлика у односу на претходни пример је та што пропорција 1:1 има нижу аритметичку средину, те у већем виртуелном простору овакав однос одаје утисак теже оријентације, него у мањем.



Слика 49. Једноставност оријентације приказана кроз различите пропорције простора (од најкомпликованије до најједноставније, на скали од 1 до 5)



Слика 50. Једноставност оријентације приказана кроз појединачне нивое: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

У случају оријентације простора код већег виртуелног јавног простора, процентуални број најчешћег одговора расте заједно уз аритметичке средине (табела 9), што представља показатељ да су модуси и аритметичке средине усаглашени око датих вредности.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	2	23 (30.7%)
1:1	4	25 (33.3%)
2:1	5	33 (44%)
3:1	5	42 (56%)
4:1	5	45 (60%)
5:1	5	49 (65.3%)

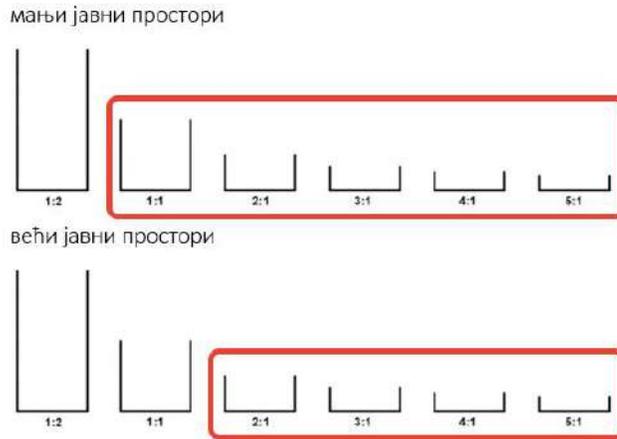
Табела 9. Модус за једноставност оријентације у простору – 100x100 метара

При анализи резултата може да се констатује да је најмањи степен једноставности оријентације у виртуелним просторима чије су пропорције **1:2**, те у првом (мањем) простору просечна вредност износи **3.45**, а у другом (већем) износи **2.63**. Међутим, највећи степен једноставности оријентације у мањем простору доживљава се при пропорцији **3:1** (просечна вредност **4.59**), а у већем при пропорцији **5:1** (просечна вредност **4.56**).

Неки од разлога, добијени на основу истраживања и коментара испитаника, због којих при мањем простору једноставност оријентације није највећа када су објекти најнижи, је та да су објекти висине 4 метра, те да делују као препреке уместо као зграде, да подсећају на продавнице, локале или кафиће пуне људи, да изгледа као да се налазе у дворишту уметничке галерије и да објекти делују међусобно преблизу, те да утичу збуњујуће на кориснике и онемогућавају једноставност оријентације.

Из наведене анализе добија се да једноставност оријентације зависи од пропорција, али исто тако и од димензија и намене простора, као и изгледа, у оквиру ког би сигнализација или знаке путева могли да имају утицај на једноставније сналажење.

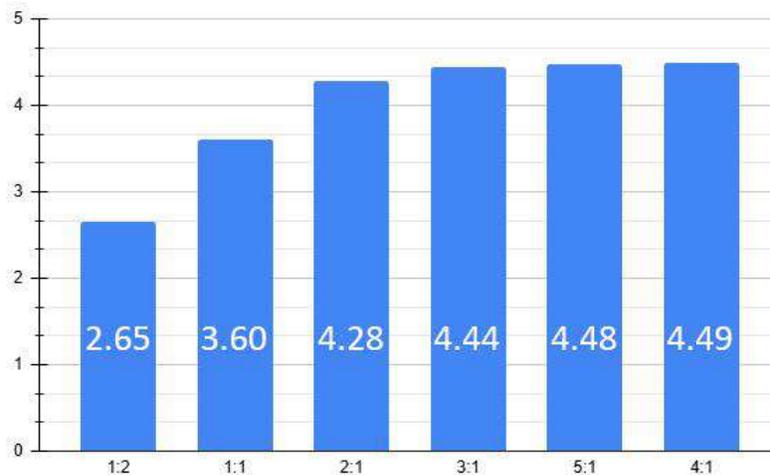
Такође, испитаници су у оба случаја категоризовали једноставност оријентације високом вредношћу за већину пропорцијских односа, осим за пропорције **1:2** у оба, и **1:1** у већем простору (слика 51).



Слика 51. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати једноставним за оријентацију

6) Прегледност околине простора

Испитаници су у случају прегледности околине мањег виртуелног јавног простора, оценом на скали од 1 до 5, рангирали прегледност околине у овом простору, тако да 1 представља најмању, а 5 највећу оцену. Прегледност околине најусаглашенија је при пропорцији **4:1** (просечна вредност **4.49**), док су минималне разлике и код пропорција 5:1 (просечна вредност 4.48) и 3:1 (просечна вредност 4.44). Највећа разлика приметна је код обрнуте пропорције, где због висине објеката испитаницима простор није деловао прегледно, те је просечна вредност за пропорцију **1:2** у овом случају **2.65** (слике 52 и 53).



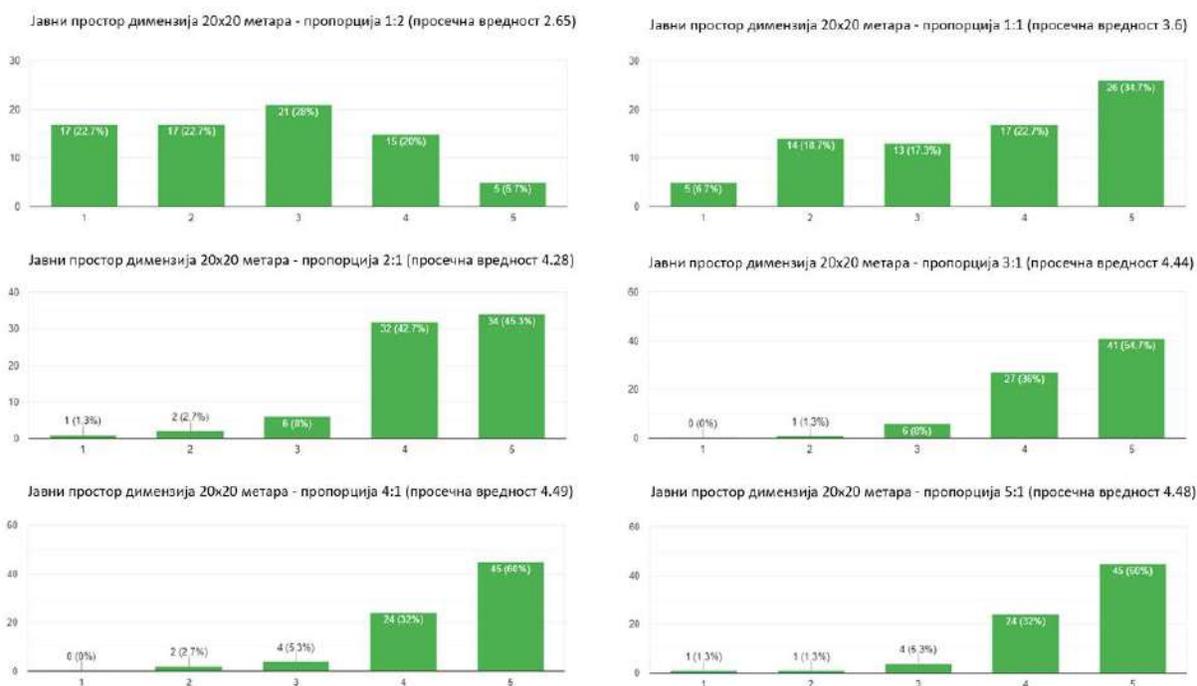
Слика 52. Прегледност простора при различитим пропорцијама (од најмање оцене ка највећој)

Пропорције чије аритметичке средине су веће од четири су 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1, с тим што највећи просек има пропорција 4:1, коју испитаници сматрају најпрегледнијом.

Разлике су и у овом случају минималне, док би се појам прегледности околине могао повезати са више теоријских приступа који се баве организацијом простора, безбедношћу и визуелном перцепцијом.

Једна од теорија је "*Space Syntax*" теорија, Била Хилиера, која суштински представља сет теорија и техника које се баве анализом конфигурације простора. У складу са тим, баве се и утицајем на кретање и перцепцију, тако да простори који имају високу интеграцију и видљивост омогућавају јаснију прегледност и лакше кретање унутар тог простора (Yam C. et al., 2021).

Простори коришћени у истраживању су конципирани тако да остају идентични, осим што им се мења висина околних објеката, како би се извршило истраживање при којој пропорцији прегледност простора делује највеће.



Слика 53. Прегледност простора приказана кроз појединачне нивое: 1,2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

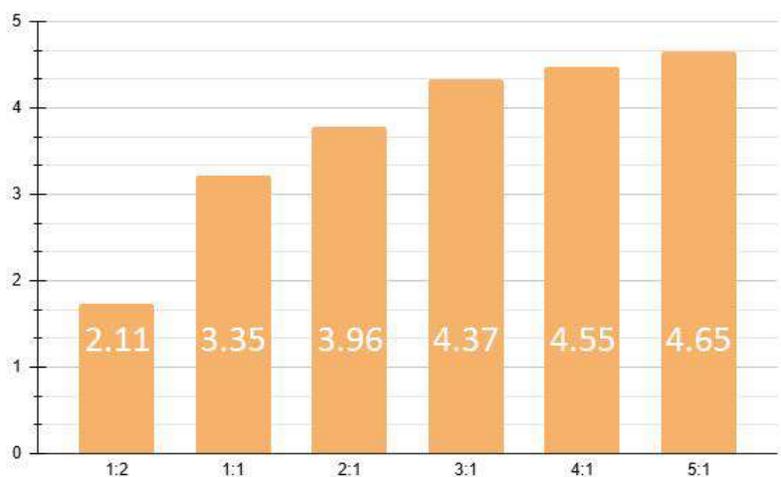
У табели 10 примећује се да је модус 5 код свих примера осим код обрнуте пропорције, те аритметичке средине зависе од осталих гласова, који су при пропорцији 1:1 врло неусаглашени, док су код пропорције 5:1 јасни и већински одређени за високе бројеве. Код обрнуте пропорције гласови су равномерније подељени, модус није велики, и стога аритметичка средина одговара модусу у овом случају.

Интересантан податак је тај да је код 5 од 6 анализираних пропорција модус био 5, што значи да испитаници у великој мери сматрају ове просторе прегледним.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	3	21 (28%)
1:1	5	26 (34.7%)
2:1	5	34 (45.3%)
3:1	5	41 (54.7%)
4:1	5	45 (60%)
5:1	5	45 (60%)

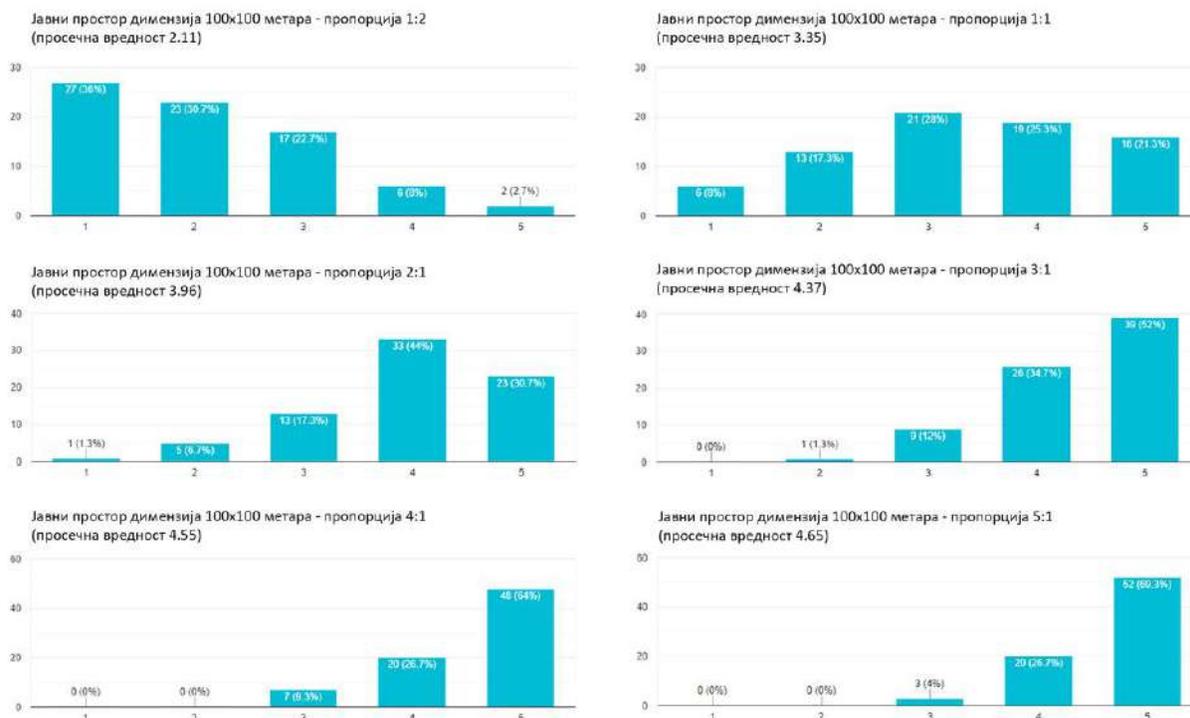
Табела 10. Модус за прегледност околине простора – 20x20 метара

Код већих виртуелних јавних простора, прегледност околине градативно доноси исте резултате као и осветљеност простора, где нижа висина околних објеката утиче на то да прегледност простора буде већа. Разлике између простора чије су пропорције **5:1 (4.65)**, 4:1 (4.55) и 3:1 (4.37) и овог пута су минималне (слике 54 и 55), док најнижу вредност има пропорција **1:2 (2.11)**.



Слика 54. Прегледност простора (од најмање оцене ка највећој)

У односу на мањи виртуелни јавни простор, где су аритметичке средине биле уједначеније, овде је уочљивија разлика између пропорција, те пропорције 3:1, 4:1 и 5:1 имају аритметичке средине веће од четири, и испитаници их сматрају прегледнијим у односу на остале просторе.



Слика 55. Прегледност простора приказана кроз појединачне нивое: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Модуси за прегледности околине простора, представљени у табели 11, код пропорција 5:1, 4:1 и 3:1 одговарају аритметичким срединама, јер уз опадање процената вредности која је представљена као најчешћи одговор, опада и вредност аритметичке средине.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	1	27 (36%)
1:1	3	21 (28%)
2:1	4	33 (44%)
3:1	5	39 (52%)
4:1	5	48 (64%)
5:1	5	52 (69.3%)

Табела 11. Модус за прегледност околине простора – 100x100 метара

Анализирањем добијених резултата добија се податак да је прегледност околине у мањем и већем виртуелном простору најмања при пропорцији **1:2**, уз просечне вредности **2.65** и **2.11**, респективно, док је у мањем простору прегледност на највишем нивоу при пропорцији **4:1** (просечна вредност **4.49**), а код већег простора је највиша при пропорцији **5:1** (просечна вредност **4.65**). У случају мањег простора, не постоји градиција по којој се логички могу поређати резултати, као што постоји код већег простора.

Може да се уочи да је прегледност околине код мањег виртуелног јавног простора јаснија од пропорција **2:1**, ка пропорцијама које подразумевају ниже објекте, уз сличне, односно уједначене

аритметичке средине. Код већег виртуелног простора, аритметичке средине су неуједначеније, те се аритметичка средина већа од четири јавља тек при пропорцији **3:1**, која може да представља доњу границу прегледности простора у овом случају.

Људска перцепција прегледности одређеног простора је комплексна и зависи од више фактора, а не само од пропорција датог простора, те теорије и истраживања указују на то да простори са већим пропорцијама могу да побољшају прегледност и да омогуће лакше сналажење у неком простору, али исто тако могу да створе и осећај небезбедности, уколико нису правилно организовани, јер велики, отворени простори, могу да делују небезбедно (Hillier B. et al., 1984).

На основу изведеног истраживања и добијених коментара испитаника, може да се констатује да нижи објекти могу да утичу на побољшање прегледности околине, због мањка сенки и боље видљивости, док простори једнаки или мањи од 1:1 могу да ограниче видљивост, створе осећај затворености и нелагоде. Простори чије су пропорције 2:1 у мањим, или 3:1 у већим јавним окружењима, или веће, могу да побољшају прегледност и сналажење, јер визуелно већи простор између објеката омогућава лакши преглед околине (слика 56). Са друге стране, овакве пропорције могу да доведу до незаштићеног изгледа простора, што може да утиче на његову употребу и осећај безбедности, нарочито у подручјима са већим бројем људи, или током ноћи.

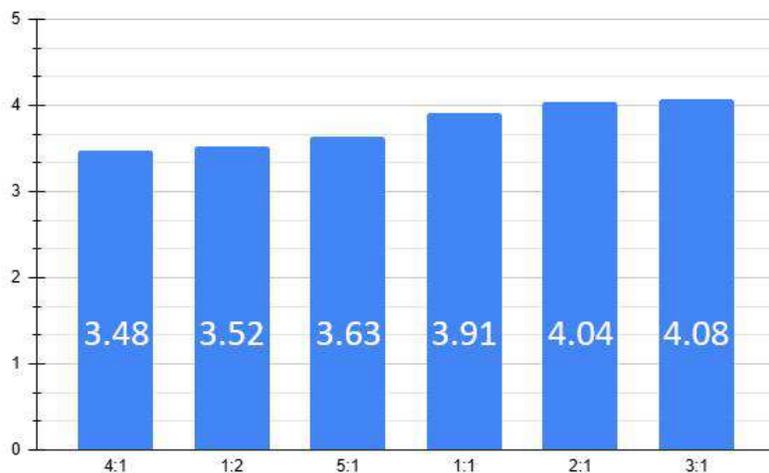


Слика 56. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати прегледним просторима

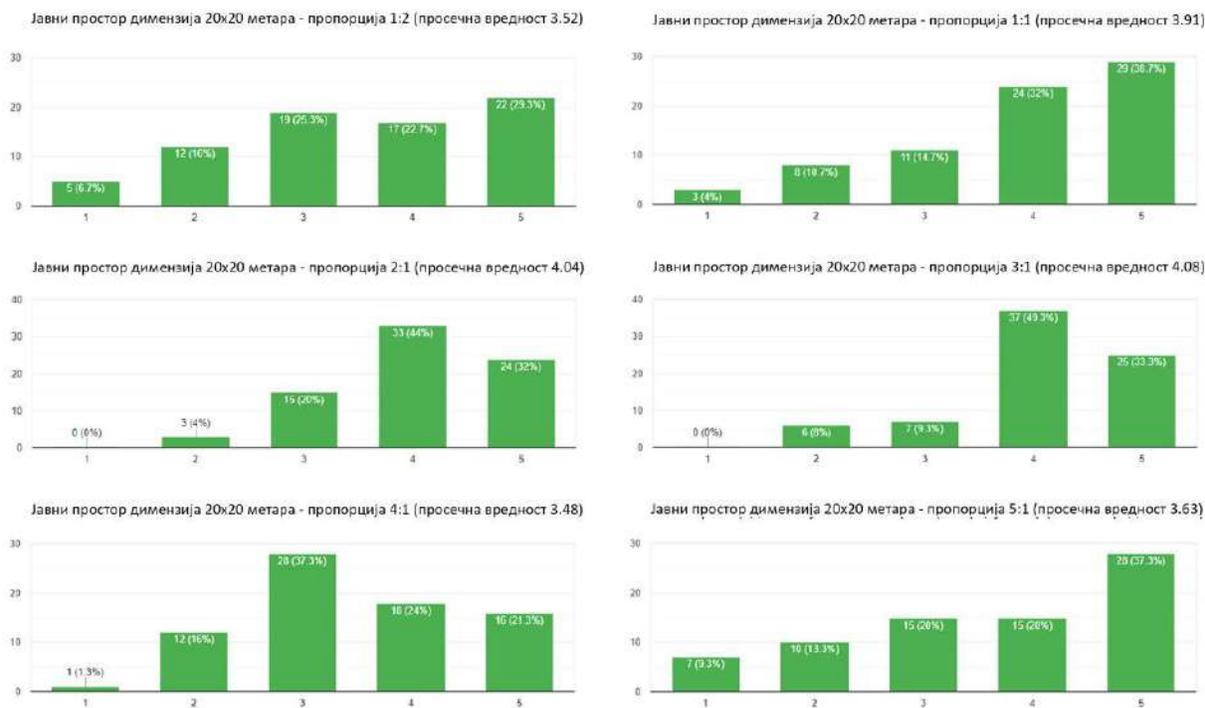
7) Сопствена сигурност у датом простору

Као и у случају код претходних питања, на скали од 1 до 5, испитаници су утврђивали осећај сопствене сигурности у датом виртуелном простору, тако да оцена 1 представља најмању, а 5 највећу сигурност. На основу истраживања утврђено је да је осећај сигурности сличан у већини случајева, без обзира на то која је висина околних објеката, док су се у случају мањег јавног простора испитаници најсигурније осећали у простору чије су пропорције **3:1** (просечна вредност **4.08**), а најмање сигурно у простору **4:1**, чија је просечна вредност **3.48** (слике 57 и 58).

