

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Маје М. Петровић,
дипл. мат.

Одлуком бр. 01-316/2-8.7 од 21.03.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **мр Маје М. Петровић** под насловом

**ГЕНЕРИСАЊЕ ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНИХ ГЕОМЕТРИЈСКИХ ФОРМИ КАО
ОБРАСЦА ЗА ОБЛИКОВАЊЕ АРХИТЕКТОНСКО-УРБАНИСТИЧКОГ ПРОСТОРА**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат мр Маја Петровић стекла је звање магистра техничких наука – област архитектуре и урбанизма након завршеног последипломског магистарског курса „Графичко представљање, конструисање и обликовање простора у архитектури и инжењерству“ на Архитектонском факултету у Београду. Магистарску тезу под насловом „Јајасте криве и генерализација Хугелшеферове конструкције“ кандидаткиња је одбранила 27.09.2010. год.

На основу члана 98. Статута Архитектонског факултета у Београду („Сл. билтен Факултета“, бр. 80/80, 84/10, 88/12 и 89/12-пречишћен текст), а у вези са чланом 28. Правилника о докторским студијама („Сл. билтен АФ“, бр. 81/08) и Одлуком Већа докторских студија Архитектонског факултета у Београду од 16.06.2014. године, Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној дана 23.06.2014. године, донело одлуку број 01-872/2-7.20 којом је образована Комисија за оцену услова кандидата мр Маје Петровић, дипл. мат. и теме докторске дисертације, под насловом „**Генерисање фокално-директрисних геометријских форми као обрасца за обликовање архитектонско-урбанистичког простора**“, у саставу:

- др Љиљана Петрушевски, ментор,
редовни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет,

- др Марија Обрадовић, члан Комисије
ванредни професор, Универзитет у Београду, Грађевински факултет,
- др Ђорђе Ђорђевић, члан Комисије
доцент, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет,
- др Бранко Малешевић, члан Комисије
ванредни професор, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет
- др Бранислав Попконстантиновић, члан Комисије
редовни професор, Универзитет у Београду, Машински факултет

На основу члана 30. Закона о високом образовању („Сл. гласник РС“, бр 76/05, 100/07 – аутентично тумачење, 97/08, 44/10, 93/12 и 89/2013), а у вези са чланом 100. Статута Архитектонског факултета у Београду („Сл. билтен АФ“, бр. 80/80, 84/10 и 89/12), члановима 31-34. Правилника о докторским студијама Архитектонског факултета у Београду („Сл. билтен АФ“, бр. 81/08) и сагласности Већа научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду од 30.09.2014. године, одлука бр. 61206-4228/2-14 Наставно-научно веће Факултета је, на седници одржаној 13.10.2014. године, донело одлуку број 01-1979/2-12.9. да се мр Маји М. Петровић, дипл. мат. одобрава рад на теми докторске дисертације, под насловом **„Генерисање фокално-директрисних геометријских форми као обрасца за обликовање архитектонско-урбанистичког простора“** и да се за ментора именује проф. др Љиљана Петрушевски.

Завршену докторску дисертацију кандидат, уз сагласност ментора, предаје на Веће докторских студија у марту 2016. године.

На основу члана 101. и члана 102. Статута Архитектонског факултета у Београду („Сл. билтен АФ“, бр. 80/08, 84/10, 88/12, 89/12-пречишћен текст и 98/14), члана 37. Правилника о докторским академским студијама („Сл. билтен АФ“, бр. 102/14) и Одлуке Већа докторских студија Факултета од 14.03.2016. године, Наставно-научно веће Факултета је на седници одржаној дана 21.03.2016. године, донело одлуку број 01-316/2-8.7 да се образује Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Маје М. Петровић, дипл. мат, под насловом **„Генерисање фокално-директрисних геометријских форми као обрасца за обликовање архитектонско-урбанистичког простора“**, у саставу:

- др Ђорђе Ђорђевић, председник Комисије
доцент, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет,
- др Љиљана Петрушевски, ментор и члан Комисије,
редовни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет,
- др Бранко Малешевић, члан Комисије
ванредни професор, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет
- др Марија Обрадовић, члан Комисије
ванредни професор, Универзитет у Београду, Грађевински факултет,
- др Слободан Мишић, члан Комисије
доцент, Универзитет у Београду, Грађевински факултет,

1.2. Научна област дисертације

Дисертација која је предмет овог реферата припада научном пољу *Архитектура и урбанизам* и ужој научној области *Геометрија архитектонске форме*, за које је матичан Архитектонски факултет у Београду.

Ментор предметне дисертације је др Љиљана Петрушевски, редовни професор Универзитета у Београду – Архитектонског факултета. Компетенције ментора за вођење предметне докторске дисертације одређују следеће референце:

- Devetaković, M., Petruševski, I., Ćirović I., **Petruševski Lj.** (2015): Fractal Parametric Models of Urban Spaces, *Tehnički vjesnik/Technical Gazette* Vol. 22/No. 6, pp.1547-1552, Print: ISSN 1330-3651, Online: ISSN 1848-6339
- Vukmirović, S., Devetaković, M., **Petruševski, Lj.** (2012): Topology - Possibilities of Application in Architectural Geometry, *Pollack periodica (International Journal for Engineering and Information Sciences)*, Vol. 7, Supp 1., pp.29-42, ISSN 1788-1994
- **Petruševski, Lj.**, Dabić, M., Devetaković M. (2010): Parametric Curves and Surfaces, Mathematica Demonstrations as a Tool in Exploration of Architectural Form, *Spatium: International Review Urban and Spacial Planning, Architecture, Housing Building, Geodesia, Environment*, 22, pp.67-72
- **Petruševski, Lj.**, Devetaković, M., Mitrović, B. (2009): Self-replicating Systems in Spatial Form Generation – the Concept of Cellular Automata, *Spatium: International Review Urban and Spacial Planning, Architecture, Housing Building, Geodesia, Environment*, 19, pp.8-15
- Devetaković, M., **Petruševski, Lj.**, Mitrović, B., Dabić, M. (2009): Les Folies Cellulaires – An Exploration in Architectural Design Using Cellular Automata, *XII Generative Art Conference*, CD Proceedings, Politecnico di Milano, Italy.
- **Петрушевски, Љ.**, Деветакловић, М., Митровић, Б., Дабић М. (2010): Развој и примена експлоративних алата у области архитектонске геометрије, L-системи, *Архитектура и урбанизам*, 28, 38-45

