

**ОПТИМИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА МОДЕЛОВАЊА И ИЗРАДЕ ПАРАМЕТАРСКЕ
ФАСАДЕ УЗ ПОМОЋ BIM ТЕХНОЛОГИЈА****OPTIMIZATION OF THE MODELING AND FABRICATION PROCESS OF A
PARAMETRIC FACADE USING BIM TECHNOLOGY**

Лидија Гиговић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Параметарске фасаде представљају интересантан тренд у савременој архитектури, где је њихов број сваке године све већи. Овај мастер рад посматра процес израде параметарске фасаде уз помоћ дигиталног дизајна и фабрикације кроз примјену BIM технологије. BIM технологија има могућност да традиционалне начине израде модела и документације оптимизује и убрза. У раду је изабран један тип параметарске фасаде и детаљно је приказан низ корака за оптимизовану израду плана фабрикације и документације за њену конструкцију.

Кључне ријечи: BIM, Revit, Dynamo, parametarska fasada

Abstract – Parametric facades represent an interesting trend in contemporary architecture, with their number increasing each year. This master's thesis examines the process of creating a parametric facade using digital design and fabrication through the application of BIM technology. BIM technology has the ability to optimize and accelerate traditional methods of model creation and documentation. In this thesis, one type of parametric facade is selected, and a series of steps for optimized fabrication planning and documentation for its construction is presented in detail.

Keywords: BIM, Revit, Dynamo, parametric facade

1. УВОД

Недостатак разноврсних варијанти у облицима фасада и фасадних панела у данашњем времену, може се парцијално приписати томе да је тешко јефтино и ефикасно произвести велики број различитих фасадних панела, користећи традиционалне методе 2D CAD програма. Производња фасадних панела користећи традиционалне методе, троши пуно времена и доводи до грешака. Циљ рада је креирати параметријску фасаду, која се састоји од квадратних фасадних панела, користећи BIM технологије у процесу дигиталног дизајна и фабрикације. Дигитални дизајн и фабрикација су засновани на компјутерском

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор био др Лазих Марко, доцент.

дизајну и односе се на методологију која обухвата све процесе од почетног дизајна, до саме производње и извођења елемената. Користе се за потребе специфичних пројеката, користећи BIM технологије за аутоматизовање процеса рада, за које подаци које нуде конвенционални 2D програми нису довољни.

1.1. Предмет истраживања

Овај рад бави се изучавањем и креирањем параметријских фасадних панела, како би се побољшала естетика објекта додавањем дубине и перспективе чистим фасадним системима који би иначе били равни и једнодимензионални.

1.2. Циљ истраживања

Циљ истраживања је да се изради јасан сет инструкција за оптимизацију израде модерних фасада са параметарским приступом користећи BIM технологију, односно софтвере Revit и Dynamo. Овај сет описује различите оптимизације коришћењем специјализованих алата у Revit-у, као и израду посебних алгоритама у сврху напредног рада и убрзавања процеса у моделовању и изради документације. Један од циљева је такође да се цијели процес илуструје и прикаже кроз практични примјер.

1.3. Методологија

Процеси рада започињу освртом на BIM технологију и њен значај за параметарско моделовање и израду документације. Након тога, извршена је студија случаја која је анализирала сличне типове панела примењене у пракси како би се одабрао адекватан и савремен тип за потребе истраживања. Затим је анализиран и примењен најуспјешнији метод за моделовање и израду параметарске фасаде уз помоћ BIM технологије.

2. ТЕОРИЈСКО ИСТРАЖИВАЊЕ**2.1. BIM технологија, дигитални дизајн и фабрикација**

Цјелокупни процес дизајнирања и производње олакшан је дигиталним дизајном и фабрикацијом. Дигитални дизајн и фабрикација су методе које су развијене помоћу BIM-а и виртуелног дизајна и конструктивних метода у грађевинској индустрији, и представљају плански циклус у коме су информације о производњи генерисане на основу BIM података и могу се представити дигитално и извести у стварности. Ове методе захтјевају прецизне и тачне информације о

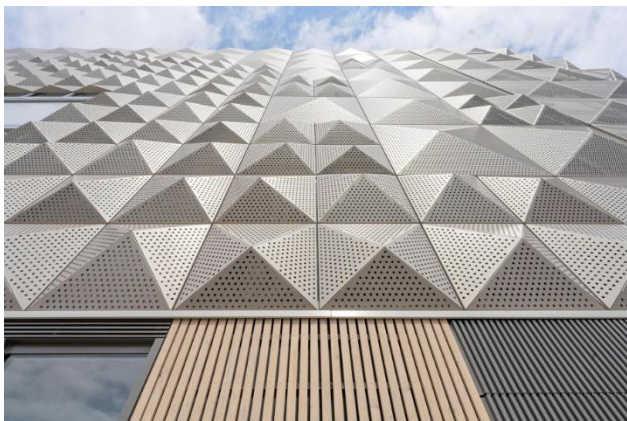
дизајну и интеграцији на нивоу система како би се поједноставила размјена података од дизајна до производних алата [1].