Анализом резултата уочено је да су аритметичке средине у већини случајева сличне, док је модус био највећи при пропорцији 3:1, тако да су испитаници за ту пропорцију били најсаглашенији, чија је аритметичка средина највећа.



Слика 57. Процена сопствене сигурности у просторима различитих пропорција (од најмање оцене ка највећој)



Слика 58. Осећај сопствене сигурности приказан кроз појединачне нивое: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Уколико се пореде модуси (табела 12) са аритметичким срединама, примећује се да су саглашени резултати из разлога јер је најнижи модус (3) при пропорцији 4:1, чија је и

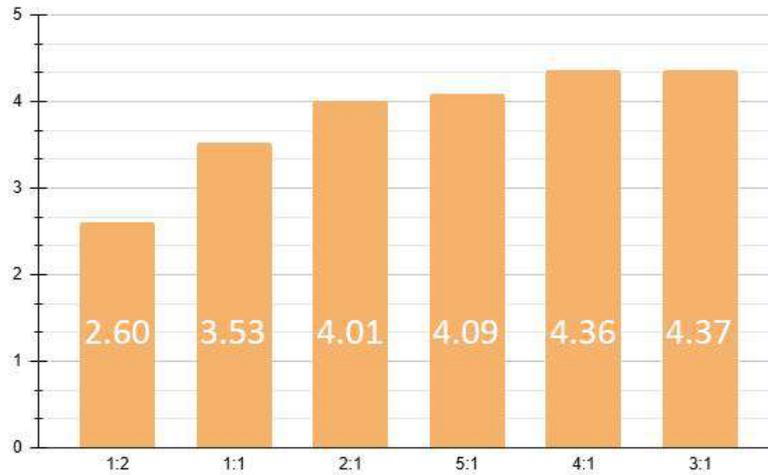
аритметичка средина најмања. Међутим, аритметичке средине пропорција 2:1 и 3:1 су веће од 5:1, иако пропорција 5:1 има модус 5. Из те тачке гледишта, може да се направи анализа сигурности на основу модуса, као и на основу аритметичке средине. У случају анализе највећег модуса, као и процентуално највећег броја гласова, стиче се утисак да сопствена сигурност може да буде најизраженија и при пропорцијама 1:1, али и 5:1, које представљају суште супротности једна другој.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	5	22 (29.3%)
1:1	5	29 (38.7%)
2:1	4	33 (44%)
3:1	4	37 (49.3%)
4:1	3	28 (37.3%)
5:1	5	28 (37.3%)

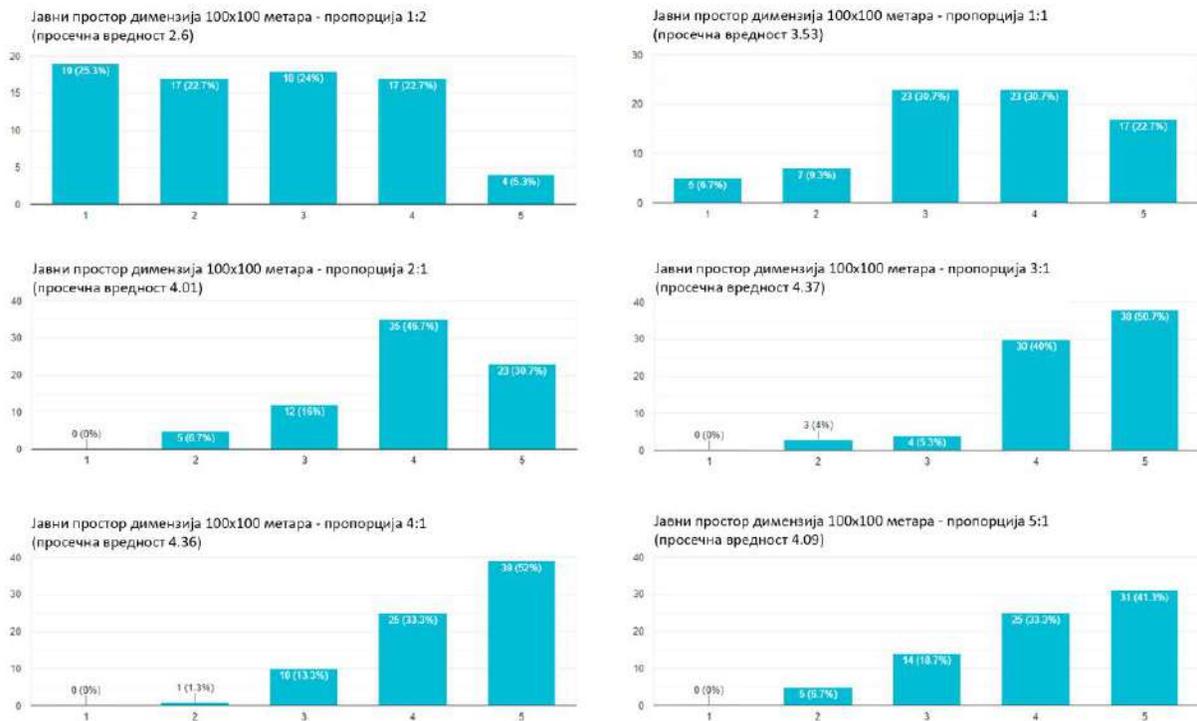
Табела 12. Модус за сопствену сигурност у простору – 20x20 метара

Кевин Линч истиче да људи перципирају градове на одређени начин, те да формирају менталне слике градова које утичу на њихову способност оријентације и кретања кроз простор, што може да утиче на повећање осећаја контроле над окружењем (Lynch, K., 1960). Такође, *CPTED* принципи су од значаја за осећај сигурност корисника у простору, јер се баве како физичким, тако и психолошким аспектима сигурности корисника, утичући на то да се корисници у простору осећају безбедно кроз визуелну прегледност, јасне пешачке токове, јасне границе простора, и слично.

Истраживањем већих виртуелних јавних простора је утврђено да ја највећи степен сигурности у простору чије су пропорције **3:1** (просечна вредност **4.37**), док се сличан резултат добија и за пропорције 4:1 (просечна вредност 4.36). Простори који делују најнесигурније су они чије су пропорције **1:2** (просечна вредност **2.60**). У случају већег простора, приметно је да испитаници осећају већу сигурност у просторима где су околни објекти нижи (слике 59 и 60), али је исто тако јасно да простори чије су пропорције 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1 имају високе средње вредности, што имплицира да се у њима испитаници осећају сигурно.



Слика 59. Процена сопствене сигурности у просторима различитих пропорција (од најмање сигурних до најсигурнијих простора)



Слика 60. Осећај сопствене сигурности приказан кроз појединачне нивое: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

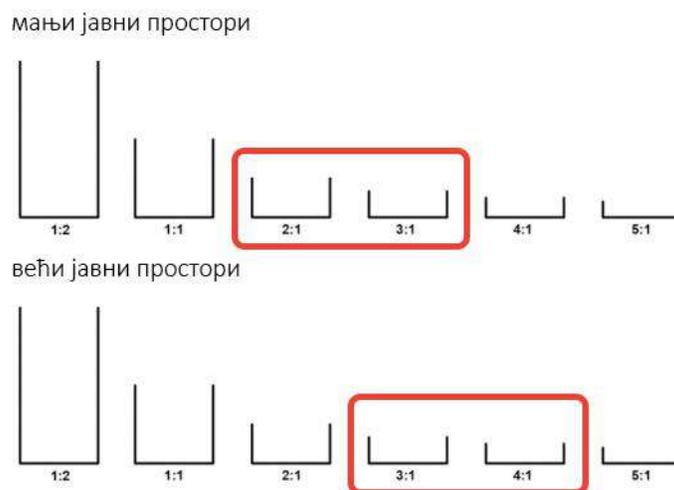
Посматрајући аритметичке средине, просечне вредности за пропорцијске односе 3:1 и 4:1 су сличне (разлика је 0.01), док су код обе пропорције модуси 5, са само једним гласом разлике. Слична просечна вредност уочена је и код пропорција 5:1 и 2:1, док у том случају модуси нису исти, што је видљиво у табели 13.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	1	19 (25.3%)
1:1	2 и 3	23 (30.7%)
2:1	4	35 (46.7%)
3:1	5	38 (50.7%)
4:1	5	39 (52%)
5:1	5	31 (41.3%)

Табела 13. Модус за сопствену сигурност у простору – 100x100 метара

На основу извршене анализе резултата, добијени резултат указује на то да је највећи степен сигурности пријављен у оба виртуелна простора при пропорцији **3:1** (просечне вредности **4.08** и **4.37**), док је код мањег простора најмањи осећај сигурности виђен при пропорцији **4:1** (просечна вредност **3.48**), а испитаници су навели да је разлог томе тај што су објекти висине 5 метара деловали прениско за један спрат, а превисоко за два спрата, за објекат са равним кровом. У случају већег простора, најмању сигурност осећали су у простору чије су пропорције **1:2** (просечна вредност **2.60**). Разлике у аритметичким срединама између пропорција израженије су код већег простора, али је и укупни осећај сигурности код пропорције 3:1, на основу вредности аритметичке средине, израженији код већих, него код мањих јавних простора.

При анализирању осећаја сигурности у простору, пропорција 3:1 је та у којој су се испитаници осећали најсигурније (слика 61), а уједно може и да се сматра пропорцијом која има добру комбинацију видљивости и прегледности, као што је и наведено на основу *CPTED* принципа, те су испитаници потврдили ову тврдњу.

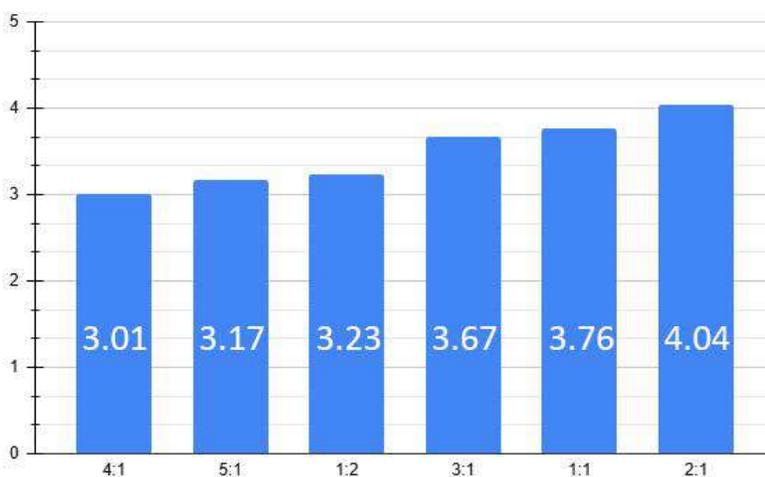


Слика 61. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати просторима у којима се корисници осећају сигурно

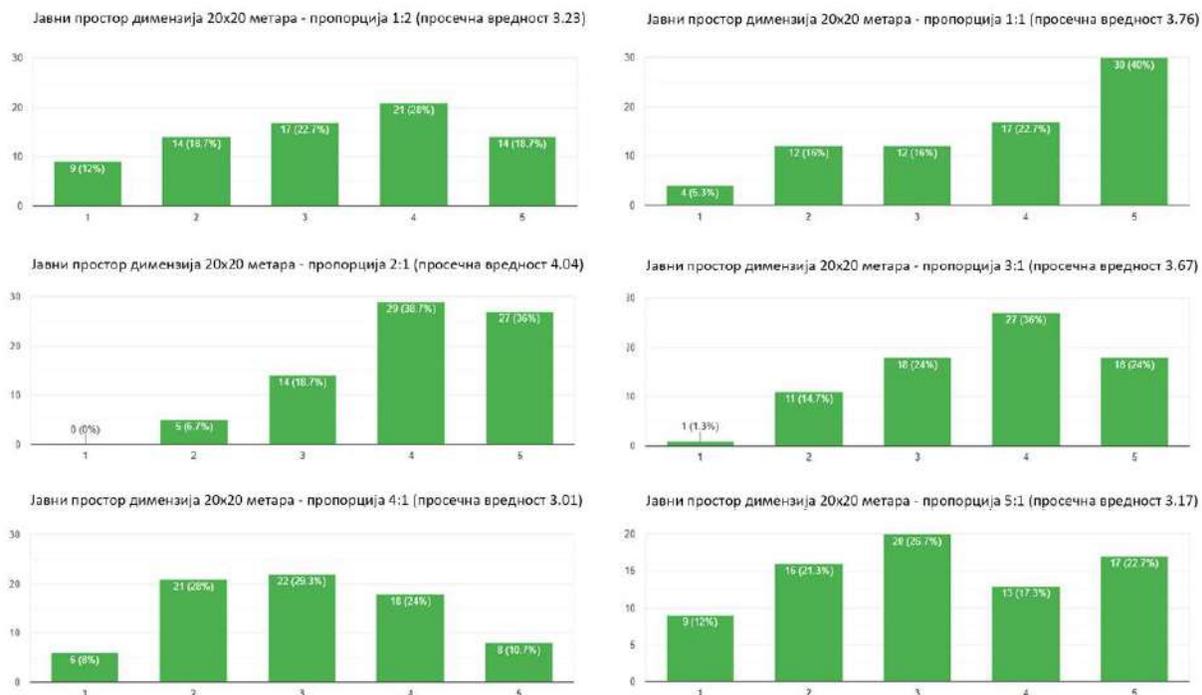
8) Складност односа D/H пропорције

Испитаници су одређивали складност пропорције између ширине јавног простора и висине објекта између њих, на скали од 1 до 5, тако да број 1 представља најмање складну, а број 5 најскладнију пропорцију, на основу субјективног доживљаја. Анализирањем добијених резултата за мањи јавни простор уочава се да је она пропорција, која је доживљена као најскладнија, **2:1** (просечна вредност **4.04**), а најмање складна пропорција **4:1** (просечна вредност **3.01**), што је приказано дијаграмима на сликама 62 и 63.

Поредећи аритметичке средине свих пропорција, са слике 62 може да се уочи да је искључиво пропорција 2:1 аритметичке средине веће од четири, иако је модус 5 приметан код пропорције 1:1, са 40% гласова, уз другачије распоређене остале одговоре.



Слика 62. Однос пропорције ширине јавног простора и висине објекта (од најмање складне ка најскладнијој)



Слика 63. Однос пропорције ширине јавног простора и висине објеката приказана кроз појединачне нивое: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

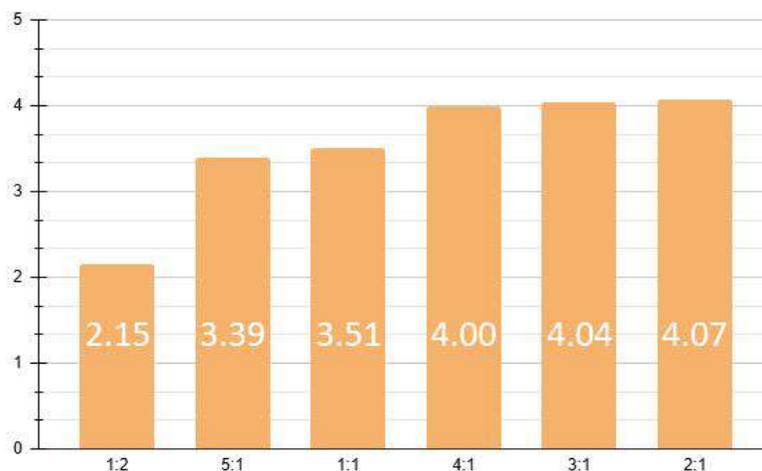
У табели 14 приказан је модус за складност односа D/H пропорције. Занимљивост која је уочена јесте да је за пропорцију 4:1 аритметичка средина најнижа, док је модус низак (свега 29.3% одговора од укупног броја одговора), што значи да су испитаници били неусаглашеног мишљења приликом одговарања на сет питања. Такође, пропорција 5:1 има складан процентуални однос одговора на сваку вредност, а просечна вредност је и у овом случају међу најнижим (приказано на слици 63).

Посматрајући табелу 14, може да се уочи да модус ни у једном случају не прелази 40% од укупног броја гласова, те се из тога утврђује да су испитаници у великој већини одговора били другачијег мишљења, за разлику од неких претходних анализа. У случају мањег јавног простора, анализом резултата може да се констатује да простори чије су пропорције 4:1, 5:1 и 1:2 немају складан однос, на основу доживљаја испитаника.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	4	21 (28%)
1:1	5	30 (40%)
2:1	4	29 (38.7%)
3:1	4	27 (36%)
4:1	3	22 (29.3%)
5:1	3	20 (26.7%)

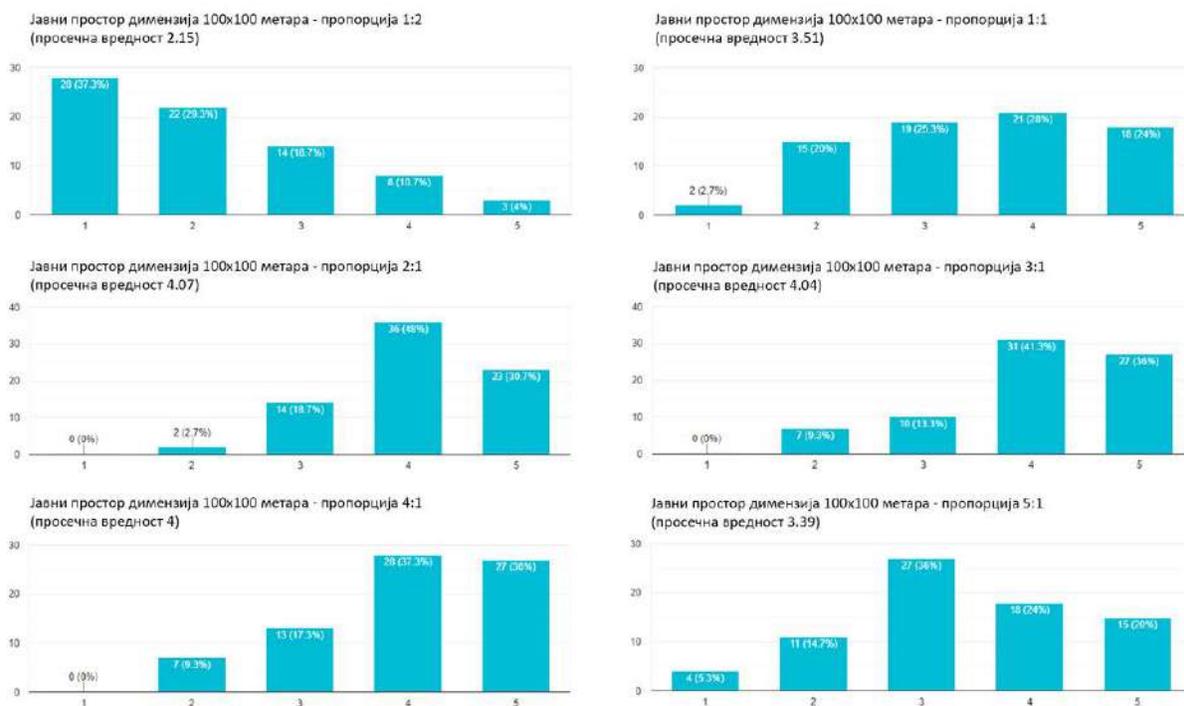
Табела 14. Модус за складност односа D/H пропорције – 20x20 метара

На основу извршене анализе већег виртуелног јавног простора, уочено је да је најскладнији однос пропорције **2:1** (просечна вредност **4.07**), док је најмање складна пропорција **1:2** (просечна вредност **2.15**). Такође, разлике између пропорција 2:1 (4.07), 3:1 (4.04) и 4:1 (4.00) су у овом случају минималне (слике 64 и 65).