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат Маја М. Петровић, магистар техничких наука – област архитектуре и урбанизма, рођена је у Књажевцу 5. 5. 1973. год. Основну и средњу школу завршила је са одличним успехом и Вуковим дипломама у Књажевцу. После завршене Гимназије са стеченим звањем математичко-програмерски сарадник, уписала је Природно-математички факултет у Нишу, одсек: Математика, смер: Рачунарство и информатика. Основне студије на ПМФ-у завршила је 2000. године са просечном оценом 8,06. Архитектонски одсек на Грађевинском факултету у Нишу уписала је шк. 1995/96. године, одслушала све предмете и апсолвирала је школске 2001/02. године са просечном оценом 8,80. Након што је положила предмете Нацртна геометрија 1 и Нацртна геометрија 2 са највишим оценама ангажована је за демонстратора на поменутиим предметима у периоду од 1998. до 2001. године, а затим је радила као сарадник истраживач Грађевинско-архитектонског факултета до 2004. године.

Последипломске студије из Нацртне геометрије, научно подручје Графичко представљање, конструисање и обликовање простора у архитектури и инжењерству уписала је децембра 2002. године на Архитектонском факултету Универзитета у Београду. Све испите положила је са просечном оценом 10 (десет) и септембра 2010. године одбранила магистарску тезу „Јајасте криве и генерализација Хугелшеферове конструкције“ под менторским руководством проф. др Љиљане Петрушевски.

На Саобраћајном факултету у Београду, школске 2004/05. године ангажована је као хонорарни сарадник за извођење вежби на предмету Нацртна геометрија, а затим од фебруара 2006. године радила је као асистент-приправник на истом предмету. Од септембра 2011. године је у звању асистента на предмету Нацртна геометрија, Саобраћајног факултета Универзитета у Београду.

Кандидат мр Маја М. Петровић је аутор и коаутор више научних радова објављених у часописима, на домаћим и иностраним конференцијама. Била је члан Организационог одбора следећих конференција из Нацртне геометрије и Инжењерске графике: XX домаћа конференција моНГеометрија 2000 (одржана у Нишу); XXII домаћа конференција моНГеометрија 2004 (одржана у Београду); II међународна конференција моНГеометрија 2010 (одржана у Београду) и V међународна конференција моНГеометрија 2016 (одржаће се у Београду). Члан је Српског удружења за геометрију и графику.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Маје М. Петровић, дипл. мат, под насловом „Генерисање фокално-директрисних геометријских форми као обрасца за обликовање архитектонско-урбанистичког простора“, написана је на укупно 225 страна. У делу који претходи нумерисаном делу рада дате су: насловне стране дисертације на српском и енглеском језику, састав комисије, посвета, резиме, кључне речи и научна област на српском и енглеском језику, садржај, попис ознака, скраћеница и симбола, затим списак слика и табела на укупно 19 страна. Основни текст је дат на 167 стране и укључује: 215 слика и 6 табела. Након основног текста, следи списак литературе на 9 страна, који садржи 149 библиографске јединице, затим следе 19 прилога на 22 стране, биографија аутора и потписане изјаве: о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије и о коришћењу. Дисертација је структурирана тако да се састоји од 7 поглавља, укључујући уводно и закључно поглавље. Прво поглавље (*Увод*) садржи четири потпоглавља и дата је на 8 страна. Друго поглавље (*Карактеристике фокално-директрисно генерисаних елемената*) се састоји од два потпоглавља и написано је на 7 страна. Треће поглавље (*Фокално-директрисно генерисани 2D елементи као прелазни тип између фокално и директрисно генерисаних 2D елемената*) се састоји од три потпоглавља и дато је на 42 стране. Четврто поглавље (*Фокално-директрисно генерисани 3D елементи као прелазни тип између фокално и директрисно генерисаних 3D елемената*) се састоји од пет потпоглавља и дато је на 86 страна. Пето поглавље (*Фокално-директрисно генерисани елементи као графичке интерпретације геометријских неједнакости многоугла*) садржи два потпоглавља и написано је на 13 страна. Шесто поглавље (*Предлог примене*) такође садржи два потпоглавља и дато је на 8 страна. Последње поглавље дисертације је *Закључак* који садржи два потпоглавља и написано је на 3 стране. На крају су дати Библиографија, а затим и Биографија аутора на 4 стране.