Слика 64. Однос пропорције ширине јавног простора и висине објеката (од најмање складне ка најскладнијој)

Са слике 64 може да се утврди да су пропорције 4:1, 3:1 и 2:1 у овом случају сличних аритметичких средина, иако је и код већег виртуелног јавног простора највећи просек имала пропорција 2:1. Оно што је приметно, у односу на мањи виртуелни јавни простор, јесте да се разлика између ове три пропорције смањила, тако да за већи јавни простор складније делују и остале пропорције, а не само 2:1. Такође, на основу анализе резултата дијаграма, може да се констатује да постоји подела на простор нескладних пропорција (1:2), средње складних (1:1 и 5:1), као и складних (4:1, 3:1 и 2:1).



Слика 65. Однос пропорције ширине јавног простора и висине објеката приказана кроз појединачне нивое: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Аритметичка средина је највећа за пропорцијски однос 2:1, а након тога 3:1 и 4:1. Такође, за ове три пропорције модус је исти (табела 15), и износи 4. Поред тога, ниска аритметичка средина пропорције 5:1 јавила се због високог модуса 3 у том случају, иако су остали гласови били расподељени и на друге вредности.

Пропорција	Модус	Број гласова (% од 75 гласова)
1:2	1	28 (37.3%)
1:1	4	21 (28%)
2:1	4	36 (48%)
3:1	4	31 (41.3%)
4:1	4	28 (37.3%)
5:1	3	27 (36%)

Табела 15. Модус за складност односа D/H пропорције – 100x100 метара

У истраживању, које је спроведено на основу субјективног доживљаја 75 испитаника, без обзира на то да ли је виртуелни јавни простор већих или мањих димензија, испитаници су у оба случаја потврдили да најскладији однос пропорција износи **2:1** (слика 66), уз просечну вредност **4.04** (на скали од 1 до 5) за мањи јавни простор, и просечну вредност **4.07** (на скали од 1 до 5) за већи јавни простор, што се подудара са одређеним ставовима Зитеа, Линча, Јошинобуа и Кима (Sitte, С., 2011/1889; Lynch et al., 1984; Ashihara, Y., 1970; Kim J. et al., 2019), док код великог броја аутора у литератури није експлицитно написано да је 2:1 идеална пропорција, већ се на основу анализе

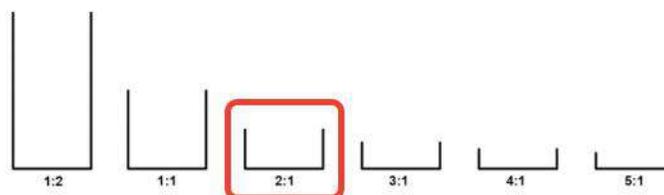
текста може утврдити да чињенице које наводе као описно стање погодног простора одговарају датим пропорцијама. Код мањег јавног простора, најнижу аритметичку средину има простор **4:1 (3.01)**, а код већег простора онај чије су пропорције **1:2 (2.15)**.

На основу анализе литературе, 4 од 5 аутора (приказано у табели 16) истакли су да је однос пропорција 2:1 један од оптималнијих за однос висине објеката и ширине јавног простора, што се подудара са мишљењем испитаника, те је у овом случају критеријум из литературе о складности погодног односа пропорција тачан. Иако је комплексно питање тачног одређивања пропорција у зависности од различитих димензија простора, испитаници су се у оба случаја сложили да је најпогоднија пропорција 2:1.

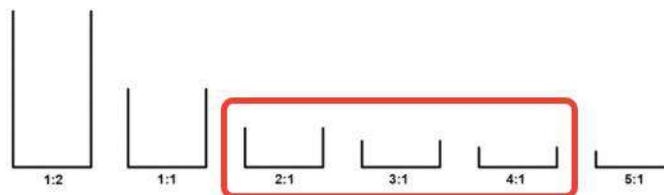
Аутор	Потенцијално идеалан однос пропорција
Камило Зите	1:1 / 2:1
Алан Џејкобс	мањи од 2:1
Кевин Линч	2:1 / 3:1
Ашихара Јошинобу	1:1 / 2:1 / 3:1
Јаехеол Ким	2:1 / 3:1 / 4:1

Табела 16. Потенцијално идеалан однос пропорција на основу извора из литературе

мањи јавни простори



већи јавни простори



Слика 66. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које имају складан однос D/H

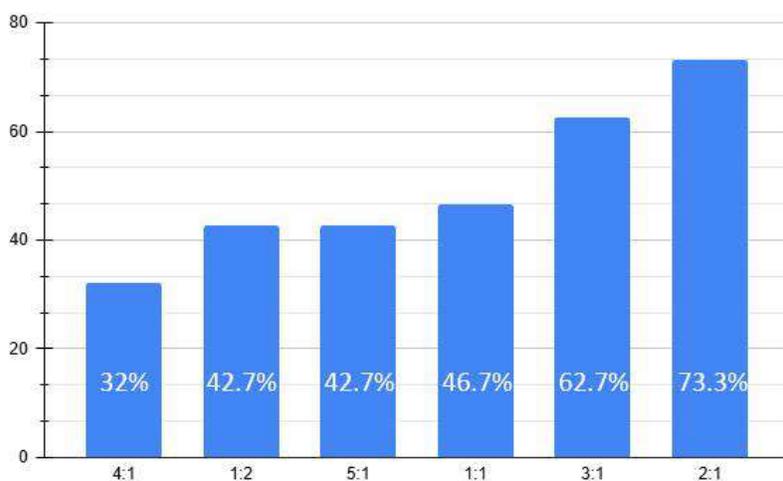
Уколико се посматрају само аритметичке средине веће од четири, код мањег јавног простора, исту има само пропорција 2:1, а код већег у питању су пропорције 2:1, 3:1 и 4:1.

9) Провођење времена у датом простору

Теорије које се баве провођењем времена у простору више припадају домену социологије, него архитектуре простора, те тако Анри Лефер сматра да људи доживљавају простор у контексту

својих рутина и активности, док Грегори Бејтсон акценат ставља на то да људи простор највише доживљавају кроз свакодневне интеракције (Lefebvre, H., 1991; Bateson, G., 1972).

На питање да ли би волели да проводе више времена у простору са одређеним односом ширине јавне површине и висине објекта (боравак, рекреација, дружење, одмор, и слично), испитаници су могли да одговоре са “да, не и не знам”. У мањем виртуелном простору, њима је најпријатнији простор за боравак био онај чије су пропорције **2:1** (**73.3%** испитаника се изјаснило да би боравили у том простору), а најмање пријатан однос био је **4:1**, у ком би боравило **32%** испитаника (слике 67 и 68).



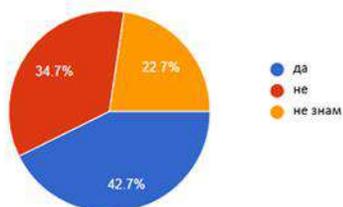
Слика 67. Пропорције најпријатнијих простора за боравак (од најмање оцене ка највећој)

Анализом резултата приказаних на слици 67, испитаници би у мањем јавном простору боравили само у случајевима када су пропорције простора 3:1 или 2:1, што су и одговорили у више од 60% случајева, док је код осталих пропорција приметан значајно мањи проценат заинтересованих испитаника.

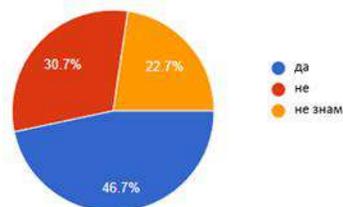
На слици 68 приказане су пропорције најпријатнијих простора за боравак, заснованих на томе колико је испитаника одговорило са “да” на питање да ли би волели да проводе више времена у датом простору.

Виши објетки не подразумевају увек појаву простора у којима се не би боравило, због потенцијалних осећаја небезбедности, несигурности и нелагодности, а исто тако ни изразито ниски објекти не представљају увек конфигурацију простора угодну за боравак, што се може уочити и у резултатима приказаним на сликама 67 и 68, а исто тако може да се уочи да не постоји образац по ком су поређане пропорције, већ зависе од случаја до случаја.

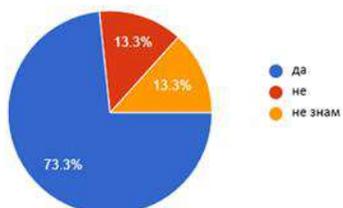
Јавни простор димензија 20x20 метара - пропорција 1:2



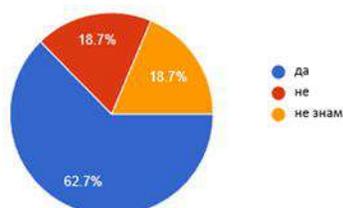
Јавни простор димензија 20x20 метара - пропорција 1:1



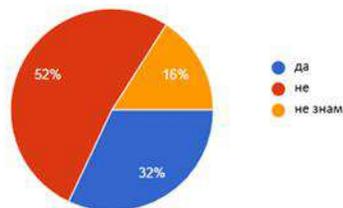
Јавни простор димензија 20x20 метара - пропорција 2:1



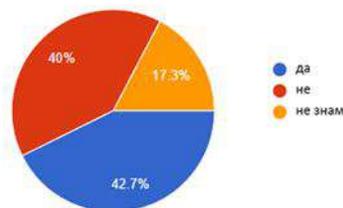
Јавни простор димензија 20x20 метара - пропорција 3:1



Јавни простор димензија 20x20 метара - пропорција 4:1



Јавни простор димензија 20x20 метара - пропорција 5:1

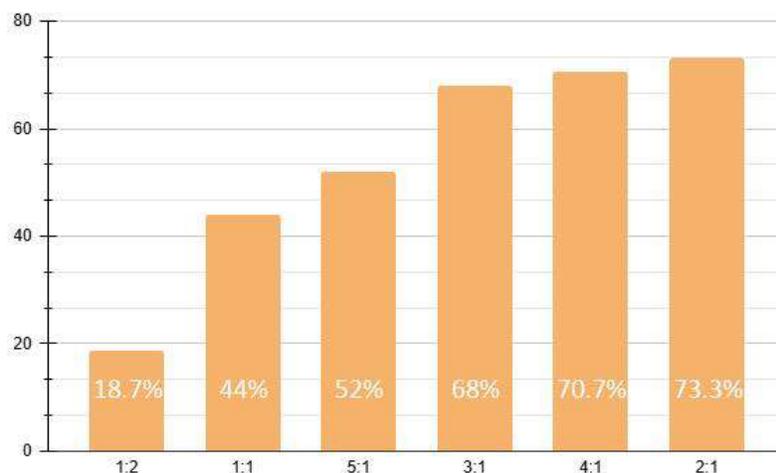


Слика 68. Одговор (приказани у процентима) на потенцијални боравак у сваком од простора, за различите пропорције: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Када је реч о већем виртуелном јавном простору, испитаници сматрају најугоднијим за провођење времена (боравак, рекреација, дружење, одмор, и слично) онај чије су пропорције **2:1 (73.3%** испитаника), потом следе простори пропорција 4:1 (70.7%), 3:1 (68%), 5:1 (52%), 1:1 (44%) и **1:2 (18.7%)**. На сликама 69 и 70 може да се примети да не постоји градивни редослед поједичаних нивоа.

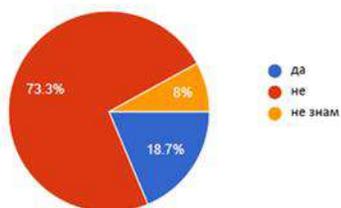
Исто као и код мањих виртуелних јавних простора, дијаграми (слика 70) се односе на то колики проценат испитаника је одговорио са “да” на питање да ли би волели да проводе више времена у простору са одређеним односом ширине јавне површине и висине објеката.

Поређењем резултата мањег и већег јавног простора, видљиво је да су испитаници заинтересованији да време проводе у већим просторима, јер су проценти у случају ове анализе већи, него код мањих простора, те је за 4 од 6 простора преко 50% испитаника тврдило да би у истом проводили слободно време.

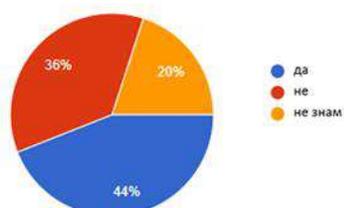


Слика 69. Пропорције најпријатнијих простора за боравак (од најмање пријатних до најпријатнијих простора)

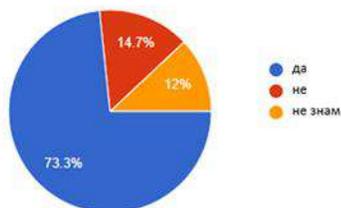
Јавни простор димензија 100x100 метара - пропорција 1:2



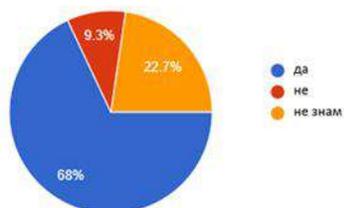
Јавни простор димензија 100x100 метара - пропорција 1:1



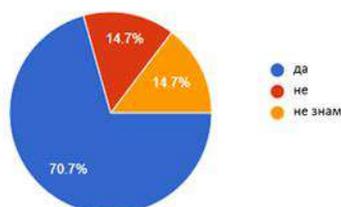
Јавни простор димензија 100x100 метара - пропорција 2:1



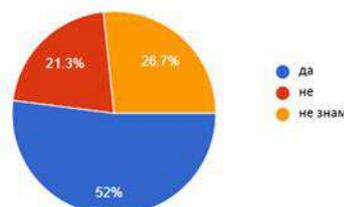
Јавни простор димензија 100x100 метара - пропорција 3:1



Јавни простор димензија 100x100 метара - пропорција 4:1



Јавни простор димензија 100x100 метара - пропорција 5:1

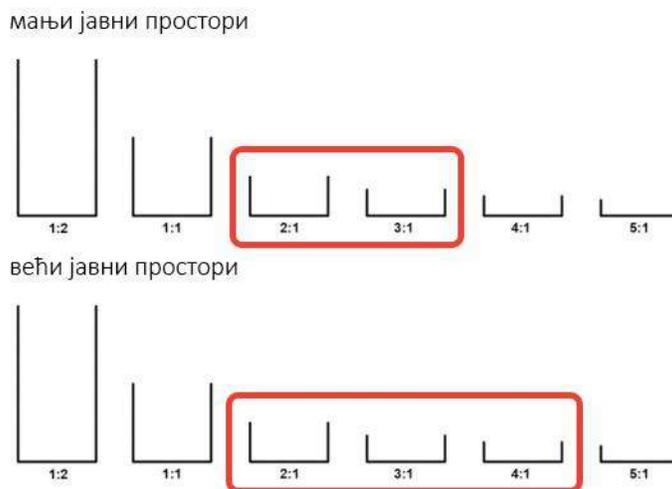


Слика 70. Одговори на потенцијални боравак у сваком од простора: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Истраживањем је утврђено да **73.3%** испитаника жели да проводи време у простору чије су пропорције **2:1**, што представља и највећи проценат, поредећи све просторе. Остали резултати

варирају, тако да пропорција **4:1** делује најнеприродније при димензијама простора 20x20 метара, због висине омеђујућих објеката од 5 метара, те су испитаници најмању заинтересованост за провођење простора приказали у том случају (**32%**). У случају простора 100x100 метара, најмања заинтересованост је при пропорцији **1:2** и свега **18.7%** испитаника се изјаснило да би у том простору боравило.

У овом случају, потврђено је да је најпријатнији простор за боравак онај чије су пропорције 2:1 (слика 71).



Слика 71. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције у којима би испитаници најрадије проводили слободно време

10) Атмосфера простора

Евалуацијом резултата атмосфере у мањим виртуелним јавним просторима, испитаници су били у могућности да одаберу неколико одговора, а не искључиво један, што је приказано на слици 72.

Код простора обрнуте пропорције, 37.3% испитаника дати виртуелни простор сматра загушујућим, исто толико и пријатним, 25.3% сматра мирним, 20% стресним, а 18.7% неугодним.

Са друге стране, пропорцију 1:1 је 58.7% испитаника прогласило мирном, 30.7% пријатном, а 28% загушујућом.

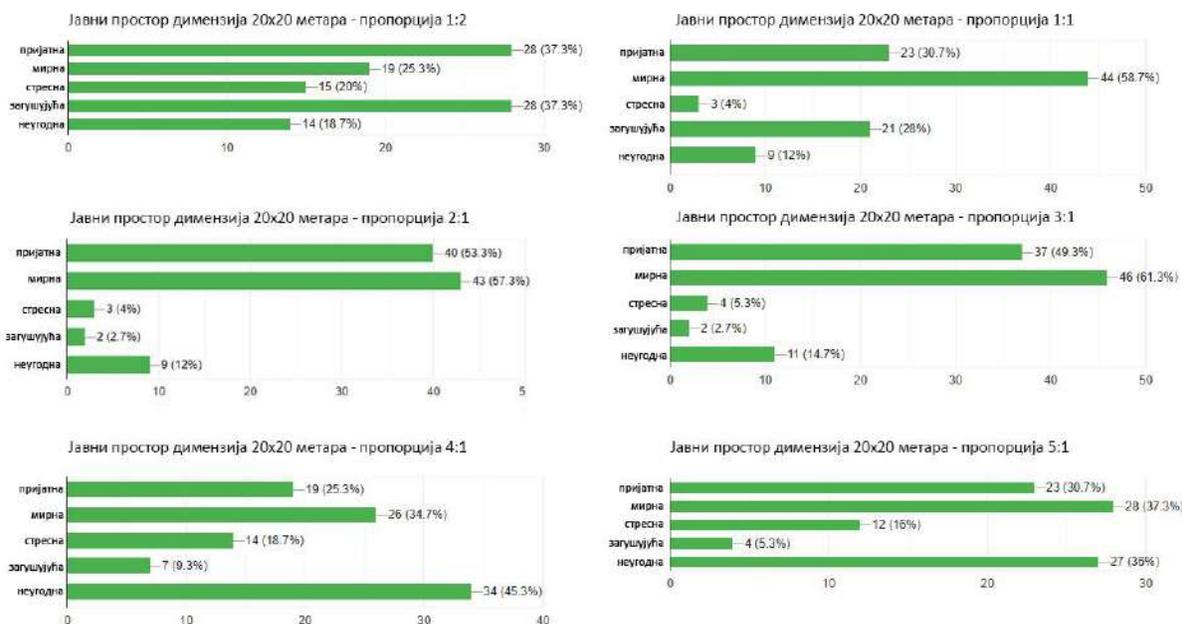
Пропорцију у којој су објекти дупло нижи, тј. 2:1, је 57.3% испитаника прогласило мирном, а 53.3% пријатном, док је 12% прогласило неугодном.

Даље, пропорцију 3:1 је 61.3% прогласило мирном, 49.3% пријатном, а 14.7% неугодном.

Пропорцију 4:1 је 45.3% испитаника прогласило неугодном, 34.7% мирном, 25.3% пријатном, 18.7% стресном, а 9.3% загушујућом.

Пропорцију 5:1 је 37.3% испитаника прогласило мирном, 36% испитаника неугодном, 30.7% пријатном, 16% стресном и 5.3% загушујућом.

Из анализираних резултата може да се констатује да је најпријатнији простор за боравак онај чије су пропорције 2:1 (модус 40), најмирније окружење је при пропорцији 3:1 (модус 46), стресна и загушујућа атмосфера изражена је при пропорцији 1:2 (модуси 15 и 28), док је неугодност изражена при пропорцији 4:1 (модус 34).



Слика 72. Оцењене вредности атмосфере мањег јавног простора, за различите пропорције: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Када је реч о већем виртуелном јавном простору, испитаници су дали одговоре у вези са субјективним доживљајем сваког простора (не бивајући ограничени на само један одговор), те при обрнутој пропорцији, 53.3% испитаника простор сматра загушујућим, 44% неугодним, 40% стресним, а свега 13.3% пријатним и 12% мирним.