Структура дисертације систематизована је у садржају који следи:

РЕЗИМЕ	II
ABSTRACT	IV
САДРЖАЈ	VI
ПОПИС ОЗНАКА, СКРАЋЕНИЦА И СИМБОЛА	IX
ПОПИС СЛИКА И ТАБЕЛА	XII

1. УВОД	1
1.1. СТАЊЕ ИСТРАЖИВАЊА	1
1.1.1. Образложење предмета истраживања	1
1.1.2. Преглед релевантних истраживања	2
1.2. ПОСТАВЉАЊЕ ЗАДАКА И ОДРЕЂИВАЊЕ ЦИЉЕВА ИСТРАЖИВАЊА	4
1.2.1. Основни задаци и циљеви истраживања	5
1.2.2. Очекивани резултати и њихова примена.....	5
1.3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА	6
1.4. ПРЕГЛЕД САДРЖАЈА РАДА	6
2. КАРАКТЕРИСТИКЕ ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИХ ЕЛЕМЕНАТА	9
2.1. ФОКАЛНО И ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИ ЕЛЕМЕНТИ У ОБЛИКОВАЊУ АРХИТЕКТОНСКО-УРБАНИСТИЧКОГ ПРОСТОРА	12
2.2. ГЕНЕЗА ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИХ ЕЛЕМЕНАТА И РАЗНОВРСНОСТ ТАКО НАСТАЛИХ ОБЛИКА, ЊИХОВА ФЛЕКСИБИЛНОСТ И ПРИЛАГОДЉИВОСТ ПОТРЕБАМА ПРОЈЕКТНОГ ЗАДАТКА	14
3. ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИ 2D ЕЛЕМЕНТИ КАО ПРЕЛАЗНИ ТИП ИЗМЕЂУ ФОКАЛНО И ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИХ 2D ЕЛЕМЕНАТА	16
3.1. КОНУСНИ ПРЕСЕЦИ КАО ФОКАЛНО И ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИ 2D ЕЛЕМЕНТИ.....	22
3.1.1. Генеза и конструктивна интерпретација фокално генерисаних 2D елемената	30
3.1.2. Директрисно генерисани 2D елементи као дуали фокално генерисаних елементима и њихова конструктивна интерпретација.....	40
3.1.3. Генеза и конструктивна интерпретација фокално-директрисно генерисаних 2D елемената као прелазни тип између фокално и директрисно генерисаних елемената.....	45
3.2. ГЕОМЕТРИЈСКА СВОЈСТВА, РЕД И КЛАСИФИКАЦИЈА ФОКАЛНО- ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИХ 2D ЕЛЕМЕНАТА	47
3.2.1. Варијација форме фокално-директрисно генерисаних 2D елемената у зависности од полазних параметара.....	49
3.3. АНАЛИЗА ПОГОДНОСТИ ОБЛИКА ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИХ 2D ЕЛЕМЕНАТА ЗА ПРИМЕНУ У АРХИТЕКТУРИ	51
3.3.1. Примена фокално-директрисно генерисаних елемената у апроксимацији и реконструкцији контуре основе објекта.....	51
3.3.2. Примена геометрије фокално-директрисно генерисаних 2D елемената на решавање локацијских проблема	54
4. ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИ 3D ЕЛЕМЕНТИ КАО ПРЕЛАЗНИ ТИП ИЗМЕЂУ ФОКАЛНО И ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИХ 3D ЕЛЕМЕНАТА	58
4.1. ГЕНЕЗА И ПРОСТОРНА ИНТЕРПРЕТАЦИЈА ФОКАЛНО, ДИРЕКТРИСНО И ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИХ 3D ЕЛЕМЕНАТА	58
4.1.1. Генерисани 3D елементи са константном сумом/производом растојања	71
4.1.2. Генерисани 3D елементи са променљивом сумом/производом растојања	112
4.2. ГЕОМЕТРИЈСКА СВОЈСТВА ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИХ ЕЛЕМЕНАТА, КЛАСИФИКАЦИЈА И РЕД ПОВРШИ	118
4.3. ВАРИЈАЦИЈА ФОРМЕ ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИХ 3D ЕЛЕМЕНАТА У ЗАВИСНОСТИ ОД ПОЛАЗНИХ ПАРАМЕТАРА.....	121

4.4.	3D ФОРМЕ ДОБИЈЕНЕ ТРАНСПОЗИЦИЈОМ ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНОГ 2D ЕЛЕМЕНТА	128
4.4.1.	Транслација фокално-директрисно генерисаног 2D елемента – фокално-директрисни цилиндар.....	129
4.4.2.	Фокално-директрисно генерисани 2D елемент као директриса правоизводне површи – фокално-директрисни конус и коноид	130
4.4.3.	Ротација фокално-директрисно генерисаног 2D елемента.....	131
4.5.	АНАЛИЗА ПОГОДНОСТИ ФОРМЕ ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИХ 3D ЕЛЕМЕНАТА ЗА ПРИМЕНУ У АРХИТЕКТУРИ.....	134
4.5.1.	Анализа геометријских својстава у генерисању фокално-директрисно генерисаних елемената као архитектонских форми.....	134
4.5.2.	Триангулација фокално-директрисно генерисаних елемената и погодности извођења у диагрид конструктивном систему.....	137
4.5.3.	Обликовање архитектонских простора коришћењем фокално-директрисно генерисаних 3D елемената ради постизања акустичних и оптичких ефеката.....	139
5.	ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИ ЕЛЕМЕНТИ КАО ГРАФИЧКЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЈЕ ГЕОМЕТРИЈСКИХ НЕЈЕДНАКОСТИ МНОГОУГЛА	144
5.1.	ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИ ЕЛЕМЕНТИ И ГЕОМЕТРИЈСКЕ НЕЈЕДНАКОСТИ ЕРДЕШ-МОРДЕЛОВОГ ТИПА	144
5.1.1.	Проширење Ердеш-Морделове неједнакости до Ердеш-Морделове криве као фокално-директрисно генерисаног 2D елемента.....	145
5.1.2.	Просторна интерпретација Ердеш-Морделове неједнакости троугла.....	151
5.2.	ПРОСТОРНА ИНТЕРПРЕТАЦИЈА НЕКИХ ГЕОМЕТРИЈСКИХ НЕЈЕДНАКОСТИ МНОГОУГЛА.....	155
6.	ПРЕДЛОГ ПРИМЕНЕ	157
6.1.	МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ФОКАЛНО-ДИРЕКТРИСНО ГЕНЕРИСАНИХ ЕЛЕМЕНАТА У ОБЛИКОВАЊУ АРХИТЕКТОНСКО-УРБАНИСТИЧКОГ ПРОСТОРА.....	158
6.2.	СЕКМЕНТИ ГЕНЕРИСАНИХ 3D ЕЛЕМЕНАТА КАО ГЕОМЕТРИЈСКА МАТРИЦА ЗА МОДЕЛОВАЊЕ АРХИТЕКТОНСКИХ ФОРМИ.....	163
7.	ЗАКЉУЧАК	165
7.1.	ОСНОВНИ ЗАКЉУЧЦИ И ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА.....	165
7.2.	ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА	167
	ЛИТЕРАТУРА.....	168
	ПРИЛОГ I-1	177
	ПРИЛОГ I-2.....	178
	ПРИЛОГ I-3.....	180
	ПРИЛОГ II-1	182
	ПРИЛОГ II-2	183
	ПРИЛОГ II-3	184
	ПРИЛОГ II-4	185
	ПРИЛОГ II-5	186
	ПРИЛОГ II-6	187
	ПРИЛОГ II-7	188