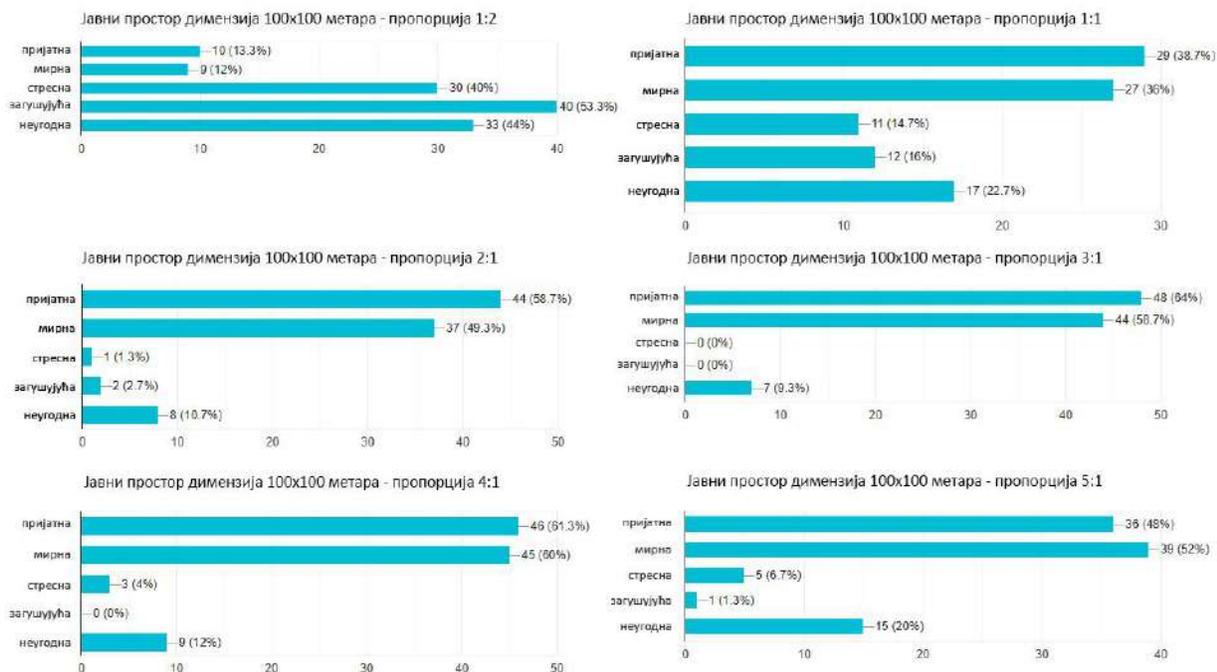
При пропорцији 1:1, 38.7% испитаника сматра овај простор пријатним, 36% мирним, 22.7% неугодним, 16% загушујућим и 14.7% стресним.

У случају да су објекти дупло нижи, 58.7% испитаника сматра овај простор пријатним, 49.3% мирним, док га 10.7% сматра неугодним.

Простор чије су пропорције 3:1 чак 64% испитаника сматра пријатним, а 58.7% мирним, док простор пропорција 4:1 тачно 61.3% сматра пријатним, 60% испитаника мирним, а 12% неугодним.

Нешто мање мирнијим и пријатним га сматрају при пропорцији 5:1, јер је пријатност на 48%, а мирноћа на 52%, док 20% испитаника сматра простор неугодним.

Анализом резултата (слика 73) констатује се да је најпријатнија атмосфера у простору пропорција **3:1** (модус 48), мирна атмосфера је изражена у простору **4:1** (модус 45), стресна, загушујућа и неугодна при пропорцији **1:2** (модуси 30, 40 и 33).



Слика 73. Оцењене вредности атмосфере већег јавног простора, за различите пропорције: 1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1

Анализом резултата корисничке евалуације могу да се сагледају добијени одговори за сваки од критеријума, како за мањи, тако и за већи виртуелни простор, али и да се ти резултати међусобно упореде.

4.3.1. Резултати релевантни за мањи виртуелни јавни простор

У табели 17 исписане су аритметичке средине пропорцијских односа свих критеријума за мањи виртуелни јавни простор. Црвеном бојом означене су најмање, а плавом највеће аритметичке средине за сваки од критеријума, узимајући у обзир свих шест пропорција (1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, и 5:1).

Пропорција	Једноставност оријентације	Однос пропорције	Осветљеност простора	Прегледност околине	Провођење времена (%)	Сопствена сигурност	Угодност простора	Затвореност или отвореност
1:2	3.45	3.23	2.49	2.65	42.7	3.52	3.39	2.37
1:1	4.35	3.76	3.05	3.60	46.7	3.91	3.72	2.97
2:1	4.41	4.04	3.96	4.28	73.3	4.04	4.04	3.69
3:1	4.59	3.67	4.41	4.44	62.7	4.08	4.01	4.23
4:1	4.49	3.01	4.59	4.49	32	3.48	3.32	4.20
5:1	4.51	3.17	4.84	4.48	42.7	3.63	3.53	4.41

Табела 17. Табела за виртуелни простор 20x20 метара

У табели 18 приказане су пропорције које су имале највећу аритметичку средину за наведене критеријуме, за мањи виртуелни јавни простор.

Критеријум/пропорција	1:2	1:1	2:1	3:1	4:1	5:1
Једноставност оријентације				☑		
Однос пропорције			☑			
Осветљеност простора						☑
Прегледност околине					☑	
Провођење времена (%)			☑			
Сопствена сигурност				☑		
Угодност простора			☑			
Затвореност или отвореност						☑

Табела 18. Табела за виртуелни простор 20x20 метара

Упоредном анализом виртуелних простора заснованих на свих шест пропорција, долази се до потврде да највишу оцену има простор чије су пропорције 2:1, када је реч о најскладнијем односу пропорција, потенцијалном провођењу времена унутар истог, као и угодности простора, те он предњачи у односу на остале по 3 од наведених 8 критеријума. Простор заснован на пропорцији 3:1 је најједноставнији за оријентацију и пружа осећај највеће сигурности, док је простор, чије су пропорције 5:1, најосветљенији и има највећи степен визуелне отворености, уз усмене коментаре да испитанике овај простор подсећа на галеријске просторе, тржнице, пословне локале, и слично.

Пропорције простора 4:1 имају највећу прегледност околине, али би испитаници најмање времена проводили у том простору и осећали су најмањи степен сигурности и угодности. Један од разлога због ког овај простор има најнижу аритметичку средину код складности односа пропорција је тај што у случају мањег простора висина објеката износи 5 метара, што може да буде недовољно за две етажне, а превисоко за једну етажу, уколико објекат има раван кров. Однос

пропорције ширине јавног простора и висине објеката који га окружују најмање је складан при пропорцији 4:1, док су једноставност оријентације, осветљеност, прегледност околине и осећај затворености били најизраженији код пропорције 1:2. Такође, на основу усменог разговора са испитаницима утврђено је да им простор пропорција 1:2 није стран, с обзиром на то да подсећа на унутарблоковски простор.

Анализом добијених резултата може да се констатује да однос пропорција 1:2 има 4 најмање аритметичке средине од 8 наведених критеријума, а у случају мањег јавног простора, пропорције 4:1 не сматрају се оним ка којим треба тежити, већ делује да би изражене требало да буду пропорције 2:1, 3:1 и евентуално 5:1.

4.3.2. Резултати релевантни за већи виртуелни јавни простор

У табели 19 исписани су аритметичке средине пропорцијских односа свих критеријума за већи виртуелни јавни простор, где су црвеном бојом означене најмање, а плавом највеће аритметичке средине за сваки од критеријума, узимајући у обзир свих шест пропорција (1:2, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, и 5:1).

Пропорција	Једноставност оријентације	Однос пропорције	Осветљеност простора	Прегледност околине	Провођење времена (%)	Сопствена сигурност	Угодност простора	Затвореност или отвореност
1:2	2.63	2.15	1.73	2.11	18.7	2.60	2.40	2.04
1:1	3.64	3.51	3.21	3.35	44	3.53	3.41	3.31
2:1	4.20	4.07	3.79	3.96	73.3	4.01	3.89	3.77
3:1	4.47	4.04	4.33	4.37	68	4.37	4.31	4.24
4:1	4.55	4.00	4.48	4.55	70.7	4.36	4.29	4.51
5:1	4.56	3.39	4.65	4.65	52	4.09	4.01	4.63

Табела 19. Табела за виртуелни простор 100x100 метара

У табели 20 приказане су пропорције које су имале највећу аритметичку средину за наведене критеријуме, за већи виртуелни јавни простор.

Критеријум/пропорција	1:2	1:1	2:1	3:1	4:1	5:1
Једноставност оријентације						☑
Однос пропорције			☑			
Осветљеност простора						☑
Прегледност околине						☑
Провођење времена (%)			☑			
Сопствена сигурност				☑		
Угодност простора				☑		
Затвореност или отвореност						☑

Табела 20. Табела за виртуелни простор 100x100 метара

Анализирањем виртуелног јавног простора димензија 100x100 метара, на основу одговора 75 испитаника, долази се до тврдње да је простор, чије су пропорције 5:1, најједноставнији за

оријентацију, најосветљенији је, има највећу прегледност околине, као и највећи степен визуелне отворености. Са друге стране, простор чије су пропорције 3:1 ствара освећај највеће сигурности и угодности, а простор 2:1 има најскладнији однос пропорције висине објеката и ширине јавног простора, и у том простору би испитаници проводили највише времена.

У случају већег простора, најмању оцену по свим критеријумима има простор чија је пропорција 1:2, а неки од разлога због којих су испитаници овако реаговали јесте тај јер им делује да су превише изложени у том простору, да су објекти превисоки, да је простор мрачан, небезбедан и непрегледан. Једна од разлика у односу на претходну анализу јесте та да простор пропорција 5:1 има 4 највеће аритметичке средине од 8 наведених критеријума, док и у овом случају пропорције 2:1 и 3:1 предњаче по неким критеријумима.

4.4. Верификација резултата истраживања - унакрсна анализа статистички добијених резултата релевантних за оба истраживана виртуелна јавна простора

Поређењем простора истих пропорција, а различитих димензија, долази се до следећих података, који су приказани у оквиру табеле 21, док су упоредне табеле приказане на слици 74.

Пропорција	Једноставност оријентације	Однос пропорције	Осветљеност простора	Прегледност околине	Провођење времена (%)	Сопствена сигурност	Угодност простора	Затвореност или отвореност
1:2	3.45	3.23	2.49	2.65	42.7	3.52	3.39	2.37
1:1	4.35	3.76	3.05	3.60	46.7	3.91	3.72	2.97
2:1	4.41	4.04	3.96	4.28	73.3	4.04	4.04	3.69
3:1	4.59	3.67	4.41	4.44	62.7	4.08	4.01	4.23
4:1	4.49	3.01	4.59	4.49	32	3.48	3.32	4.20
5:1	4.51	3.17	4.84	4.48	42.7	3.63	3.53	4.41

Табела за виртуелни простор 20x20 метара

Пропорција	Једноставност оријентације	Однос пропорције	Осветљеност простора	Прегледност околине	Провођење времена (%)	Сопствена сигурност	Угодност простора	Затвореност или отвореност
1:2	2.63	2.15	1.73	2.11	18.7	2.60	2.40	2.04
1:1	3.64	3.51	3.21	3.35	44	3.53	3.41	3.31
2:1	4.20	4.07	3.79	3.96	73.3	4.01	3.89	3.77
3:1	4.47	4.04	4.33	4.37	68	4.37	4.31	4.24
4:1	4.55	4.00	4.48	4.55	70.7	4.36	4.29	4.51
5:1	4.56	3.39	4.65	4.65	52	4.09	4.01	4.63

Табела за виртуелни простор 100x100 метара

Слика 74. Поређење референтних вредности мањег и већег виртуелног простора, приказаних кроз табеле

Мањи јавни простор								
Просек	Једноставност оријентације	Однос пропорције	Осветљеност простора	Прегледност околине	Провођење времена (%)	Сопствена сигурност	Угодност простора	Затвореност или отвореност
Највиши просек	3:1	2:1	5:1	4:1	2:1	3:1	2:1	5:1
Најнижи просек	1:2	4:1	1:2	1:2	4:1	4:1	4:1	1:2
Већи јавни простор								
Највиши просек	5:1	2:1	5:1	5:1	2:1	3:1	3:1	5:1
Најнижи просек	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2

Табела 21. Поређење мањег и већег виртуелног јавног простора

Сличности које се огледају у ова два виртуелна простора су те да су најнижи просеци за оба простора исти при пропорцији **1:2**, и то када је реч о **једноставности оријентације, осветљености простора, прегледности околине и визуелног осећаја затворености/отворености простора**. Остале најниже аритметичке средине виђене су при пропорцији **4:1** код мањег простора, док код већег све остале најниже вредности остају при пропорцији **1:2**. Из овог може да се изведе констатација да су то пропорцијски односи који нису погодни за јавне просторе.

Са друге стране, од осам критеријума, **однос пропорције (2:1), осветљеност простора (5:1), провођење времена (2:1), сопствена сигурност (3:1) и визуелни осећај затворености или отворености (5:1)** се преклапају, без обзира на димензије датог простора.

На слици 74 приказане су аритметичке средине свих критеријума, за сваки пропорцијски однос, код мањег, али и већег простора. Иако не долази до преклапања највећих аритметичких средина код свих критеријума, одступање у аритметичким срединама, без обзира на то која пропорција има изражену аритметичку средину, није велико, а приказано је у табели 22.

Критеријум	Одступање у аритметичким срединама	
	Разлика у аритметичким срединама највиших вредности	Разлика у аритметичким срединама најнижих вредности
Једноставност оријентације	0.03	0.82
Однос пропорције	0.03	0.86
Осветљеност простора	0.19	0.76
Прегледност околине	0.16	0.54
Провођење времена (%)	0	13.3
Сопствена сигурност	0.29	0.88
Угодност простора	0.27	0.92
Затвореност или отвореност	0.22	0.33

Табела 22. Одступање у аритметичким срединама

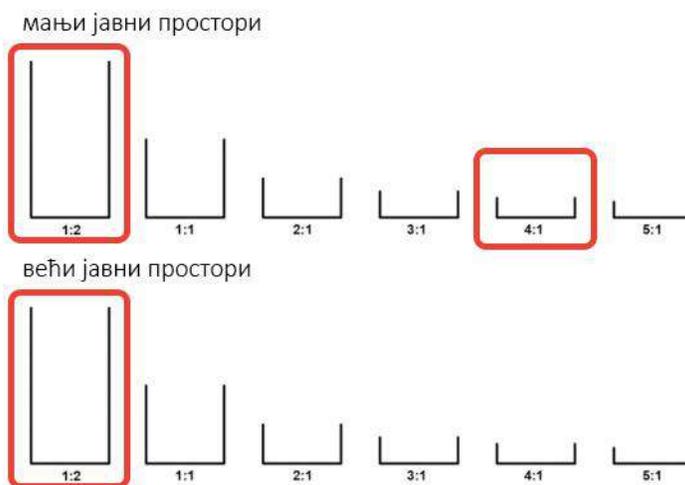
4.4.1. Дискусија верификатора: најнижег просека процењених вредности

Најнижи просек процењених вредности видљив је у табели 21, као и на слици 74. Једноставност оријентације, осветљеност простора, прегледност околине и најмања визуелна отвореност простора доминантни су при пропорцији 1:2, без обзира на то које су димензије простора у питању. Овај простор не омогућава довољно визуелне отворености, делује затворено и висина објеката онемогућава лакшу оријентацију.

Неусаглашеност најнижег просека огледа се код оптималног односа пропорције, провођења времена, сопствене сигурности и угодности простора, која зависи од величине датог простора. Код мањег простора, ови параметри су најнижи при пропорцији 4:1, а код већег простора, при пропорцији 1:2.

Неки од разлога због којих простор 4:1 има најниже просеке за одређене категорије могу да се тумаче и кроз коментаре добијене од стране испитаника. Испитаници су тврдили да би се осећали сигурније уколико би се објекти налазили само са једне стране, да је пропорција слична као и код 3:1, али да делује визуелно непријатније и да би објекти требало да буду виши (у случају пропорције 4:1 делују недовршено). Такође, истакли су да им делује као да не постоји добра видљивост околине и да немају осећај сигурности, док делује као да се простор повећао, али остао је осећај нелагоде и нефункционалности.

Посматрано кроз призму оба примера, простори чије пропорције у оквиру неких категорија имају најмању просечну вредност су **4:1** и **1:2** (слика 75).



Слика 75. Пропорцијски односи који макар у једној категорији имају најнижи аритметички просек

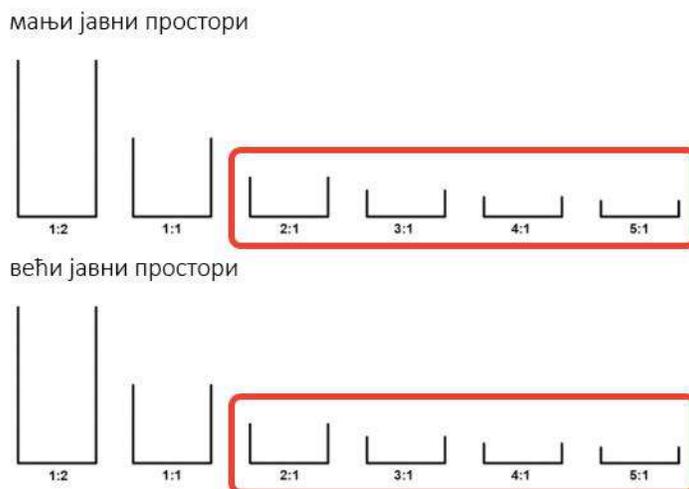
4.4.2. Дискусија верификатора: највишег просека процењених вредности

Анализом резултата може да се констатује да однос пропорције и постотак провођења времена највише одговарају испитаницима при боравку у простору пропорција **2:1**, без обзира на димензије датог простора. Осветљеност простора и визуелни осећај отворености највећи је при пропорцији **5:1**, без обзира на димензије простора, док је сопствена сигурност највећа при пропорцији **3:1**, у оба случаја.

Једноставност оријентације се разликује, те је у мањем простору једноставност највећа при пропорцији **3:1**, а у већем простору при пропорцији **5:1**, док се прегледност околине и угодност простора разликују у зависности од величине простора.

Ниједан од простора није најприхватљивији по свим параметрима, док се 5 од 8 критеријума, заснованих на највишој аритметичкој вредности, преклапају без обзира на то што су простори различитих димензија. Остали критеријуми се разликују у складу са тим колике су димензије простора.

Посматрајући највише просеке аритметичких средина за све анализирани категорије, категорије као што су једноставност оријентације, прегледност околине и угодност простора немају највишу аритметичку средину код истих пропорцијских односа простора. Из наведених категорија може да се констатује да је оријентација у већим просторима јаснија када су објекти који окружују јавни простор нижи, док је у мањим просторима оријентација јаснија када су објекти нижи. Такође, осећај угодности и прегледности се повећава када у већем простору висина објеката постаје нижа, и обрнуто.



Слика 76. Пропорцијски односи који макар у једној категорији имају највиши аритметички просек

На слици 76 приказани су пропорцијски односи који на основу макар једног критеријума имају највиши аритметички просек.

5. Провера хипотезе и закључна разматрања

У оквиру овог поглавља презентују се кључни закључци и завршна евалуација добијених резултата истраживања, са циљем да се укаже на значај и потенцијал спроведеног истраживања у процесима урбанистичког планирања и даљег научног рада.

5.1. Исход провере хипотезе

Тачност тврдњи за одговарајуће критеријуме проверени су истраживањем, те су анализирани одговори упоређени са одређеним ставовима из литературе, ради формулисања тачности или нетачности проверених ставова. У случајевима када не постоји конкретна тврдња која би била предмет провере, отвара се простор за креирање смерница које би потенцијално биле од користи при формулацији планова за урбанистичко пројектовање, у зависности од тога који критеријуми су примарни при пројектовању.

У оквиру спроведеног истраживања фокус је био на перцепцији корисника у виртуелним јавним просторима, са циљем да се провере претпоставке архитектонских и урбанистичких теорија о просторним односима. Уз примену VR технологије генерисани су процедурални модели различитих D/H односа, а затим је спроведен упитник којим је испитан низ критеријума који се односе на дате просторе.