ПРИЛОГ III-1.....	190
ПРИЛОГ III-2.....	191
ПРИЛОГ III-3.....	192
ПРИЛОГ III-4.....	193
ПРИЛОГ III-5.....	194
ПРИЛОГ IV-1.....	195
ПРИЛОГ IV-2.....	196
ПРИЛОГ IV-3.....	197
ПРИЛОГ IV-4.....	198
БИОГРАФИЈА.....	199
ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ.....	203
ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА.....	204
ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ.....	205

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Докторска дисертација је организована тако да се састоји од 7 поглавља, укључујући уводно и закључно поглавље. Поголавља од 2. до 5. представљају тежиште истраживања и садрже најважније резултате и научни допринос рада. Шесто поглавље садржи практичну анализу и примену фокално-директрисно генерисаних елемената у области архитектуре и дизајна.

У првом поглављу рада уочава се актуелност теме, а затим се образлаже предмет истраживања. Значај и оправданост теме излаже се кроз преглед релевантних научно-истраживачких радова и студија које се баве предметном проблематиком. Постављају се задаци, формулишу се хипотезе и у односу на њих одређују се циљеви истраживања.

У другом поглављу рада изложене су карактеристике фокално-директрисних елемената, а затим се истиче генеза нових фокално-директрисних елемената и разноврсност тако насталих облика, њихова флексибилност и прилагодљивост потребама пројектног задатка. Захваљујући оваквој генези, добијена је веза фокалних и директрисних геометријских форми са Паладијевим пропорционалним системом. У наставку овог поглавља дата је повезаност између већ познатих геометријских форми генерисаних помоћу фокуса и/или директриса (конусних пресека) и архитектонских објеката.

Треће поглавље рада под називом: *Фокално-директрисно генерисани 2D елементи као прелазни тип између фокално и директрисно генерисаних 2D елемената* ставља акценат на нову групу прелазних кривих, а која је основни предмет истраживања. Генерализовањем Ферма-Веберовог оптимизационог проблема даје се основна генеричка дефиниција овог прелазног типа кривих, као и њихова конструктивно-геометријска интерпретација. У првом делу овог поглавља анализирани су прво фокалне, онда директрисне, а затим фокално-директрисно генерисане криве. У другом делу испитана су њихова геометријска својства, затим ред генерисаних кривих, извршена је њихова класификација и дат је дијаграм поделе Веберових кривих. У наставку рада, разматране су варијације форме генерисаних 2D елемената у зависности од полазних параметара. Трећи део овог поглавља садржи анализу погодности облика ових кривих за примену у архитектури.

У четвртном поглављу рада, *Фокално-директрисно генерисани 3D елементи као прелазни тип између фокално и директрисно генерисаних 3D елемената*, дефинише се нова група прелазних површи, која представља основни предмет истраживања. У првом делу овог

поглавља постављене су основне генеричке дефиниције фокалне, онда директрисне, а затим фокално-директрисно генерисане површи и извршена је њихова конструктивно-геометријска интерпретација. У другом делу испитана су њихова геометријска својства, затим ред генерисаних површи, извршена је њихова класификација и дат је дијаграм поделе Веберових површи. Трећи део овог поглавља приказује варијације форме генерисаних 3D елемената у зависности од полазних параметара. У оквиру четвртог дела разматране су 3D форме добијене транспозицијом фокално-директрисно генерисаних елемената, док пети део овог поглавља садржати анализу погодности облика ових површи за примену у архитектури.

У петом поглављу (*Фокално-директрисно генерисани елементи као графичке интерпретације геометријских неједнакости многоугла*) анализирани су фокално-директрисно генерисани елементи као графичке интерпретације геометријских неједнакости многоугла. У првом делу разматрано је проширење Ердеш-Морделове неједнакости за троугао до Ердеш-Морделове криве као фокално-директрисно генерисаног 2D елемента, а затим је дата просторна интерпретација ове неједнакости троугла. Просторна интерпретација неких геометријских неједнакости многоугла у формирању фокално-директрисно генерисаних елемената разматрана је у другом делу петог поглавља овог рада.

Шесто поглавље рада садржи предлоге примене новоистражених фокално-директрисно генерисаних геометријских форми као просторних структура погодних за примену у градитељској пракси. Наиме, у првом делу анализирани су могућност примене ових геометријских форми у обликовању архитектонско-урбанистичког простора, затим се, у другом делу поглавља 6, издваја карактеристични сегмент генерисаног елемента који може послужити као геометријска матрица за моделовање сложенијих архитектонских форми.

На крају, у последњем поглављу рада резимирају се резултати истраживања и проверавају се полазни ставови о проблему и предмету истраживања. Такође, даје се оцена полазних хипотеза, као и назнака могућих праваца и потенцијали будућих истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Предмет истраживања овог рада представљају нове форме изведене као геометријска места тачака чија је сума/производ растојања до m фиксираних тачака (фокуса) и n фиксираних правих (директриса) константна, као и потенцијал овако генерисаних кривих и површи, тј. 2D и 3D елемената за примену у архитектури и урбанизму. 2D и 3D елементи са поменутих геометријским својствима могу се генерисати према унапред задатим захтевима обликовања простора.

Тежиште истраживања је дато на геометријском нивоу проблема генерисања фокалних 2D и 3D елемената у циљу дефинисања нових елемената: директрисно генерисаних 2D и 3D елемената, као и прелазног типа фокално-директрисно генерисаних 2D и 3D елемената. Мењањем малог броја параметара (положаја фокуса и/или директриса) може се знатно утицати на промену облика генерисаног елемента, па се ове форме могу подешавати, прилагођавати и трансформисати према жељеним захтевима архитектонског задатка.

Савременост се огледа у истраживању апликативности истражених – новогенерисаних модела (дефинисаних помоћу поменутих 2D и 3D елемената) као матрице за обликовање архитектонско-урбанистичког простора. Фокално-директрисно генерисани елементи, због својих геометријски одредивих форми, флексибилности облика и морфолошке компатибилности са изводљивим структурама којима су наклоњени актуелни трендови у

пројектовању, дају основ за истраживање њихове погодности за примену у обликовању архитектонско-урбанистичког простора.

Оригиналност приступа огледа се у истраживању геометријских својстава новодобијених фокално-директрисно генерисаних елемената и то посебно у циљу њихове класификације практично применљиве у архитектонско-урбанистичкој струци, а и шире. У односу на теоријски оквир и тематско поље, ово истраживање на оригиналан начин доводи у везу фокалне и директрисне геометријске форме са Паладијевим пропорционалним системом, али и са Ферма-Веберовим скупом тачака, тј. са Веберовим локацијским проблемом. Генерализовањем Ферма-Веберовог оптимизационог проблема, уочила се и повезаност генерисаних елемената са неким геометријским неједнакостима многоугла.

Научна оправданост овог истраживања почива у чињеници да фокално-директрисно генерисани елементи нису били предмет научног истраживања у доступним изворима како код нас, тако и у свету, нити су примењивани у обликовању архитектонског простора.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Библиографију о предмету и проблему истраживања дисертације чине извори и литература широког мултидисциплинарног оквира. Библиографија је прибављена у аналогном и дигиталном облику.

Фундаментална истраживања о фокалним и директрисним кривама потичу од њихових геометријских конструкција које се јављају у радовима Р. Декарта (Descartes, 1638), Ђ. Касинија, (Cassini, 1675), Џ. К. Максвела (Maxwell, 1846) и Р. Барбаре (Barbara, 2000), док су генезу елипсе, хиперболе и параболе изучавали Еуклид, Архимед и Апологије (откриће ових конусних пресека приписује се Менехму, око 350 пре н.е.). Примена елиптичких, параболичких и хиперболичких облика у архитектури је значајна. Кружни или овални облик основа објекта коришћен је још код конструисања римских и грчких амфитеатара. А. Гауди је први пут користио у свом дизајну параболичне лукове за улазне капије палате Гуел и Терезијанског колеца у Барселони. Високим сводовима облика хиперболе, Гауди истиче унутрашњост објекта Саграда Фамилие. Сводови, лукови, прозори и контуре основа архитектонских објеката се и данас наглашавају овим облицима.

Новија истраживања везана за m -фокалне криве потичу од П. В. Сахадевана (Sahadevan, 1987) који дефинише појам еглипсе (egglipe) као криве за коју је збир растојања до три фокуса константан. На основу изведене Сахадеванове параметризације, у Индији је патентиран поступак за формирање одводних канала са попречним профилем еглипсе. Сличну параметризацију трифокалне елипсе попут Сахадеванове у специјалном положају фокуса разматрали су А. Варга и Џ. Винце (Varga & Vincze, 2008).

Генеза m -фокалних површи се разматра у раду Ј. Ние, П. Парило и Б. Штурмфелс (Nie, Parrilo & Sturmfels, 2008), где аутори дефинишу m -елипсоид (алгебарска површ вишег реда) као природно проширење m -елипсе у тродимензионални простор (2D у 3D). Мултифокалне површи са константном сумом и са константним производом растојања до фокуса, као и алгоритми за приказивање ових имплицитно задатих површи за различите вредности полазне константе и број фокуса, били су предмет истраживања В. М. Пипера (W. M. Pieper, 2006).

Данас, примена фокално генерисаних елемената са овоидном формом у архитектури значајна је због њене ергономичности и аеродинамике. Објекти који по облику могу имати својство фокалности су: Национални центар за извођачке уметности у Пекингу, арх. П. Андреа, отворен 2007. са називом „Јаје“; Град уметности и науке, комплекс објеката у Валенсији (арх. С. Калатрава) са зградом биоскопа и планетаријума „Велико око“; зграда Геркин и Градска већница у Лондону су ергономичног овоидног облика (арх. Н. Фостер). Јајаста форма ових објеката није изабрана само због визуелног ефекта, већ због енергетске

ефикасности и аеродинамичких особина (Kolarević, Architecture in the Digital Age, Ch.7: Laws of form, 2003).