Резултати истраживања показују, да, упркос почетној претпоставци о могућој несагласности између традиционалних урбанистичких принципа и перцепције савремених корисника у имерсивном виртуелном окружењу, добијени налази у значајној мери потврђују ставове из литературе. Као најповољнији издвајају се односи 2:1 и 3:1 за мање, те 3:1 и 4:1 за веће јавне просторе, што у великој мери кореспондира са класичним теоријским препорукама, али не у потпуности. Са друге стране, односи који доводе до изразите затворености простора (виши D/H односи) доследно су оцењени као најмање повољни. Овакви резултати указују да савремена перцепција корисника, посматрана кроз виртуелну реалност, не одступа значајно од традиционалних урбанистичких стандарда, те да имерсивна виртуелна реалност представља поуздан оквир за њихову емпиријску проверу у контексту савремених метода евалуације просторне перцепције.

Перцепција D/H пропорцијских односа у урбаном простору од стране савремених корисника, измерена у имерсивном виртуелном окружењу, не показује статистички значајна одступања у односу на D/H односе дефинисане у традиционалној урбанистичкој литератури. Иако резултати у целини указују на висок степен сагласности са класичним урбанистичким принципима, уочена су одређена одступања у оквиру појединих критеријума, што омогућава делимичну потврду хипотезе у специфичним аспектима перцепције.

5.2. Завршна евалуација резултата истраживања

У овом поглављу извршена је завршна евалуација резултата добијених спроведеним истраживањем у имерсивном виртуелном окружењу, тако да су најпре изражени погодни пропорцијски односи добијени на основу упитника, а након тога упоређени са одређеним ставовима из литературе и извршена је њихова критичка анализа.

5.2.1. Синтеза добијених резултата по критеријумима

На основу анализе резултата упитника, пропорцијски односи које испитаници сматрају најпогоднијим за наведене критеријуме су следећи.

Отвореност или затвореност простора

Мањи виртуелни простор који испитаници сматрају најотворенијим има пропорцијске односе **3:1**, а најзатворенијим сматрају виртуелни простор пропорција **1:2**.

Када је реч о већем виртуелном простору, најотворенијим сматрају простор пропорција **5:1**, а најзатворенијим простор пропорција **1:2**.

Визуелни осећај затворености или отворености простора

Код мањег јавног простора, пропорције **3:1**, **4:1** и **5:1** могу се сматрати визуелно отвореним просторима, на основу модуса и аритметичких средина, док би се код већег простора то могло рећи за пропорције **4:1** и **5:1**.

Угодност простора

Мањи виртуелни простор који испитаници сматрају најугоднијим има пропорције **2:1**, а најмање угодан простор пропорција је **4:1**.

Код већег виртуелног простора, угодност је највећа при пропорцији **3:1**, а најмања при пропорцији **1:2**.

Осветљеност простора

И код мањег и код већег виртуелног простора, испитаници сматрају да су најосветљенији простори **5:1**, а најмање осветљени они пропорција **1:2**.

Једноставност оријентације у простору

Код мањег виртуелног простора једноставност оријентација је процењена као најједноставнија при пропорцији **3:1**, а најкомпликованија при пропорцији **1:2**.

Код већег виртуелног простора, испитаници су се најједноставније оријентисали у простору пропорција **5:1**, а најтеже у простору пропорција **1:2**.

Прегледност околине простора

Испитаници су за мањи виртуелни јавни простор категорисали пропорцију **4:1** као најпрегледнију, а **1:2** као најмање прегледну.

Код већег виртуелног јавног простора, пропорцију **5:1** сматрају најпрегледнијом, а пропорцију **1:2** најмање прегледном.

Сопствена сигурност у простору

У оба виртуелна јавна простора сопствена сигурност процењена је као највећа при пропорцији **3:1**, док је пропорција **4:1** за мањи виртуелни јавни означена као она у којој испитаници осећају најмању дозу сигурности, док је за већи виртуелни јавни простор то пропорција **1:2**.

Складност односа *D/H* пропорције

Оптималан однос пропорције код мањег и већег виртуелног јавног простора односи се на пропорцију **2:1**, док је код мањег простора најнепогоднија пропорција **4:1**, а код већег то је пропорција **1:2**.

Провођење времена у простору

Испитаници су у случају оба виртуелна јавна простора навели како би највише времена проводили у простору пропорција **2:1**.

У случају већег виртуелног јавног простора, пропорције **4:1** и **1:2** деловале су као оне у којима би проводили најмање времена, за мањи и већи простор.

5.2.2. Општи образци перцепције у односу на *D/H* односе

На основу анализираних категорија и извора из литературе који се односе на одређене пропорције или на критеријуме, могу да се констатују тачности или нетачности одређених тврдњи, на основу извршеног истраживања у имерсивној виртуелној реалности. Такође, поређењем добијених резултата са резултатима наведеним у литератури, долази се до следећих закључака, за сваку од анализираних категорија. Подаци су наведени у табели 23, а након тога и образложени у наставку текста.

Уколико за неки од критеријума није постојала тврдња која може да се провери, добијени резултати могу да представљају релевантне смернице за дефинисање најприкладнијих просторних односа.

Категорија	Провера тачности тврдње или констатација
Отвореност/затвореност простора	Добијени резултати процента отворености/затворености простора могу да буду смернице за категоризацију простора на отворене и затворене просторе
Визуелни осећај затворености или отворености простора	Тачно
Угодност простора	Тачно, у зависности од димензија простора
Осветљеност простора	Осветљеност простора је већа када су објекти који га окружују нижи, минималних пропорција 2:1 за мањи и 3:1 за већи простор
Једноставност оријентације у простору	У литератури не постоје тачни наводи одређених пропорција
Прегледност околине простора	Зависи од димензија простора, обично се односи на отвореније просторе, а не на полуотворене
Сопствена сигурност у датом простору	Тачно
Складност односа D/H пропорције	Тачно
Провођење времена у датом простору	У литератури не постоје тачни наводи одређених пропорција

Табела 23. Провера тачности тврдњи

1) Отвореност или затвореност простора

Резултати истраживања везани за дефинисање отворености или затворености простора потврђују да је осећај отворености или затворености простора израженији у већим просторима. Процент одговора је сличан за оба простора, али се интензитет осећаја отворености или затворености повећава са величином простора, те су несумњиво најотворенији они простори чије су пропорције 3:1, 4:1 и 5:1, код мањег простора са око 85% одговора, а код већег са око 90%. На сликама 30 и 31 могуће је уочити да постоје различита тумачења отворености и затворености простора, те при пропорцији 1:1 у оба случаја постоји највећа дилема око одабира одговора, тј. најтеже је било дефинисати на који начин испитаници доживљавају овакав простор, који је често на граници између отвореног и затвореног.

Ови подаци могу да послуже као смернице у планирању урбаних простора, јер потврђују важност пропорција у обликовању визуелног доживљаја простора, док су детаљније разрађени у поглављу које се односи на визуелни осећај затворености и отворености простора, где је јасније постављена граница између отворених и затворених простора, у зависности од њихове величине и пропорције.

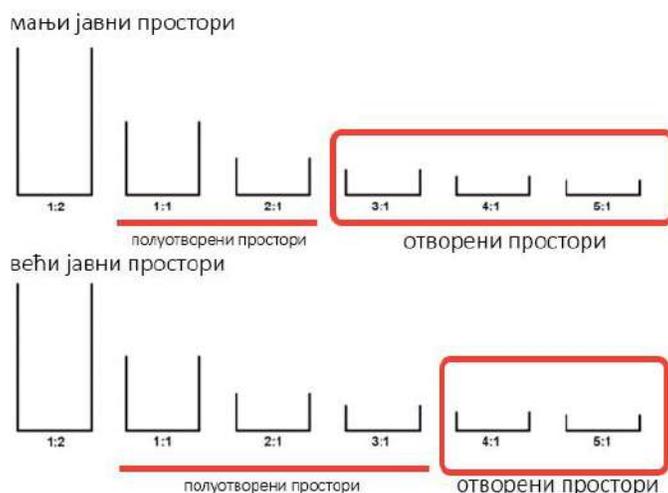
2) Визуелни осећај затворености или отворености простора

У случају визуелног перципирања затворености или отворености простора, истраживањем је утврђено да просечне вредности оба простора потврђују очекиване чињенице из литературе, те је истраживањем постављена граница између визуелне затворености и отворености простора, у зависности од његових димензија.

Резултати потврђују ставове из литературе да се визуелна отвореност постиже смањењем висине околних објеката, али, кључна, преломна тачка у перцепцији отворености уочена је при пропорцији **3:1** за мање, и **4:1** за веће јавне просторе. Из тог разлога се у мањем простору пропорције 3:1, 4:1 и 5:1 перципирају као визуелно отворене, док је у већем простору неопходно достићи најмање однос 4:1 да би простор био доживљен као отворен.

Резултати добијени истраживањем могу да указују на смернице потенцијално применљиве у процесу обликовања јавних простора. Стога, при планирању мањих урбаних простора, пожељно је тежити ка пропорцијама ширине и висине у распону од 3:1, ка пропорцијама које имају ниже околне објекте, како би се остварио осећај визуелне отворености и пријатности простора. Са друге стране, код већих јавних простора, неопходно је обезбедити још наглашенију хоризонталну доминацију околних објеката, те њихову висину свести на ниво који омогућава пропорцију од минимално 4:1, како би простор задржао осећај отворености и просторне читљивости.

Приликом формулисања одређених правила за пројектовање јавних урбанистичких простора, препорука би била да се посебна пажња посвети односу висине и ширине простора, имајући у виду то да је адекватна пропорција један од кључних предуслова за стварање простора који корисници доживљавају као пријатне, прегледне и функционалне, а не као визуелно затворене.



Слика 77. Потенцијална разлика у затвореним, полуотвореним и отвореним просторима

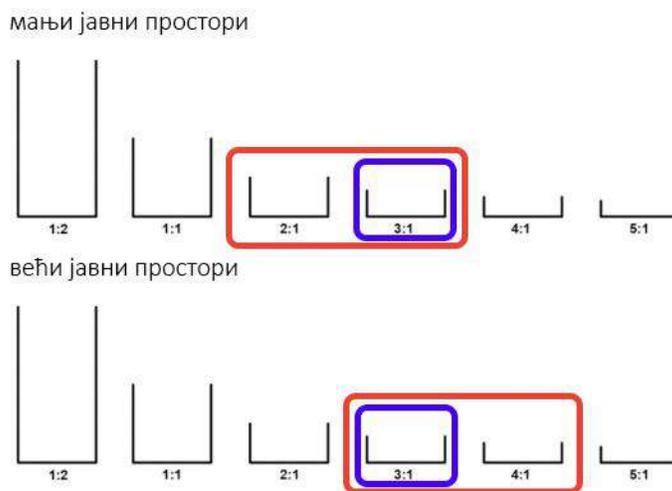
У зависности од тога колики је простор, на основу истраживања могуће је извршити категоризацију простора на затворене, полуотворене и отворене, те је приметно да се при већим

јавним просторима, осећај отворености (на основу анализираних аритметичких средина) јавља нешто касније (слика 77).

3) Угодност простора

У зависности од тога које су димензије простора, степен угодности је различит, те тако угодност расте када су околни објекти нижи. При мањим димензијама јавног простора, испитаници се слажу са Геловим тврдњама о идеалним пропорцијама, док се при већим димензијама мишљење испитаника подудару са тврдњама Спреирегена, те су ставови у овом случају потврђени.

Анализом добијених резултата везаних за осећај угодности и пријатности - у мањим јавним просторима, испитаници су показали већу угодност при пропорцијама **2:1** и **3:1**, које делују као оптималне пропорције за стварање угодног и пријатног простора (слика 78), чиме се потврђују претпоставке о значају мањих пропорција за мање јавне просторе. Такође, у већим просторима, испитаници су изразили већу афинитет према пропорцијама **3:1** и **4:1**, чиме се потврђује да већи простори захтевају веће пропорције како би задржали осећај угодности (слика 78). На основу овог критеријума приметна је разлика перципирања простора у односу на његове димензије, те је уочљива и разлика у погодним пропорцијама за овај критеријум, на основу тога колики је простор.



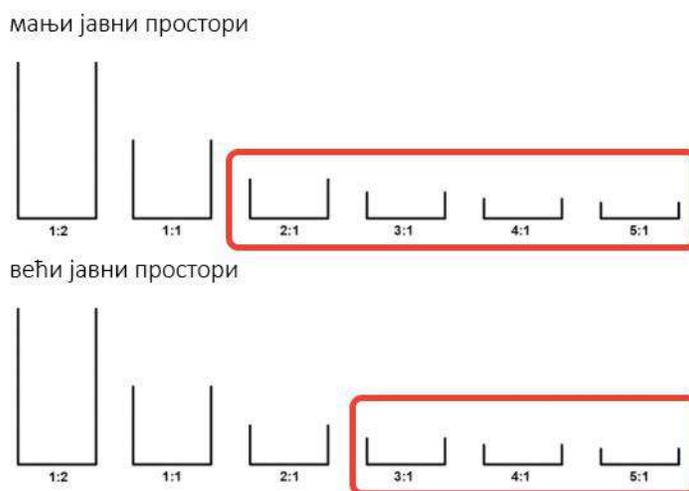
Слика 78. Најпогодније пропорције за угодност простора

На основу истраживања констатовано је да пропорција 3:1, иако нема у оба случаја највећу аритметичку средину, може да се сматра једном од најпогоднијих пропорција за угодност простора, без обзира на димензије истог, док је приметно да у случају потенцијалног обезбеђивања угодности простора, код мањих простора треба циљати минимално пропорцију 2:1, а код већих пропорцију 3:1.

4) Осветљеност простора

С обзиром на то да се ниво осветљености одређеног простора тумачи тако да нижи објекти доприносе већој осветљености, приликом поређења осветљености мањег и већег простора, приметно је то да без обзира на димензије простора, осветљеност простора расте када су објекти који га окружују нижи, с акцентом на то да мањи простори имају минималну просечну вредност четири већ при пропорцији 2:1, а већи простори при пропорцији 3:1.

Поредећи мање и веће просторе, како би се постигао исти осећај осветљености, захтевају се различити пропорцијски односи, тј. што је већи простор, потребно је додатно смањити висину објеката, за постизање сличног ефекта. Приликом урбанистичког пројектовања, ради постизања довољне количине осветљености, пропорција мањих јавних простора би требало да буде минимално **2:1**, док би код већих простора тај однос требало да буде најмање **3:1**, како би се осигурао довољан степен природне светлости и простор доживљавао као светао (слика 79).



Слика 79. Најпогодније пропорције за адекватну осветљеност простора

5) Једноставност оријентације у простору

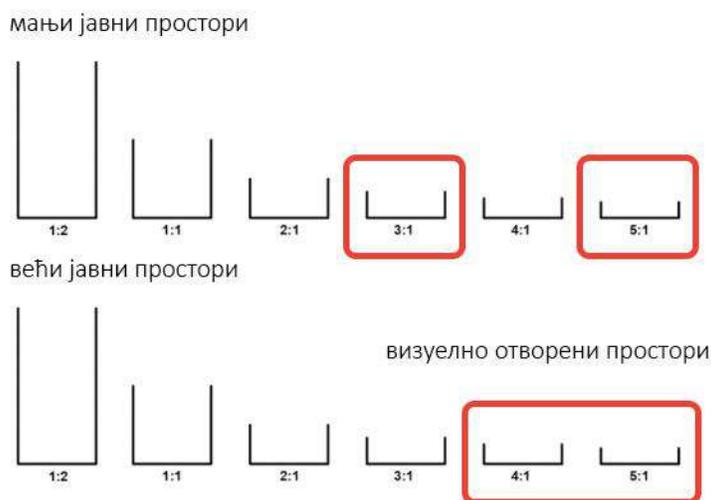
У литератури не постоје експлицитне вредности које се тичу идеалних пропорција које утичу на једноставност оријентације, већ се наводи да једноставност оријентације зависи од пропорција, али исто тако и од димензија и намене простора, као и изгледа, сигнализације или назнаке путева, који би могли да имају утицај на једноставније сналажење, те у овом случају то потврђују и резултати истраживања у имерсивној виртуелној реалности.

Иако би једноставност оријентације могла да се огледа у чињеници да нижи објекти подразумевају већу прегледност и лакше оријентисање, истраживање је показало да то није увек правило, односно да у мањем простору објекти висине пет метара нису допринели једноставности оријентације, већ су због своје висине и утиска густине деловали збуњујуће и као одређени вид препрека за испитанике. Такође, простори који су омеђени врло високим објектима

очекивано су створили атмосферу затворености, као и осећаја доминантности вертикалних елемената.

Приликом урбанистичког пројектовања требало би водити рачуна о томе да једноставност оријентације не зависи искључиво од пропорцијских односа ширине простора и висине објеката, већ и од других фактора, као што су намена простора, присуство урбанистичких репера, сигнализације, препознатљивости објеката, и слично.

Дакле, приликом пројектовања јасно прегледних и оријентационо једноставних јавних простора препоручљиво је тежити ка већем степену хоризонталне доминације и избегавати екстремне вертикалне пропорције као што је 1:2, водећи рачуна о томе да некада врло ниски објекти могу да имају лош утицај на оријентацију и да доведу до осећаја конфузије, уместо јасне оријентације.



Слика 80. Једноставност оријентације у простору најпогоднија за мање и веће јавне просторе приказане је црвеним оквиром

Као што се може уочити на слици 80, црвеним оквиром су означене две пропорције које су имале највеће аритметичке средине за мањи и већи јавни простор, те се из поменутог може констатовати да степен оријентације није увек присутан у оним ситуацијама када су објекти најнижи.

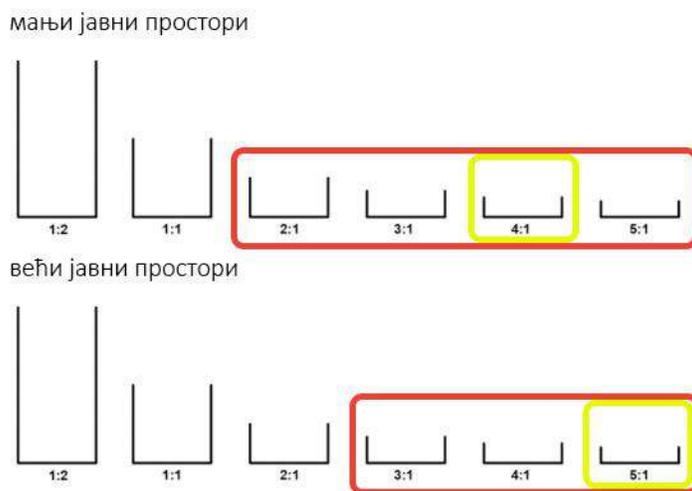
6) Прегледност околине простора

Резултати истраживања не одговарају тврдњама да је прегледност најбоља у просторима балансираним између отворености и затворености, већ је утврђено да прегледност простора зависи од димензија простора и обично се везује за појам отворенијих јавних простора.

У том случају, код мањег простора највећа прегледност се постиже при већим пропорцијама, тј. конкретно при пропорцији 4:1, а у већем простору при пропорцији 5:1. Такође, може да се уочи да је прегледност околине код мањег јавног простора јаснија од пропорција 2:1, ка пропорцијама које подразумевају ниже објекте, уз сличне, односно уједначене аритметичке средине, док је код

већег простора уочљива јасна граница помоћу које се види да тек од пропорције **3:1** прегледност има високе аритметичке средине.

У случају планирања и пројектовања јавних урбанистичких простора, препорука која би могла да се констатује из истраживања односи се на то да би најмање пропорција **2:1** била погодна за мање просторе, као и **3:1** за веће просторе (за случај да се не посматрају само највеће аритметичке средине), а све у циљу осигурања добре прегледности и функционалности простора (слика 81).