Развојем компјутерске технике, данас је олакшано генерисање геометријских форми које имају потенцијал за примену у обликовању архитектонско-урбанистичког простора. Као најзначајнија литература коришћена у овом истраживању о општој примени алгебарских површи у архитектонском дизајну издваја се:

- Барцик, Лаб, Лордик (Barczik, Labs & Lordick, 2009, Algebraic Geometry in Architectural Design);

- Барцик, Лордик, Лаб (Barczik, Lordick & Labs, 2011, Algebraic Expansions: Broadening the Scope of Architectural Design through Algebraic Surfaces);

- Ли, Потман, Валнер, Јанг, Ванг (Liu, Pottmann, Wallner, Yang & Wang, 2006, Geometric Modeling with Conical Meshes and Developable Surfaces);

- Потман и Валнер (Pottmann & Wallner, 2008, The focal geometry of circular and conical mesh).

Такође, у оквиру ове тематске целине издвојене су и недавно одбрањене докторске дисертације:

- Labs, O. (2006). Hypersurfaces with Many Singularities. History-Constructions-Algorithms-Visualization. Johannes Gutenberg-Universität Mainz;

- Deng, B. (2011). Special Curve Patterns for Freeform Architecture. Vienna University of Technology;

- Shi, L. (2013). Architectural Surfaces and Structures from Circular Arcs. King Abdullah University of Science and Technology, Kingdom of Saudi Arabia;

- Обрадовић, М. (2006). Конструктивно - геометријска обрада тороидних делтаедара са правилном полигоналном основом. Универзитет у Београду, Архитектонски факултет;

- Ђукановић, Г. (2012). Праменови кривих трећег и четвртог реда добијени пресликавањем праменова коника. Универзитет у Београду, Архитектонски факултет;

- Мишић, С. (2012). Конструктивно - геометријско генерисање купола са конкавним полиедарским површима. Универзитет у Београду, Архитектонски факултет;

- Николић, В. (2015). Конструктивна обрада геометријских површи и њихова примена у архитектури. Универзитет у Нишу, Грађевинско-архитектонски факултет.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У оквиру ове дисертације коришћено је више научних метода истраживања, којима се проверава научна заснованост постављених хипотеза.

У почетној фази се користи метода анализе садржаја при прикупљању библиографије којом се ствара база за истраживање.

Метода критичке анализе је примењена како би се различити и разноврсни извори истраживања сагледали и вредновали у односу на проблем и предмет истраживања. Кандидат користи прикупљени материјал како би повезао појам фокалних и директрисних геометријских форми са Паладијевим пропорционалним системом, али и са Ферма-Веберовим скупом тачака, тј. са Веберовим локацијским проблемом. Такође, један део материјала је коришћен како би се направила веза између геометријских неједнакости конвексних многоуглова и фокално-директрисно генерисаних елемената и да се кроз визуелни приступ проблема сагледа могућност примене ових елемената за моделовање савремених архитектонско-урбанистичких форми.

Метода компаративне анализе је коришћена приликом дефинисања генерисаних 2D и 3D елемената (кривих и површи). Истовремено, ова метода је коришћена и током сагледавања карактеристика различитих геометријских форми за њихову примену у оквиру архитектонско-урбанистичког обликовања простора.

Метода посматрања је примењена приликом варијације форме генерисаних елемената у зависности од полазних параметара, кроз посматрање полазних позиција и броја фокуса

и/или директриса и добијених облика који су пажљиво систематизовани – а у складу са захтевима савременог архитектонско-урбанистичког обликовања.

Поред наведених метода, примењен је и аналитички поступак класификације и систематизације знања којим се испитују и систематизују претходно дефинисане геометријске форме.

Последња фаза истраживања је утврђивање значаја резултата истраживања са теоријског и практичног становишта – претходно спроведеном синтезом свих ранијих фаза истраживања, добијених резултата, извођењем закључака и верификацијом полазних хипотеза.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати истраживања су засновани на постојећим дефиницијама, теоријама и научно-стручним трендовима од значаја за тему, усмереним ка развијању конкретних методолошких инструмената који би били применљиви у области геометрије, па тиме, и у савременом архитектонско-урбанистичком обликовању.

Оправданост научног рада произилази из неопходности повезивања теорије и праксе геометријског генерисања, обликовања и дизајнирања архитектонско-урбанистичког простора. С обзиром на остварене закључке, очекује се да ова теза буде полазна основа за даља истраживања, посебно у сферама геометрије и архитектуре, али и у домену обликовања архитектонско-урбанистичког простора.

Посебно истичемо да је у овој дисертацији, по први пут на научно утемељен начин, обрађена тема генерисања геометријских форми као обрасца за обликовање архитектонско-урбанистичког простора.

Очекује се да ће ова дисертација допринети унапређењу постојећих концепта просторног моделовања и планирања архитектонско-урбанистичких форми па, тиме, и унапређењу њихове функционалности са становишта потреба корисника 21. века.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У свом досадашњем истраживачком и стручном раду кандидат је показао да поседује способност за самосталан научно-истраживачки рад, свестраност у прикупљању и истраживању литературе, систематичност у обради релевантних података, информација и резултата. Истовремено, кандидат је показао и висок ниво логичког и систематичног размишљања и закључивања.

У оквиру предметне докторске дисертације, кандидат показује да влада употребом различитих научних метода истраживања, користећи теоријске анализе, анализе садржаја извора, компаративне анализе, вршећи адекватну синтезу и интерпретацију резултата истраживања.

Кандидат у докторској дисертацији наставља вишегодишњи научни рад започет на последипломским студијама, и настављен учешћем на научним и стручним скуповима, објављеним радовима у зборницима, научним публикацијама и часописима. Дугогодишњи професионални ангажман у области геометрије, посебно у темама везаним за докторску дисертацију, такође је важан елемент у оцени способности кандидата за успешно бављење самосталним научно-истраживачким радом.