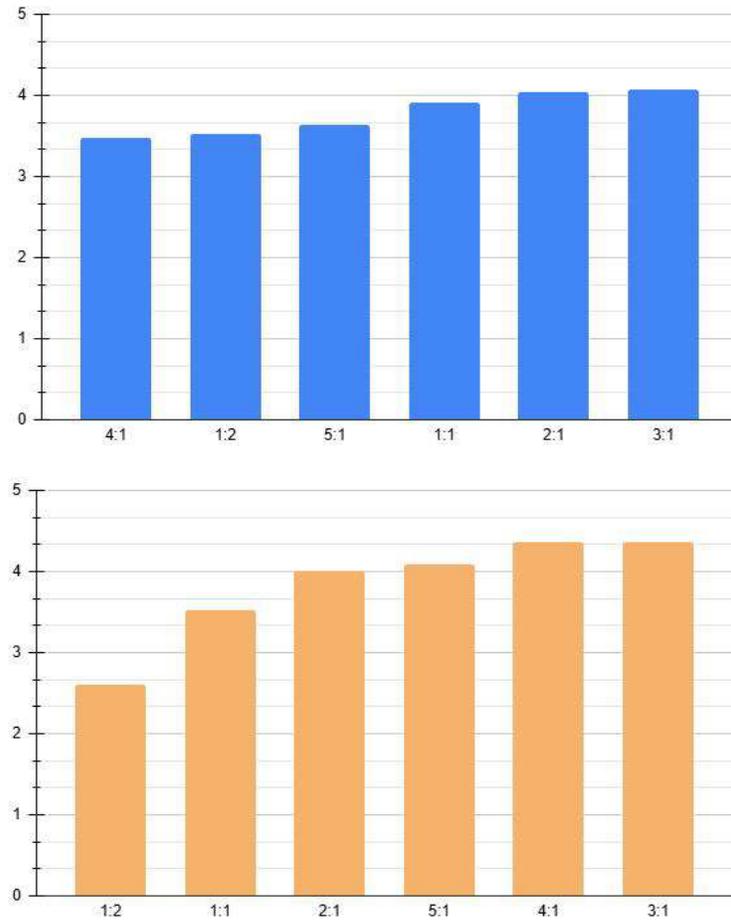


Слика 81. Прегледност околине у простору најпогоднија за мање и веће јавне просторе приказане је црвеним оквиром, док је жутим оквиром приказана пропорција највеће аритметичке средине

7) Сопствена сигурност у простору

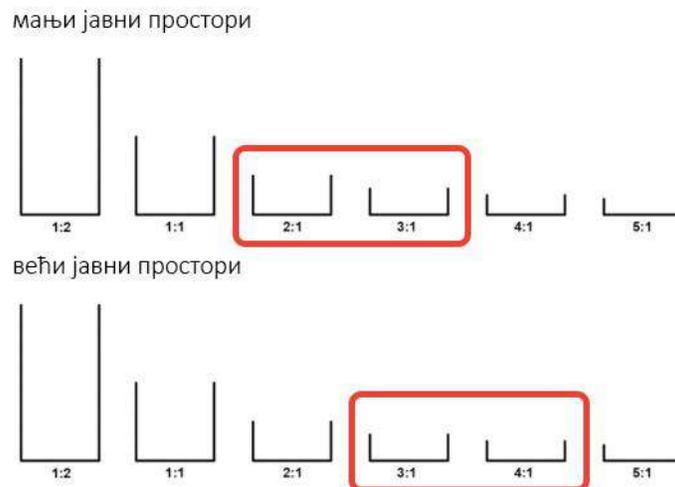
Осећај сигурности у простору највећи је био при пропорцији **3:1**, што може да представља пропорцију која има добру комбинацију видљивости и интимности, као што је и наведено на основу *CPTED* принципа, те су испитаници потврдили ову тврдњу.

Интересантна је и разлика да, упркос томе што је пропорција 3:1 највеће аритметичке средине за оба простора, код мањег су испитаници сигурним дефинисали просторе пропорција 1:1 и 2:1, а код већег пропорције 4:1 и 5:1, те не значи да би степен сигурности ишао у истом смеру када би објекти били нижи или виши, већ зависи од тога колике су димензије простора.



Слика 82. Разлика у аритметичким срединама за мањи и већи јавни простор при процењивању осећаја сигурности

На слици 82 уочава се неправилност низа код мањег и већег јавног простора, уз сагласност за пропорцију 3:1 као најсигурнију за боравак. Такође, може да се примети чињеница да је осећај сигурности већи и константнији, када је реч о мањим јавним просторима (слике 82 и 83).

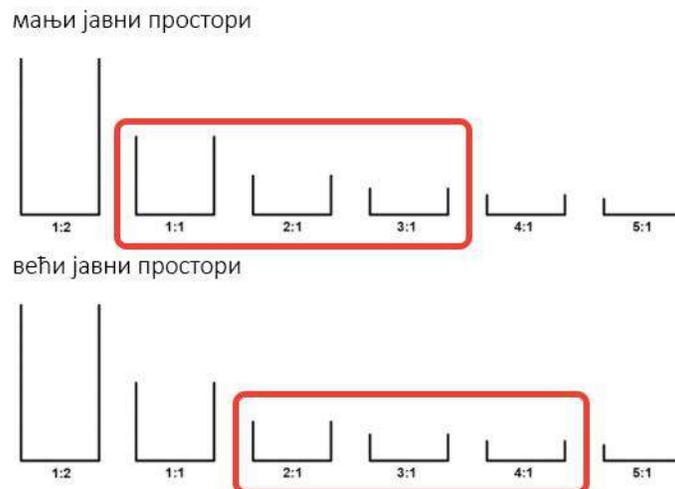


Слика 83. Најпогоднији осећај сигурности у простору, за мање и веће јавне просторе, приказан је црвеним оквиром

8) Оптималан однос пропорције ширине јавног простора и објекта који га окружују

По мишљењу испитаника, пропорцијски однос **2:1** је један од погоднијих за однос висине објекта и ширине јавног простора, што се слаже са великим процентом извора из литературе у којим се пропорцијски односи спомињу, те је у овом случају претпоставка из литературе о односу на идеалан однос пропорција потврђена и кроз истраживање, без обзира на то да ли је реч о мањем или о већем јавном простору, док најнепогоднији пропорцијски однос у овом случају није увек онај када су објекти највиши, већ зависи од личног доживљаја датог простора, што даље зависи од димензија простора.

Из тог разлога, при процесу пројектовања неопходно је тестирати просторне односе у конкретном окружењу (имерсивна виртуелна реалност, на пример), узимајући у обзир димензије датог простора, како би се избегло стварање амбијената који могу негативно да утичу на осећај корисника у простору.



Слика 84. Однос најпогоднијих D/H пропорција за мање и веће јавне просторе приказане је црвеним оквиром

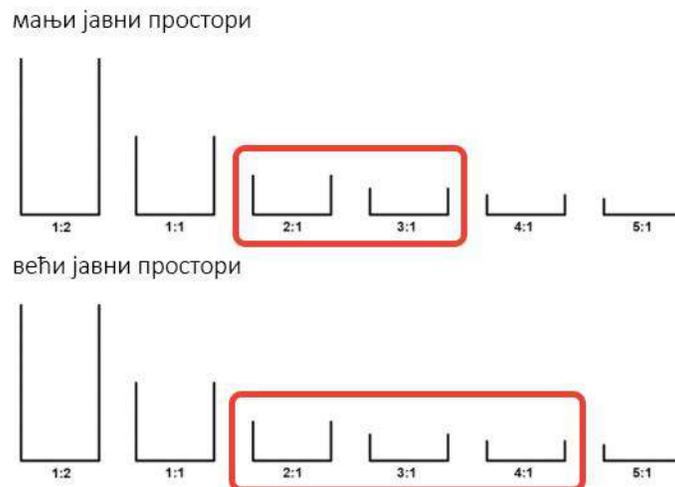
Уколико се у обзир узме неколико највиших аритметичких средина, приметно је да постоји разлика у конципирању складног D/H односа за мање и веће јавне просторе, као и у већини претходних примера.

На слици 84 приказани су најпогоднији D/H пропорцијски односи за мање и веће јавне просторе.

9) Провођење времена у простору

Анализом резултата је потврђено да је најпријатнији простор за боравак онај чије су пропорције **2:1**, што одговара извору из литературе.

На слици 85 може да се уочи да постоји подела у просторима прихватљивим за боравак, тако у мањем простору преко 50% гласова за боравак имају простори 2:1 и 3:1, а у већем простору већински удео имају 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1, с акцентом на то да простор пропорција 5:1 тек прелази преко 50% гласова испитаника.



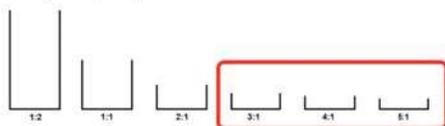
Слика 85. Простори у којим би испитаници најрадије проводили време, за мање и веће јавне просторе, приказани су црвеним оквиром

5.3. Потенцијално одређивање оптималне пропорције

На основу анализе добијених резултата, поредећи најпогодније резултате за мање и веће јавне просторе (резултати приказани на слици 86), на основу категорија наведених у оквиру самог рада, за мање просторе највише се истичу пропорције **2:1** и **3:1** (обе приказане као једна од погоднијих у 7/8 категорија), док се за веће просторе истиче категорија **4:1** (приказана као једна од најпогоднијих у 8/8 категорија).

визуелна отвореност/затвореност простора

мањи јавни простори



већи јавни простори

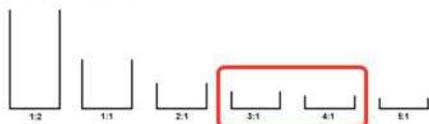


угодност простора

мањи јавни простори

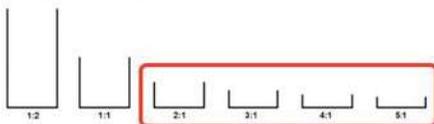


већи јавни простори

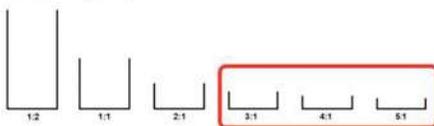


осветљеност простора

мањи јавни простори

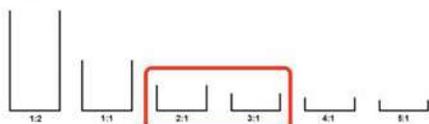


већи јавни простори



провођење слободног времена у простору

мањи јавни простори

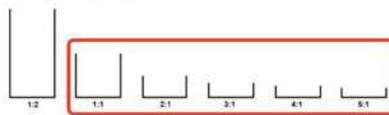


већи јавни простори



једноставност оријентације у простору

мањи јавни простори

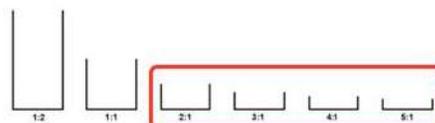


већи јавни простори

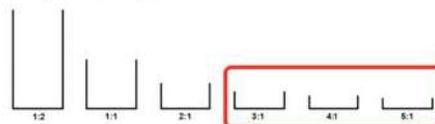


прегледност простора

мањи јавни простори

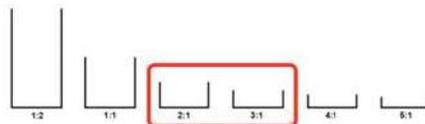


већи јавни простори

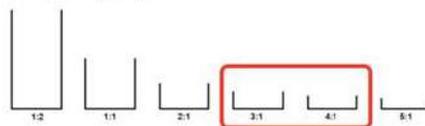


сопствена сигурност у простору

мањи јавни простори

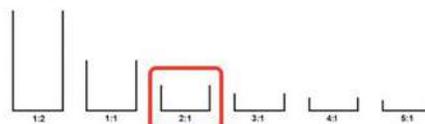


већи јавни простори

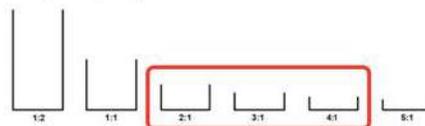


складност пропорције

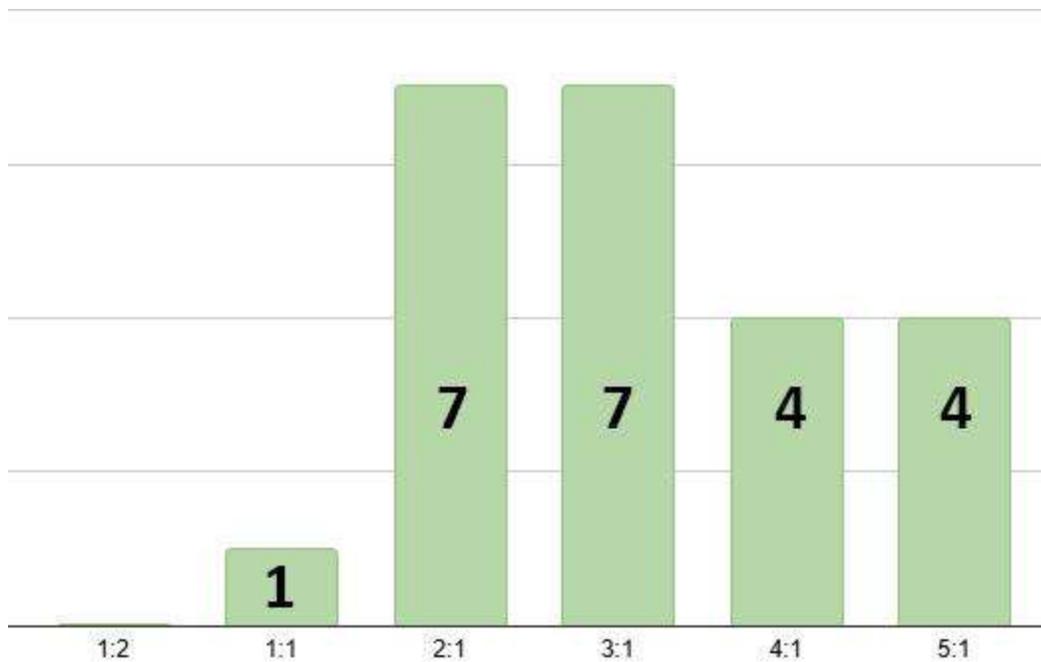
мањи јавни простори



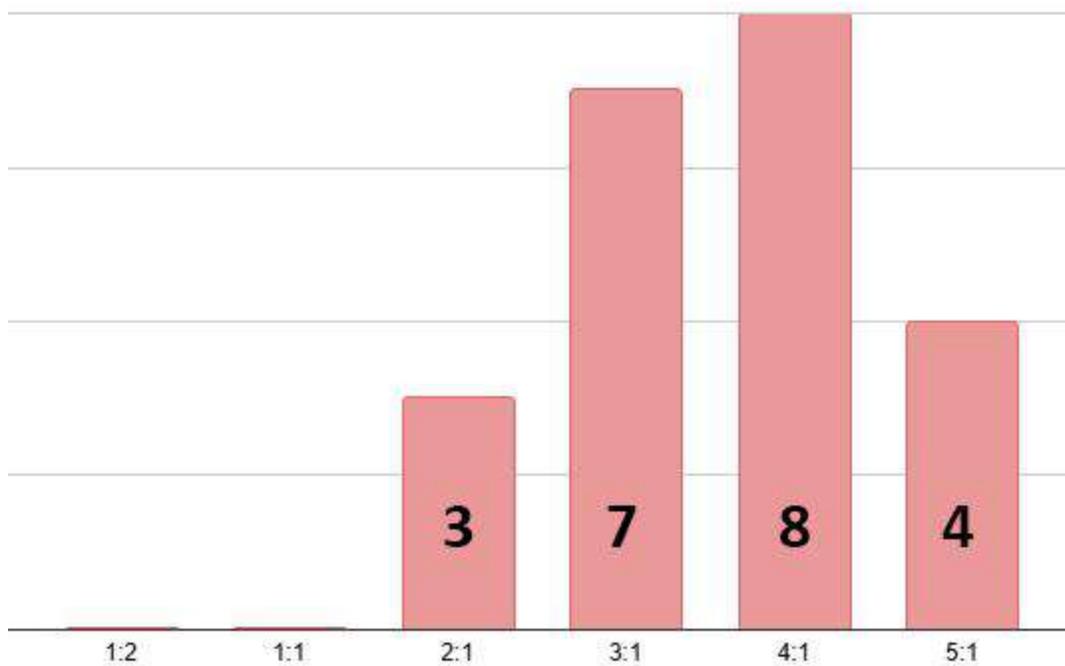
већи јавни простори



Слика 86. Поређење погодних резултата за мање и веће просторе, на основу анализираних категорија



Слика 87. Најистакнутији пропорцијски односи погодни за мање јавне просторе



Слика 88. Најистакнутији пропорцијски односи погодни за веће јавне просторе

На сликама 87 и 88 приказани су најистакнутији пропорцијски односи за мање и веће јавне просторе, на основу анализираних критеријума. Иако је тешко издвојити јединствено оптимално решење које би у потпуности одговарало свим категоријама, анализа резултата указује на то да је

при планирању и пројектовању јавних простора потребно правити разлику у зависности од њихове величине, те да добијени резултати могу да представљају поуздане смернице за дефинисање најприкладнијих просторних односа.

5.4. Препоруке за будућа истраживања

Визуализације простора који још увек нису изграђени могле би да буду посматране као прецизнија представа о будућем простору, али и начин за рано идентификовање потенцијалних просторних проблема који нису уочљиви у урбанистичким и архитектонским плановима.

Узимајући у обзир резултате истраживања и позитиван утицај примене виртуелне реалности у евалуацији просторних пропорција јавних простора, препоручује се да у свакој фази планирања урбанистичких планова буде интегрисана и имерсивна визуализација предложених решења.

Као саставни део тог процеса, препоручује се организовање упитника и евалуација од стране стручне јавности, пре свега архитеката, урбаниста, других релевантних професионалаца, али и грађана, односно шире јавности, тј. будућих корисника простора, а све у циљу добијања реакција заснованих на стварној перцепцији и корисничком искуству. Овакав приступ би омогућио да урбанистичка решења буду, не само просторни одговор на задате параметре, већ и резултат дијалога између струке и заједнице.

Будућа истраживања могу да буду фокусирана и на развој систематизованих методологија за интеграцију VR имерсивних технологија у процес урбанистичког планирања, као и на испитивање разлика у перцепцији простора између различитих група корисника (професионалаца, грађана, особа различите старости, итд). Такође, могуће је проширити модел евалуације на друге аспекте урбаног пројектовања, попут буке, температуре, или кретања корисника простора током различитих делова дана.

5.5. Препоруке за праксу

Резултати добијени у виртуелном окружењу, потенцијално указују на потребу ревизије постојећих урбанистичких правила која дефинишу *D/H* односе у јавним просторима. Из тог разлога, препоручује се да се при изради прописа и стручних смерница за планирање отворених јавних простора узму у обзир резултати истраживања везани за савремену перцепцију простора и факторе који утичу на осећаје угодности, прегледности и сигурности, док би употреба виртуелне реалности као технологије потенцијално могла да постане саставни део процеса планирања, јер омогућава тестирање просторних односа у реалистичним условима пре извођења, без потребе за прављењем макета. Такође, виртуелна реалност може да послужи и као методолошки алат за спровођење будућих истраживања која укључују процену квалитета јавних простора, јер обезбеђује контролисано окружење у ком се може објективно мерити утицај просторних параметара на доживљај испитаника.