На основу детаљног увида у дисертацију комисија је уверена да кандидат поседује знања и вештине за успешно самостално бављење истраживачким и научним радом, чиме би био остварен и њен даљи допринос на развој савремене теорије из области геометрије и практичне примене кроз обликовање архитектонске форме.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни допринос у оквиру припадајуће научне области огледа се у чињеници да ова докторска теза представља једно од првих истраживања која су у нашој средини спроведена на тему генерисања нових типова кривих и површи, као и анализирања погодности облика овако генерисаних елемената за примену у архитектури. При томе су свеобухватно прикупљена, анализирана, систематизована, класификована и тумачена досадашња знања и резултати из области геометрије, математике, архитектуре и урбанизма.

Кандидат мр Маја Петровић дефинише нову групу прелазних кривих. На почетку трећег поглавља рада, прво је извршена генерализација прелазног типа равних кривих са константном сумом растојања до фокуса и до директриса, односно уводи се Веберова фокално-директрисна крива. Прелазни тип кривих са константним производом растојања представљен је као Веберова фокално-директрисна крива Касинијевог типа. Затим су испитана геометријска својства, ред генерисаних кривих и дата је њихова класификација. У наставку рада, приказане су варијације форме генерисаних 2D елемената у зависности од полазних параметара. Један део овог поглавља посвећен је анализи погодности облика ових кривих за примену у архитектури. Због разноврсности облика Веберових кривих и јасно дефинисане алгебарске једначине, истакнут је значај примене ових кривих у циљу реконструкције основе објеката и партерних решења. Такође, дата је примена трифокалних кривих за решавање геометрије инфраструктурних коридора и неких метричких локацијских проблема. У простору, генерисање је извршено на основу три геометријска појма (тачка – фокус; права – директриса и раван – директрисна раван). Комбинацијом основних појмова добијени су прелазни типови површи са константном сумом растојања и названи су: Веберова фокално-директрисна површ, Веберова фокално- директорна површ и Веберова директрисно-директорна површ. Прелазни типови површи са константним производом растојања дефинисани су на сличан начин као и претходне површи и назване истим именом са одредбом да су Касинијевог типа. Веберова површ и Веберова површ Касинијевог типа су називи површи које су генерисане помоћу сва три геометријска појма. Сви генерисани 3D елементи су представљени графичким приказима, испитана су геометријска својства, ред и дата је њихова класификација. У наставку рада разматране су варијације генерисаних елемената у зависности од полазних параметара, као и 3D форме добијене транспозицијом фокално-директрисно генерисаних елемената. Показано је да постоје фокално-директрисно генерисани 3D елементи који могу да постану обрасци за обликовање архитектонских простора ради постизања акустичних и оптичких ефеката.

Такође, у раду су анализирани фокално-директрисно генерисани елементи као графичке интерпретације геометријских неједнакости многоугла. Извршено је проширење Ердеш-Морделове неједнакости за троугао до Ердеш-Морделове криве као фокално-директрисно генерисаног 2D елемента. Варијација форме Ердеш-Морделове криве у зависности од полазног троугла сагледана је на основу просторне интерпретације Ердеш-Морделове неједнакости за троугао, тј. када се она интерпретира као Ферма-Веберов оптимизациони проблем.

Истраживање је показало да се новодобијени генерисани елементи могу користити као обрасци за обликовање архитектонско-урбанистичког простора.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Након истраживања различитих типова равних кривих и површи које су генерисане као геометријско место тачака (ГМТ) у равни (2D) односно у простору (3D) чији је

збир/производ растојања до три или више фиксираних тачака (фокуса) константан, у докторској дисертацији кандидата мр Маје Петровић показано је да постоје и такве геометријске форме које настају као ГМТ са константном сумом/производом растојања до фиксираних правих (директриса). На основу генезе ових геометријских форми извршена је њихова класификација, као и конструктивно-геометријска интерпретација. На тај начин проширена су геометријска сазнања о читавој области из теорије кривих, теорије површи, неједнакости многоуглова и нова могућност обликовања у архитектури. Такође, захваљујући оваквој генези, добијена је веза фокалних и директрисних геометријских форми са Паладијевим пропорционалним системом, али и са Ферма-Веберовим скупом тачака, тј. са Веберовим локацијским проблемом. У складу са правилима у дизајну Паладијеве собе, приказане су фамилије фокално и директрисно генерисаних геометријских форми које у себи садрже правило аритметичке и геометријске средине. Генерализовањем Ферма-Веберовог оптимизационог проблема, уочила је и повезаност генерисаних елемената са неким геометријским неједнакостима многоугла, и на основу тога, формирала је прелазни тип. Прелазни тип је назван фокално-директрисно генерисани 2D и 3D елемент, тј. фокално-директрисна крива и фокално-директрисна површ.

Важан резултат истраживања је могућност примене понуђених модела, односно фокално-директрисно генерисаних 2D и 3D елемената за примену у архитектури/урбанизму. Због разноврсности облика фокално-директрисно генерисаних 2D елемената, показано је да је могућа њихова примена у апроксимацији и реконструкцији контуре основа објеката. Геометријска генеза фокално-директрисних кривих омогућава примену ових 2D елемената на решавање локацијских проблема. Мењањем малог броја параметара (фокуса, директриса и/или Веберових коефицијената) може се знатно утицати на промену облика генерисаног 2D или 3D елемента, па се ове геометријске форме могу подешавати, прилагођавати и трансформисати према жељеним захтевима пројектног задатка. Због својих геометријски одредивих форми, флексибилности облика и морфолошке компатибилности са изводљивим структурама којима су наклоњени актуелни трендови у пројектовању, фокално-директрисно генерисани елементи се могу користити као обрасци за обликовање архитектонско-урбанистичког простора.