6. Литература

6.1. Књиге

1. Alan B. Craig, William R. Sherman, Jeffrey D. Will, (2009) Developing Virtual Reality Applications: Foundations of Effective Design, ((en)) str. 1-2, 281-292, 336. ISBN 978-0-12-374943-7.
2. Alexander, C., Ishikawa, S., & Silverstein, M. (1977). A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. New York: Oxford University Press.
3. Appleton, J. (1975). The Experience of Landscape. Wiley.
4. Arthur, Paul, and Romedi Passini. 1992. Wayfinding : People, Signs, and Architecture. New York: McGraw-Hill Book Co. <http://catalog.hathitrust.org/api/volumes/oclc/26407651.html>.
5. Ashihara, Y. (1970) Exterior Design in Architecture. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
6. Bateson, G. (1972). Steps to an ecology of mind: Collected essays in anthropology, psychiatry, evolution, and epistemology.
7. Brewster, D. (1856). The Stereoscope: Its History, Theory, and Construction. London: J. Murray.
8. Burdea, G., & Coiffet, P. (2003). Virtual Reality Technology (2nd ed.). Wiley-Interscience, ISBN 0471360899, 9780471360896
9. Ching, Francis D. K. 2007. Architecture : Form, Space, & Order. 3rd ed. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons.
10. Cullen, G. (1961). Concise Townscape (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780080502816>
11. Dak Kopec, Environmental Psychology for Design, ISBN 10: 1501391860 ISBN 13: 9781501391866, Publisher: Fairchild Books, 2024
12. Ewing, R., & Clemente, O. (2013). Measuring Urban Design: Metrics for Livable Places. Washington, DC: Island Press.
13. Gehl, Jan (2011). Life Between Buildings: Using Public Space. Washington, DC: Island Press.
14. Gehl, Jan. Cities for People; Island press: Washington, DC, USA, 2010.
15. Hillier, B., & Hanson, J. (1984). The Social Logic of Space. Cambridge, New York: Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511597237>
16. Jacobs, Allan B. Great Streets; MIT Press: Cambridge, MA, USA, 1993.
17. Larice, M., & Macdonald, E. (Eds.). (2012). The Urban Design Reader (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203094235>
18. Lefebvre, H. (1991). The production of space. Blackwell.
19. Lynch, K.; Hack, G. Site Planning, 3rd ed.; MIT Press: Cambridge, MA, USA, 1984.
20. Lynch, Kevin. The Image of the City. MIT Press, 1960.
21. Moughtin, C. (2003). Urban Design: Street and Square (3rd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780080520278>
22. Neufert, Ernst, Neufert, Peter, Kister, Johannes, Sturge, David. (2012). Architects' data (4th ed.). Chichester: Wiley Blackwell.
23. Norberg-Schulz, Christian. 1979. Genius Loci : Towards a Phenomenology of Architecture. New York: Rizzoli.
24. Šiđanin Predrag, Lazić Marko, 2018. Virtuelna i proširena realnost, koncepti, tehnike, primene

25. Sitte, C. (1889). Der Städtebau nach seinen künstlerischen Grundsätzen. / Camillo Sitte (2011): The Birth of Modern City Planning: With a translation of the 1889 Austrian edition of his City Planning According to Artistic Principles
26. Spreiregen, Paul D. (1981), Urban design, The architecture of towns and cities. Krieger Publishing Company
27. Timothy D. Crowe and Lawrence J. Fennelly, Crime Prevention Through Environmental Design, 2013.
28. Trancik, R. (1986) Finding Lost Space; Theories of Urban Design. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
29. Whyte, J. (2002). Virtual Reality and the Built Environment. Architectural Press.
30. Whyte, William H., Jr., 1917-1999. The Social Life of Small Urban Spaces. Washington, D.C. :Conservation Foundation, 1980.

6.2. Интернет чланци

1. The national center for simulation (NCS), Edwin Albert Link, Приступљено 09.04.2025. <https://www.simulationinformation.com/hall-of-fame/members/edwin-albert-link>
2. NVIDIA. n.d. "What Is Ray Tracing?" NVIDIA Developer. Приступљено 27.03.2025. <https://developer.nvidia.com/discover/ray-tracing>.
3. SOLIDWORKS. (2024). Solar Access Studies. SOLIDWORKS Help. https://help.solidworks.com/2024/English/SolidWorks/sldworks/c_solar_access_studies.htm, приступљено 18.03.2025.
4. TMD STUDIO LTD. Virtual Reality Uses in Architecture and Design, 2017; <https://medium.com/studiotmd/virtual-reality-uses-in-architecture-and-design-c5d54b7c1e89>; приступљено 05.02.2025.
5. UN-Habitat, Global Public Space Programme, 2011. <https://unhabitat.org/global-public-space-programme>, приступљено 18.03.2025.

6.3. Радови

1. Abu Alatta, Rawan Taisser and Ahmed Abdallah Freewan. "Investigating the Effect of Employing Immersive Virtual Environment on Enhancing Spatial Perception within Design Process." Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research 11, no. 2 (March 2017): 219-238.
2. Aiello, D.; Fai, S.; Santagati, C. Virtual Museums as a Means for Promotion and Enhancement of Cultural Heritage. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. 2019, 42, 33–40. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-33-2019>
3. Anastasovitis, E.; Manos, R. Virtual Museum for the Antikythera Mechanism: Designing an immersive cultural exhibition. In Proceedings of the 2018 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), Munich, Germany, 16–20 October 2018. DOI: 10.1109/ISMAR-Adjunct.2018.00092
4. Arslan, M., Erkan, İ. Three-dimensional perception in virtual reality: size estimation using spatial cues. J. Umm Al-Qura Univ. Eng.Archit. (2025). <https://doi.org/10.1007/s43995-025-00237-7>

5. Aso Hajirasouli, Saeed Banihashemi, Anoma Kumarasuriyar, Saeed Talebi, Amir Tabadkani, Virtual reality-based digitisation for endangered heritage sites: Theoretical framework and application, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 49, 2021, Pages 140-151, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2021.02.005>.
6. Athanasios Gaitatzes, Dimitrios Christopoulos, and Maria Roussou. 2001. Reviving the past: cultural heritage meets virtual reality. In *Proceedings of the 2001 conference on Virtual reality, archeology, and cultural heritage (VAST '01)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 103–110. <https://doi.org/10.1145/584993.585011>
7. Azarby, S.; Rice, A. Spatial Perception Imperatives in Virtual Environments: Understanding the Impacts of View Usage Patterns on Spatial Design Decisions in Virtual Reality Systems. *Buildings* 2023, 13, 160. <https://doi.org/10.3390/buildings13010160>
8. Azarby, Sahand, and Arthur Rice. 2022. "Understanding the Effects of Virtual Reality System Usage on Spatial Perception: The Potential Impacts of Immersive Virtual Reality on Spatial Design Decisions" *Sustainability* 14, no. 16: 10326. <https://doi.org/10.3390/su141610326>
9. Bagader MA, Abuznada MA (2021) Using VR technology as an urban design assessment tool: a case study of Jeddah. *J Umm Al-Qura Univ Eng Arch* 12(1):35–43
10. Belen Jiménez Fernández-Palacios, Daniele Morabito, Fabio Remondino, Access to complex reality-based 3D models using virtual reality solutions, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 23, 2017, Pages 40-48, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2016.09.003>.
11. Bolognesi, C.; Aiello, D. The Secrets of s. Maria delleGrazie: Virtual Fruition of an Iconic Milanese Architecture. In *Proceedings of the 27th CIPA International Symposium “Documenting the past for a better future”*, Ávila, Spain, 1–5 September 2019; Volume XLII-2/W15, pp. 185–192. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-185-2019
12. Cao Donghui, Li Guanfa, Zhu Wensheng, Liu Qiyuan, Bai Shuping & Li Xiaokang, Virtual reality technology applied in digitalization of cultural heritage. *Cluster Comput* 22 (Suppl 4), 10063–10074 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10586-017-1071-5>
13. Carmona, M., Heath, T., Oc, T., Tiesdell, S., & Carmona, M. (2003). *Public Places - Urban Spaces* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780080515427>
14. Chengyan Xu, Yasemin Demir-Kaymaz, Christina Hartmann, Marino Menozzi, Michael Siegrist, The comparability of consumers’ behavior in virtual reality and real life: A validation study of virtual reality based on a ranking task, *Food Quality and Preference*, Volume 87, 2021, 104071, ISSN 0950-3293, <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104071>
15. Cho, J.Y.; Suh, J. Spatial Ability Performance in Interior Design and Architecture: Comparison of Static and Virtual Reality Modes. *Buildings* 2023, 13, 3128. <https://doi.org/10.3390/buildings13123128>
16. Choromanski, K.; Lobodecki, J.; Puchala, K.; Ostrowski, W. Development of Virtual Reality application for Cultural Heritage visualization from multi-source 3D data. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* 2019, XLII-2/W9, 261–267. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-261-2019>
17. Clini, P.; Ruggeri, L.; Angeloni, R.; Sasso, M. Interactive Immersive Virtual Museum: Digital Documentation for Virtual Interaction. In *Proceedings of the ISPRS TC II Mid-term Symposium “Towards Photogrammetry 2020”*, Riva del Garda, Italy, 4–7 June 2018; Volume XLII-2, pp. 251–257. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-251-2018>

18. Daniel Paes, Javier Irizarry, Diego Pujoni, An evidence of cognitive benefits from immersive design review: Comparing three-dimensional perception and presence between immersive and non-immersive virtual environments, *Automation in Construction*, Volume 130, 2021, 103849, ISSN 0926-5805, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103849>
19. Daniele Ferdani, Bruno Fanini, Maria Claudia Piccioli, Fabiana Carboni, Paolo Vigliarolo, 3D reconstruction and validation of historical background for immersive VR applications and games: The case study of the Forum of Augustus in Rome, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 43, 2020, Pages 129-143, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.12.004>.
20. David John, David Hurst, Paul Cheetham, Harry Manley (2018). Visualising Dudsbury Hillfort: Using Immersive Virtual Reality to Engage the Public with Cultural Heritage. *EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage*, ISSN – 2312 – 6124, ISBN 978-3-03868-057-4, <https://doi.org/10.2312/gch.20181360>
21. Dhanda, A.; Reina, O.M.; Weigert, A.; Paladini, A.; Min, A.; Gyi, M.; Su, S.; Fai, S.; Santana, Q.M. Recreating cultural heritage environments for VR using photogrammetry. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* 2019, LXII-2/W9, 305–310. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-305-2019>
22. El Araby, Mostafa. Possibilities and constraints of using virtual reality in urban design. In *Proceedings of the 7th International CORP Symposium*, Vienna, Austria, 27 February–1 March 2002; pp. 457–463. (https://www.corp.at/archive/CORP2002_Araby.pdf)
23. Fabrizio Agnello, Fabrizio Avella, Stefania Agnello: VIRTUAL REALITY FOR HISTORICAL ARCHITECTURE, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W9, 9–16, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-9-2019>, 2019.
24. Filip Škola, Selma Rizvić, Marco Cozza, Loris Barbieri, Fabio Bruno, Dimitrios Skarlatos, and Fotis Liarokapis. 2020. "Virtual Reality with 360-Video Storytelling in Cultural Heritage: Study of Presence, Engagement, and Immersion" *Sensors* 20, no. 20: 5851. <https://doi.org/10.3390/s20205851>
25. Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological Medicine*, 47(14), 2393–2400. <https://doi.org/10.1017/S003329171700040X>
26. Gaoliang Peng, Gongdong Wang, Wenjian Liu, Haiquan Yu, A desktop virtual reality-based interactive modular fixture configuration design system, *Computer-Aided Design*, Volume 42, Issue 5, 2010, Pages 432-444, ISSN 0010-4485, <https://doi.org/10.1016/j.cad.2009.02.003>.
27. Gómez-Tone, Hugo C., John Bustamante Escapa, Paola Bustamante Escapa, and Jorge Martin-Gutierrez. 2021. "The Drawing and Perception of Architectural Spaces through Immersive Virtual Reality" *Sustainability* 13, no. 11: 6223. <https://doi.org/10.3390/su13116223>
28. Gómez-Tone, Hugo C., Jorge Martin-Gutierrez, John Bustamante-Escapa, and Paola Bustamante-Escapa. 2021. "Spatial Skills and Perceptions of Space: Representing 2D Drawings as 3D Drawings inside Immersive Virtual Reality" *Applied Sciences* 11, no. 4: 1475. <https://doi.org/10.3390/app11041475>
29. Gonizzi Barsanti, S., Caruso, G., Micoli, L. L., Covarrubias Rodriguez, M., and Guidi, G.: 3D Visualization of Cultural Heritage Artefacts with Virtual Reality devices, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XL-5/W7, 165–172, <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-5-W7-165-2015>, 2015.

30. Guido Bozzelli, Antonio Raia, Stefano Ricciardi, Maurizio De Nino, Nicola Barile, Marco Perrella, Marco Tramontano, Alfonsina Pagano, Augusto Palombini, An integrated VR/AR framework for user-centric interactive experience of cultural heritage: The ArkaeVision project, *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, Volume 15, 2019, e00124, ISSN 2212-0548, <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00124>.
31. Handy SL, Boarnet MG, Ewing R, Killingsworth RE. How the built environment affects physical activity: views from urban planning. *Am J Prev Med*. 2002 Aug;23(2 Suppl):64-73. doi: 10.1016/s0749-3797(02)00475-0. PMID: 12133739.
32. Hwei Teeng Chong, Chen Kim Lim, Abdul Rafi, Kian Lam Tan, Mazlin Mokhtar , Comprehensive systematic review on virtual reality for cultural heritage practices: coherent taxonomy and motivations. *Multimedia Systems* 28, 711–726 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00530-021-00869-4>
33. Hwei Teeng Chong, Chen Kim Lim, Minhaz Farid Ahmed, Kian Lam Tan, and Mazlin Bin Mokhtar. 2021. "Virtual Reality Usability and Accessibility for Cultural Heritage Practices: Challenges Mapping and Recommendations" *Electronics* 10, no. 12: 1430. <https://doi.org/10.3390/electronics10121430>
34. Hyeon Jeong Yoon, Jonghwa Kim, Sang Woo Park & Hwan Heo. Influence of virtual reality on visual parameters: immersive versus non-immersive mode. *BMC Ophthalmol* 20, 200 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12886-020-01471-4>
35. Ilaria Trizio, Francesca Savini, Alessandro Giannangeli, Fiore, S., Adriana Marra, Giovanni Fabbrocino, and Andrea Ruggieri: VERSATIL TOOLS: DIGITAL SURVEY AND VIRTUAL REALITY FOR DOCUMENTATION, ANALYSIS AND FRUITION OF CULTURAL HERITAGE IN SEISMIC AREAS, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W17, 377–384, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W17-377-2019>, 2019.
36. Im, Seung-Bin. "OPTIMUM W/H RATIOS IN ENCLOSED SPACES: THE RELATIONSHIP BETWEEN VISUAL PREFERENCE AND THE SPATIAL RATIO." *Journal of Architectural and Planning Research*, vol. 4, no. 2, 1987, pp. 134–48. JSTOR, <http://www.jstor.org/stable/43029488>.
37. Ivan Giangreco, Loris Sauter, Mahnaz Amiri Parian, Ralph Gasser, Silvan Heller, Luca Rossetto, and Heiko Schuldt. 2019. VIRTUE: a virtual reality museum Experience. In *Proceedings of the 24th International Conference on Intelligent User Interfaces: Companion (IUI '19)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 119–120. <https://doi.org/10.1145/3308557.3308706>
38. J Whyte, N Bouchlaghem, A Thorpe, R McCaffer, From CAD to virtual reality: modelling approaches, data exchange and interactive 3D building design tools, *Automation in Construction*, Volume 10, Issue 1, 2000, Pages 43-55, ISSN 0926-5805, [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(99\)00012-6](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(99)00012-6).
39. Jamei, E.; Mortimer, M.; Seyedmahmoudian, M.; Horan, B.; Stojcevski, A. Investigating the Role of Virtual Reality in Planning for Sustainable Smart Cities. *Sustainability* 2017, 9, 2006. <https://doi.org/10.3390/su9112006>
40. Jerald, J. (2015). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2792790>
41. Jonna Häkkinlä, Petri Hannula, Elina Luiro, Emilia Launne, Sanni Mustonen, Toni Westerlund, and Ashley Colley. 2019. Visiting a virtual graveyard: designing virtual reality cultural heritage experiences. In *Proceedings of the 18th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM '19)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 56, 1–4. <https://doi.org/10.1145/3365610.3368425>

42. Jos P. van Leeuwen, Klaske Hermans, Antti Jylhä, Arnold Jan Quanjer, and Hanke Nijman. 2018. Effectiveness of Virtual Reality in Participatory Urban Planning: A Case Study. In Proceedings of the 4th Media Architecture Biennale Conference (MAB '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 128–136. <https://doi.org/10.1145/3284389.3284491>
43. José Paulo Guerra, Miguel Moreira Pinto, Cláudia Beato (2015). VIRTUAL REALITY - SHOWS A NEW VISION FOR TOURISM AND HERITAGE. *European Scientific Journal*, ESJ, 11(9). <https://doi.org/10.19044/esj.2015.v11n9p%p>
44. K. Sunesson et al., "Virtual reality as a new tool in the city planning process," in *Tsinghua Science and Technology*, vol. 13, no. S1, pp. 255-260, Oct. 2008, doi: 10.1016/S1007-0214(08)70158-5. keywords: {Proposals;Cities and towns; Buildings;Urban planning;Libraries;Materials;Interviews;architecture; architectural competition;city planning;construction planning;VR models
45. Kersten, T. P., Tschirschwitz, F., and Deggim, S.: DEVELOPMENT OF A VIRTUAL MUSEUM INCLUDING A 4D PRESENTATION OF BUILDING HISTORY IN VIRTUAL REALITY, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W3, 361–367, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-361-2017>, 2017.
46. Kim J, Kim S. Finding the Optimal D/H Ratio for an Enclosed Urban Square: Testing an Urban Design Principle Using Immersive Virtual Reality Simulation Techniques. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Mar 9; 16(5):865. doi: 10.3390/ijerph16050865. PMID: 30857302; PMCID: PMC6427127.
47. Kim, Jaecheol. Comparing the Influences of the D/H Ratio, Size, and Facade Design of an Enclosed Square on Its Perceptual Qualities as a Sustainable Urban Space in South Korea. *Sustainability* 2017, 9, 675. <https://doi.org/10.3390/su9040675>
48. Korkmaz, S., & Kim, I. (2022). The Optimal D:H Ratio Assessment for Sense of Enclosure in Virtual Landscapes. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 2022(7), 425-434. <https://doi.org/10.14627/537724041>
49. Kundalakesi.M, Swathi T, Ashapriya B and Sruthi R "A Study of Virtual Reality" Published in *International Journal of Trend in Research and Development (IJTRD)*, ISSN: 2394-9333, Volume-4 | Issue-3 , June 2017, URL: <http://www.ijtrd.com/papers/IJTRD6672.pdf>
50. Levy, Richard. Virtual Reality: A Tool for Urban Planning and Public Engagement. In Proceedings of the Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM) 2011, Lake Louise, AB, Canada, 5–8 July 2011.
51. Maria Shehade, Theopisti Stylianou-Lambert. 2020. "Virtual Reality in Museums: Exploring the Experiences of Museum Professionals" *Applied Sciences* 10, no. 11: 4031. <https://doi.org/10.3390/app10114031>
52. Mariapina Trunfio, Maria Della Lucia, Salvatore Campana & Adele Magnelli (2022) Innovating the cultural heritage museum service model through virtual reality and augmented reality: the effects on the overall visitor experience and satisfaction, *Journal of Heritage Tourism*, 17:1, 1-19, DOI: 10.1080/1743873X.2020.1850742
53. Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12), 1321–1329. <https://doi.org/10.1.1.102.4646>
54. Muhammad Usman, Brandon Haworth, Glen Berseth, Mubbasir Kapadia, and Petros Faloutsos. 2017. Understanding spatial perception and visual modes in the review of architectural designs. In

- Proceedings of the ACM SIGGRAPH / Eurographics Symposium on Computer Animation (SCA '17). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 31, 1–2. <https://doi.org/10.1145/3099564.3108164>
55. Ning Hou, Daisaku Nishina, So Sugita, Rui Jiang, Sayaka Kindaichi, Hiroshi Oishi, Akihiro Shimizu, Virtual reality space in architectural design education: Learning effect of scale feeling, *Building and Environment*, Volume 248, 2024, 111060, ISSN 0360-1323, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.111060>.
 56. Nisiotis, Louis, Lyuba Alboul, and Martin Beer. 2020. "A Prototype that Fuses Virtual Reality, Robots, and Social Networks to Create a New Cyber–Physical–Social Eco-Society System for Cultural Heritage" *Sustainability* 12, no. 2: 645. <https://doi.org/10.3390/su12020645>
 57. Obradović M., Kićanović J.: THE ABILITY OF UNREAL ENGINE TO CREATE AN INTERACTIVE SPACE FOR IMMERSIVE AND NON-IMMERSIVE TYPES OF VR SYSTEMS, 8th International Scientific Conference on Geometry and Graphics moNGeometrija 2021.
 58. Obradović M., Mišić S., Vasiljević I., Ivetić D., Obradović R.: The Methodology of Virtualizing Sculptures and Drawings: A Case Study of the Virtual Depot of the Gallery of Matica Srpska, *Electronics (Basel)*, 2023, Vol. 12, No. 19, ISSN 2079-9292, <https://www.mdpi.com/2079-9292/12/19/4157>
 59. Obradović M.: Various concepts of user movement within the immersive virtual space in architecture, 9. Mongeometrija, Novi Sad: Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad; Serbian Society for Geometry and Graphics SUGIG, 7-10 June, 2023, ISBN 978-86-6022-575-9
 60. Obradović Miloš, Kićanović Jelena, Stojaković Vesna: Interactive presentation in architecture by Virtual Reality, 7th International Scientific Conference on Geometry and Graphics moNGeometrija 2020.
 61. Obradović Miloš, Kićanović Jelena, Vučić Marko: Implementation of the 3D model complexity in VR environment in the case of Novi Sad city center, 7th International Scientific Conference on Geometry and Graphics moNGeometrija 2020.
 62. Obradović, M.; Vasiljević, I.; Đurić, I.; Kićanović, J.; Stojaković, V.; Obradović, R. Virtual Reality Models Based on Photogrammetric Surveys—A Case Study of the Iconostasis of the Serbian Orthodox Cathedral Church of Saint Nicholas in Sremski Karlovci (Serbia). *Appl. Sci.* 2020, 10, 2743. <https://doi.org/10.3390/app10082743>
 63. Osten Bang Ping Mah, Yingwei Yan, Jonathan Song Yi Tan, Yi-Xuan Tan, Geralyn Qi Ying Tay, Da Jian Chiam, Yi-Chen Wang, Kenneth Dean, Chen-Chieh Feng, Generating a virtual tour for the preservation of the (in)angible cultural heritage of Tampines Chinese Temple in Singapore, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 39, 2019, Pages 202-211, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.04.004>.
 64. Otger Rogla, Gustavo A. Patow, Nuria Pelechano 2021. Procedural crowd generation for semantically augmented virtual cities. *Computers & Graphics*, Volume 99, pp 83-99, <https://doi.org/10.1016/j.cag.2021.06.014>
 65. Paladini, A.; Dhanda, A.; Reina, O.M.; Weigert, A.; Nofal, E.; Min, A.; Gyu, M.; Su, S.; Balen, V.K.; Santana, Q.M. Impact of Virtual Reality Experience on Accessibility of Cultural Heritage. In *Proceedings of the GEORES 2019—2nd International Conference of Geomatics and Restoration*,