4.3. Верификација научних доприноса

Категорија M21:

1. Malešević, B., **Petrović M.** (2014): Barrow's Inequality and Signed Angle Bisectors. -*Journal of Mathematical Inequalities*, vol. 8, no. 3, pp. 537–544, doi:10.7153/jmi-08-40 (**IF_2013=0.718**, IF_2014=0.632) (ISSN 1848-9575).

Категорија M22:

1. Malešević, B., **Petrović, M.**, Obradović, M., Popkonstantinović B. (2014): On the Extension of the Erdős-Mordell Type Inequalities. -*Mathematical Inequalities and Applications*, vol. 17, no. 1, pp. 269–281, doi:10.7153/mia-17-22 (**IF_2014=0.645**) (ISSN 1331-4343)

Категорија M24:

1. **Petrović, M.**, Banjac, B., Malešević, B. (2014): The Geometry of Trifocal Curves with Applications in Architecture. -*Urban and Spatial Planning, SPATIUM International Review*, No. 32, December 2014, pp. 28–33, (ISSN: 1450-569X) (doi: 10.2298/SPAT1432028P).

Категорија М33:

1. **Petrović, M.**, Malešević, B., & Banjac, B. (2015): „Some surfaces of second order as examples of Weber’s surfaces,“ *-Proceedings of 6th International Conference on Engineering Graphics and Design ICEGD 2015* (printed in Journal of Industrial Design and Engineering Graphics, Vol. 10), Brasov, Romania, pp. 55–60.
2. Banjac, B., **Petrović, M.**, Malešević, B. (2014): „Visualization of Weber’s curves and surfaces with applications in some optimization problems,“ *-Proceedings of 22nd Telecommunications Forum TELFOR 2014*, Belgrade, Serbia, pp. 1031-1034.
3. Malešević, B., **Petrović, M.**, Banjac, B., Jovović, I., Jovanović, P. (2014): „A method of arcs of the algebraic curves,“ *-Proceedings of 4th International Conference for Geometry and Graphics moNGeometrija 2014*, Belgrade, Serbia, vol.2, pp. 65-76, ISBN 978-86-88601-14-6
4. **Petrović, M.**, Malešević, B., Banjac, B., Obradović, R. (2014): „Geometry of some taxicab curves,“ *-Proceedings of 4th International Conference for Geometry and Graphics moNGeometrija 2014*, Belgrade, Serbia, vol.2, pp. 53-64, ISBN 978-86-88601-14-6
5. Banjac, B., Nenezić, M., **Petrović, M.**, Malešević, B., Obradović R. (2014): „Trifocal curves in MATLAB and JAVA,“ *-Proceedings of 4th International Conference for Geometry and Graphics moNGeometrija 2014*, Belgrade, Serbia, vol.1, pp. 345-353, ISBN 978-86-88601-13-9
6. Banjac, B., Malešević, B., **Petrović, M.**, Obradović, M. (2013): „A Computer Verification of a Conjecture About The Erdős-Mordell Curve,“ *-Proceedings of 21th Telecommunications Forum TELFOR 2013*, Belgrade, Serbia, pp. 1031-1034.
7. Obradović, M., Malešević, B., **Petrović, M.**, Popkonstantinović, B. (2012): „One application of the cone surfaces on the Erdős-Mordell inequality,“ *-Proceedings of 3rd International Scientific Conference moNGeometrija 2012*, Novi Sad, Serbia, pp. 335-351, ISBN 978-86-7892-405-7

Категорија М72:

1. **Петровић М.**: Јајасте криве и генерализација Хугелшеферове конструкције, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, одбрањена 27.09.2010. године

Категорија М85:

1. Banjac, B., Malešević, B., **Petrović, M.**, Obradović, M. (2013). EMC software, <http://symbolicalgebra.etf.bg.ac.rs/Java-Applications/>
2. Banjac, B., Malešević, B., **Petrović, M.** (2014): 3-Ellipses software, <http://symbolicalgebra.etf.bg.ac.rs/Java-Applications/>
3. Banjac, B., Malešević, B., **Petrović, M.** (2014). WeberCS-software, <http://symbolicalgebra.etf.bg.ac.rs/Java-Applications/>

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе и оцене докторске дисертације кандидата мр Маје Петровић, дипл. мат, Комисија закључује да је дисертација у целини урађена према прописаним критеријумима обима и квалитета научног рада и у складу с одобреном темом и пријавом на коју је

Универзитет у Београду дао своју сагласност. Дисертација остварује низ научно аргументованих и утемељених резултата као основ њеног доприноса научној области *Архитектура и урбанизам*, као и развоју нових методологија и примени резултата истраживања у пракси. Кандидат је показао способност за самосталан научно-истраживачки рад кроз рад на самој дисертацији, научним и стручним радовима у часописима, учешћу на међународним скуповима и домаћим конференцијама и сл.

На основу претходно наведеног образложења и оцене докторске дисертације, Комисија предлаже Наставно-научном већу Архитектонског факултета у Београду да се докторска дисертација под називом „**Генерисање фокално-директрисних геометријских форми као обрасца за обликовање архитектонско-урбанистичког простора**“, кандидата мр Маје Петровић, дипл. мат, прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 05. мај 2016.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Љиљана Петрушевски,
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

.....
Доц. др Ђорђе Ђорђевић,
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет

.....
Проф. др Бранко Малешевић,
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет

.....
Проф. др Марија Обрадовић,
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

.....
Доц. др Слободан Мишић,
Универзитет у Београду, Грађевински факултет