- Milan, Italy, 8–10 May 2019; Volume XLII-2/W11, pp. 929–936. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-929-2019
66. Parisa. Virtual Reality Training for Sustainable Urban Planning and Citizen Engagement, 07 May 2024, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4367663/v1>]
 67. PERKOVIĆ, P., ANIČIĆ, B., HRDALO, I., RECHNER, I. i ANDLAR, G. (2007). PERCEPCIJA OSNOVNIH KARAKTERISTIKA OTVORENIH PROSTORA U STAMBENIM NASELJIMA – PRIMJER GRADA ZAGREBA I VELIKE GORICE. *Društvena istraživanja*, 16 (6 (92)), 1103-1124. Доступно на линку <https://hrcak.srce.hr/19252>
 68. Riccardo Maria Bianchi, Claire Adam Bourdarios, Michael Hovdesven, Ilija Vukotić (2019). Virtual Reality and game engines for interactive data visualization and event displays in HEP, an example from the ATLAS experiment. *EPJ Web of Conferences* 214, <https://doi.org/10.1051/epjconf/201921402013>
 69. Severin, B.-D. (2023). Application of virtual reality in the Urban analysis process: A tool for supporting architects in the early stages of project development [Diploma Thesis, Technische Universität Wien]. *repositUM*. <https://doi.org/10.34726/hss.2024.108320>
 70. Sik-Lányi, Cecília, Zsuzsanna Lányi and Ádám Tilinger. "Using Virtual Reality to Improve Space and Depth Perception." *J. Inf. Technol. Educ.* 2 (2003): 291-204. <https://doi.org/10.28945/329>
 71. Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603–616. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
 72. Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603–616.
 73. Soto-Martin, O.; Fuentes-Porto, A.; Martin-Gutierrez, J. A Digital Reconstruction of a Historical Building and Virtual Reintegration of Mural Paintings to Create an Interactive and Immersive Experience in Virtual Reality. *Appl. Sci.* 2020, 10, 597. <https://doi.org/10.3390/app10020597>
 74. Sutherland, I. E. (1965). "The Ultimate Display". *Proceedings of IFIP 65*, vol 2, pp. 506–508
 75. Szczepańska, A.; Kaźmierczak, R.; Myszkowska, M. Virtual Reality as a Tool for Public Consultations in Spatial Planning and Management. *Energies* 2021, 14, 6046. <https://doi.org/10.3390/en14196046>
 76. Timothy Jung, M. Claudia tom Dieck, Hyunae Lee & Namho Chung (2016). Effects of Virtual Reality and Augmented Reality on Visitor Experiences in Museum. In: Inversini, A., Schegg, R. (eds) *Information and Communication Technologies in Tourism 2016*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28231-2_45
 77. Yamu, C.; van Nes, A.; Garau, C. Bill Hillier's Legacy: Space Syntax—A Synopsis of Basic Concepts, Measures, and Empirical Application. *Sustainability* 2021, 13, 3394. <https://doi.org/10.3390/su13063394>
 78. Yuxuan Zhang, Hexu Liu, Mingjun Zhao, Mohamed Al-Hussein, User-centered interior finishing material selection: An immersive virtual reality-based interactive approach, *Automation in Construction*, Volume 106, 2019, 102884, ISSN 0926-5805, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102884>.

79. Zhang, S. and Moore, A. B.: THE USABILITY OF ONLINE GEOGRAPHIC VIRTUAL REALITY FOR URBAN PLANNING, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XL-2/W2, 145–150, <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-2-W2-145-2013>, 2013.
80. Zindović, Milena. 2017. Početna analiza stanja u oblasti urbanističkog planiranja i projektovanja iz rodne perspektive, sa setom preporuka

6.4. Докторске дисертације

1. Rakonjac, M. Ivana, 2016. Fenomen granice otvorenog javnog prostora i doprinos osvetljenja naglašavanju njenog značaja
2. Stojaković, Vesna, 2011. Doktorska disertacija Generisanje prostora na osnovu perspektivnih slika I primena u oblasti graditeljskog nasleđa, Novi Sad, str. 14.

7. Списак илустрација и табела

1) Илустрације

Слика 1. Прототип *HMD* система - <https://www.virtual-reality-shop.co.uk/the-sword-of-damocles-1968/>

Слика 2. Телепортација у оквиру имерсивног система

Слика 3. Кретање помоћу контролера у оквиру имерсивног система

Слика 4. Навигација кроз цркву помоћу контролера

Слика 5. Змај Јовина улица приказана кроз имерсивни систем виртуелне реалности

Слика 6. Процедурално генерисање објеката (<https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/product/procedural-building-generator>)

Слика 7. Приказ контролне тачке и дела путање дуж ког се формира објекат

Слика 8. Приказ прозора као засебног елемента, коришћеног за креирање објеката

Слика 9. Приказ материјала кроз слотове

Слика 10. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 1:2 (лево) и 1:1 (десно) за мањи јавни простор

Слика 11. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 2:1 (лево) и 3:1 (десно) за мањи јавни простор

Слика 12. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 4:1 (лево) и 5:1 (десно) за мањи јавни простор

Слика 13. Решавање проблема колизије постављањем невидљивих елемената који блокирају кретање аватара

Слика 14. Кретање унутар простора

Слика 15. Могућност кретања постоји само на унапред дефинисаном простору (на слици приказан зеленом бојом)

Слика 16. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 1:2 (лево) и 1:1 (десно) за већи јавни простор

Слика 17. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 2:1 (лево) и 3:1 (десно) за већи јавни простор

Слика 18. Перспективни приказ пропорцијских нивоа 4:1 (лево) и 5:1 (десно) за већи јавни простор

Слика 19. *Blueprint* којим је дефинисан изглед шаке и симбола за телепортацију

Слика 20. *NavMeshBoundVolume* коришћен за могућност телепортације

Слика 21. Перспективни приказ мањег виртуелног простора у погону игре *Unreal Engine*

Слика 22. Шематски приказ (лево) и просторни приказ (десно) у погледу одозго и птичијој перспективи – Мањи јавни простор (димензије приказане у метрима)

Слика 23. Шематски прикази вертикалних пресека јавног простора анализираних пропорција

Слика 24. Приказ фасаде мањег јавног простора анализиране пропорције 2:1

Слика 25. Приказ већег виртуелног простора у погону игре *Unreal Engine*

Слика 26. Шематски приказ (лево) и просторни приказ (десно) у погледу одозго и птичијој перспективи – Већи јавни простор (димензије приказане у метрима)

Слика 27. Перспективни приказ већег јавног простора анализиране пропорције 4:1

Слика 28. *Interface* програма *Meta Quest Link*

Слика 29. Коришћење опреме за VR

Слика 30. Осећај затворености или отворености простора за различите пропорције: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 31. Осећај затворености или отворености простора за различите пропорције: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 32. Дијаграм који приказује средње вредности визуелно најзатворенијих простора, ка најотворенијим

Слика 33. Однос затворености и отворености простора приказан кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 34. Дијаграм који приказује средње вредности визуелно најзатворенијих простора, ка најотворенијим

Слика 35. Однос затворености и отворености простора приказан кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 36. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати визуелно отвореним просторима

Слика 37. Дијаграм угодности простора за боравак, заснован на пропорцијама (од најмање угодног до најугоднијег простора)

Слика 38. Осећај угодности приказан кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 39. Дијаграм угодности простора за боравак, заснован на пропорцијама (од најмање угодног до најугоднијег простора)

Слика 40. Осећај угодности приказан кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 41. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати угодним просторима

Слика 42. Осветљеност простора при различитим пропорцијама (од најмање оцене ка највећој)

Слика 43. Однос осветљености простора кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 44. Осветљеност простора (од најмање оцене ка највећој)

Слика 45. Однос осветљености простора кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 46. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати довољно осветљеним просторима

Слика 47. Једноставност оријентације приказана кроз различите пропорције простора (од најкомпликованије до најједноставније, на скали од 1 до 5)

Слика 48. Једноставност оријентације приказана кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 49. Једноставност оријентације приказана кроз различите пропорције простора (од најкомпликованије до најједноставније, на скали од 1 до 5)

Слика 50. Једноставност оријентације приказана кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 51. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати једноставним за оријентацију

Слика 52. Прегледност простора при различитим пропорцијама (од најмање оцене ка највећој)

Слика 53. Прегледност простора приказана кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 54. Прегледност простора (од најмање оцене ка највећој)

Слика 55. Прегледност простора приказана кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 56. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати прегледним просторима

Слика 57. Процена сопствене сигурности у просторима различитих пропорција (од најмање оцене ка највећој)

Слика 58. Осећај сопствене сигурности приказан кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 59. Процена сопствене сигурности у просторима различитих пропорција (од најмање сигурних до најсигурнијих простора)

Слика 60. Осећај сопствене сигурности приказан кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 61. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које се могу сматрати просторима у којима се корисници осећају сигурно

Слика 62. Однос пропорције ширине јавног простора и висине објеката (од најмање складне ка најскладнијој)

Слика 63. Однос пропорције ширине јавног простора и висине објеката приказана кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 64. Однос пропорције ширине јавног простора и висине објеката (од најмање складне ка најскладнијој)

Слика 65. Однос пропорције ширине јавног простора и висине објеката приказана кроз појединачне нивое: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 66. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције које имају складан однос D/H

Слика 67. Пропорције најпријатнијих простора за боравак (од најмање оцене ка највећој)

Слика 68. Одговор (приказани у процентима) на потенцијални боравак у сваком од простора, за различите пропорције: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 69. Пропорције најпријатнијих простора за боравак (од најмање пријатних до најпријатнијих простора)

Слика 70. Одговори на потенцијални боравак у сваком од простора: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 71. Визуелни приказ пропорцијских односа, где су црвеном бојом уоквирене пропорције у којима би испитаници најрадије проводили слободно време

Слика 72. Оцењене вредности атмосфере мањег јавног простора, за различите пропорције: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 73. Оцењене вредности атмосфере већег јавног простора, за различите пропорције: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 и 1:2

Слика 74. Поређење референтних вредности мањег и већег виртуелног простора, приказаних кроз табеле

Слика 75. Пропорцијски односи који макар у једној категорији имају најнижи аритметички просек

Слика 76. Пропорцијски односи који макар у једној категорији имају највиши аритметички просек

Слика 77. Потенцијална разлика у затвореним, полуотвореним и отвореним просторима

Слика 78. Најпогодније пропорције за угодност простора

Слика 79. Најпогодније пропорције за адекватну осветљеност простора

Слика 80. Једноставност оријентације у простору најпогоднија за мање и веће јавне просторе приказане је црвеним оквиром

Слика 81. Прегледност околине у простору најпогоднија за мање и веће јавне просторе приказане је црвеним оквиром, док је жутиим оквиром приказана пропорција највеће аритметичке средине

Слика 82. Разлика у аритметичким срединама за мањи и већи јавни простор при процењивању осећаја сигурности

Слика 83. Најпогоднији осећај сигурности у простору, за мање и веће јавне просторе, приказане је црвеним оквиром

Слика 84. Однос најпогоднијих D/H пропорција за мање и веће јавне просторе приказане је црвеним оквиром

Слика 85. Простори у којим би испитаници најрадије проводили време, за мање и веће јавне просторе, приказани су црвеним оквиром

Слика 86. Поређење погодних резултата за мање и веће просторе, на основу анализираних категорија

Слика 87. Најистакнутији пропорцијски односи погодни за мање јавне просторе

Слика 88. Најистакнутији пропорцијски односи погодни за веће јавне просторе

2) Табеле

Табела 1 – Упоредна анализа затворености/отворености простора

Табела 2 – Модус за визуелни осећај затворености/отворености простора – 20x20 метара

Табела 3 – Модус за визуелни осећај затворености/отворености простора – 100x100 метара

Табела 4 – Модус за угодност простора – 20x20 метара

Табела 5 – Модус за угодност простора – 100x100 метара

Табела 6 – Модус за осветљеност простора – 20x20 метара

Табела 7 – Модус за осветљеност простора – 100x100 метара

Табела 8 – Модус за једноставност оријентације у простору – 20x20 метара

Табела 9 – Модус за једноставност оријентације у простору – 100x100 метара

Табела 10 – Модус за прегледност околине простора – 20x20 метара

Табела 11 – Модус за прегледност околине простора – 100x100 метара

Табела 12 – Модус за сопствену сигурност у простору – 20x20 метара

Табела 13 – Модус за сопствену сигурност у простору – 100x100 метара

Табела 14 – Модус за складност односа D/H пропорције – 20x20 метара

Табела 15 – Модус за складност односа D/H пропорције – 100x100 метара

Табела 16 – Идеалан однос пропорција на основу извора из литературе

Табела 17 –Табела за виртуелни простор 20x20 метара

Табела 18 – Табела за виртуелни простор 20x20 метара

Табела 19 – Табела за виртуелни простор 100x100 метара

Табела 20 – Табела за виртуелни простор 100x100 метара

Табела 21. Поређење мањег и већег виртуелног јавног простора

Табела 22 – Одступање у аритметичким срединама

Табела 23 – Провера тачности тврдњи

Овај Образац чини саставни део докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта који се брани на Универзитету у Новом Саду. Попуњен Образац укоричити иза текста докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта.

План третмана података

Назив пројекта/истраживања
Анализа релација у пропорцијама архитектонских објеката и урбаног јавног простора путем имерсивних система виртуелне реалности
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
Истраживање се спроводи у оквиру докторских академских студија, у процесу израде докторске дисертације, на студијском програму Архитектура.
1. Опис података
1.1 Врста студије <i>Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају</i> Докторска дисертација
1.2 Врсте података а) <u>квантитативни</u> б) <u>квалитативни</u>
1.3. Начин прикупљања података а) <u>анкете, упитници, тестови</u> б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи в) генотипови: навести врсту _____ г) административни подаци: навести врсту _____ д) узорци ткива: навести врсту _____ ђ) снимци, фотографије: навести врсту _____ е) текст, навести врсту _____ ж) мапа, навести врсту _____ з) остало: описати _____

1.4 Формат података, употребљене скале, количина података

1.4.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:

- a) Excel фајл, датотека **квантитативне процене су сортиране у excel табели (.xlsx)**
- b) SPSS фајл, датотека _____
- c) PDF фајл, датотека _____
- d) Текст фајл, датотека _____
- e) JPG фајл, датотека _____
- f) Остало, датотека **Google forms упитник (коришћен за прикупљање одговора)**

1.4.2. Број записа (код квантитативних података)

- a) број варијабли **10 критеријума евалуације перцепције виртуелних простора**
- б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.) **900 (75 испитаника x 12 просторних сценарија)**

1.4.3. Поновљена мерења

- a) да
- б) **не**

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

- a) временски размак између поновљених мера је _____
- б) варијабле које се више пута мере односе се на _____
- в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као _____

Напомене: _____

Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?

- a) **Да**
- б) **Не**

Ако је одговор не, образложити _____

2. Прикупљање података

2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

Комбинација експеримената имерсивне виртуелне реалности и упитника

2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

- a) експеримент, навести тип **имерсивни VR експеримент**
- б) корелационо истраживање, навести тип _____
- ц) анализа текста, навести тип **анализа доступне литературе**
- д) остало, навести шта _____

2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).

Просторни параметри јавних простора дефинисани су кроз геометријске и пропорцијске односе (D/H однос), у складу са архитектонско-урбанистичком праксом. Сви подаци који се односе на просторне димензије и односе засновани су на метрички тачним моделима и јединственом систему мерних јединица, што обезбеђује упоредивост и поновљивост резултата.

У истраживању се користе мерни инструменти и стандарди података који су уобичајени у области архитектуре, урбанизма и истраживања просторне перцепције. Као основни мерни инструмент примењују се структурисани упитници са вишестепеним Ликертовим скалама, који омогућавају квантитативно изражавање субјективних процена испитаника у односу на дефинисане просторне критеријуме.

Техничка средства коришћена за истраживање су следећа:

Рачунар:

Оперативни систем: *Windows 10 Pro*

Процесор: *Intel(R) Core(TM) i7-8700K CPU @ 3.70GHz*

РАМ Меморија: *16 GB*

Графичка карта: *NVIDIA GeForce GTX 1660*

VR headset: Oculus quest 2

2.2 Квалитет података и стандарди

2.2.1. Третман недостајућих података

а) Да ли матрица садржи недостајуће податке? Да Не

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) Колики је број недостајућих података? _____

б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да Не

в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података

2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

Квалитет података је контролисан кроз више узастопних корака током фазе прикупљања и обраде података. Пре почетка главног истраживања спроведено је пробно тестирање ради провере разумљивости питања и функционалности упитника у виртуелном окружењу.

Након прикупљања, извршена је логичка провера података и анализа распона вредности како би се идентификовале евентуалне екстремне или нелогичне вредности. На овај начин обезбеђена је поузданост, интерна конзистентност и упоредивост података добијених из различитих виртуелних сценарија.

2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

Контрола уноса података у матрицу извршена је систематичном провером тачности и доследности унетих вредности. Након уноса, подаци су проверени путем визуелне контроле и упоређивања са оригиналним упитницима, као и кроз проверу дозвољених опсега вредности за сваку променљиву. Оваквим поступком је минимизован ризик од грешака при уносу и обезбеђена је тачност базе података за даљу статистичку анализу.

3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани у **Репозиторијуму докторских дисертација на Универзитету у Новом Саду**.

3.1.2. URL адреса <https://cris.uns.ac.rs/en>

3.1.3. DOI _____

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

- а) **Да**
- б) Да, али после ембарга који ће трајати до _____
- в) Не

Ако је одговор не, навести разлог _____

3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.
Образложење

3.2 Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен? _____

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

3.3 Стратегија и стандарди за чување података

3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? _____

3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? **Да** Не

3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? **Да** Не

3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?

Да **Не**

Образложити

4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности (https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да **Не**

Истраживање није било предмет разматрања етичке комисије, с обзиром на то да не укључује интервенције над испитаницима, осетљиве личне податке, нити питања која би могла представљати етички ризик. Учесници су добровољно учествовали у истраживању, а подаци су прикупљани и обрађивани у анонимном облику.

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

4.1.3. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да **Не**

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

- а) Подаци нису у отвореном приступу
- б) Подаци су анонимизирани
- ц) Остало, навести шта

5. Доступност података

5.1. Подаци ће бити

а) јавно доступни

б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области

ц) затворени

5.2. Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

5.3. Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

Ауторство – некомерцијално – без прераде

6. Улоге и одговорност

6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

Милош Обрадовић, e-mail: milos_obrađovic@uns.ac.rs

6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

Милош Обрадовић, e-mail: milos_obrađovic@uns.ac.rs

6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима

Милош Обрадовић, e-mail: milos_obrađovic@uns.ac.rs