Најчешће коришћен софтвер за архитектонски дизајн и конструкцију у BIM процесу је Revit. Revit користи параметријско моделовање кроз „familije“. Све у Revit-у, од назива до грађевинских компоненти као што су зидови и подови, дио је неке „familije“. Familije се праве додељивањем димензија и својстава елементима, а корисници могу да их модификују променом специфичних параметара. Ово даје инжењерима већу слободу при пројектовању и поједностављује процес моделовања [2].

У комбинацији са Revit-ом користи се и програмски језик Дупато, како би се креирао параметријски дизајн који се може лако модификовати и унапредити. Дупато може да креира, модификује и уклони геометрију из дизајна. Осим што може направити сложене облике, главна карактеристика Дупато-а је управљање информацијама у моделу. Као што је познато да BIM значи „Building Information Modeling“, Дупато представља „I“, односно информацију која се може експортовати или импортовати, манипулисати или аутоматизовати процес између два софтвера [3].

2.2. Студија случаја

Како би се пронашао одговарајући систем панела, анализирано је неколико карактеристичних примјера код којих је коришћено параметарско моделовање, на којима је приказан различит начин дизајна панела на фасади као и њихов утицај на сам естетски изглед објекта. За инспирацију дизајна фасаде изабран је тип фасаде гараже у Амстердаму. Индустријска фасада има перфорисану челичну мрежу квадратног облика, различитих димензија узорка, дајући објекту разигран, скулптурални изглед, док истовремено пропушта природно светло на вишеспратни паркинг [4].



Слика 1. Детаљ фасаде гараже у Амстердаму

3. ОДАБИР СИСТЕМА РАДА И ПАРАМЕТАРА

Прије него што се приступи самом моделовању, важно је јасно дефинисати тип фасаде, геометрију и параметре који ће се контролисати. Фасадни панели се састоје од различитих компоненти које заједно стварају коначни изглед и функционалност фасаде. Кључни дјелови на које треба обратити пажњу при дизајнирању су: геометрија панела, материјали, потконструкција, отвори и параметријске контроле.

За потребе рада, креирано је више фајлова у Revit-у, од којих један чини главни фајл са финалним пројектом, док остали представљају Revit фамилије у којима ће се моделовати фасадни елементи.

Први корак у раду са Revit фамилијама представља употреба **концептуалних маса**. Једна од предности концептуалних маса у односу на традиционално постављање панела је могућност подјеле на мрежу или матрицу, што доноси додатну модуларност и флексибилност у архитектонски систем.

Други дио рада је формирање фасадних панела унутар **Revit фамилија**. Revit фамилије представљају параметријске алате за моделовање који омогућавају креирање флексибилних и адаптивних фасадних система. За овај рад користи се **"generic model pattern based" фамилија**, која омогућава прављење панела одређеног изгледа. Панел се затим уводи у концептуалне масе и аутоматски распоређује по унапријед дефинисаним пољима мреже.

Тип панела који ће бити прављен у овом раду је ,по узору на паркинг гаражу, у облику квадрата и састојаће се од четири спојене троугаоне површи, чије ће заједничко теме бити мобилно и моћи ће се помјерати на сваком панелу како би се створио ефекат покрета на фасади. За аутоматско помјерање позиција тјемена задужен је код у програму Дупато-у, који ће на основу патерна са одабране слике помјерати тјемена. Такође, помоћу кода Дупато-у у панели ће се ротирати и око своје осе .

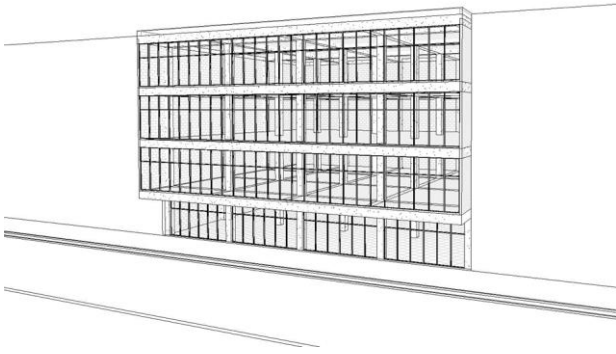
Да би се фасадни панели успјешно припремили за фабрикацију, цртежи се постављају на листове и морају садржати неке опште информације које се могу груписати као графичке и неграфичке информације.

4. ПРОЦЕС МОДЕЛОВАЊА ФАСАДЕ, ПЛАНА ФАБРИКАЦИЈЕ И ДОКУМЕНТАЦИЈЕ

Приликом бирања дизајна саме фасаде, постављена су три основна принципа којих се требало придржавати, а то су флексибилност панела, једноставна фабрикација и конструкција, као и једноставан систем рада. Дизајн фасаде у овом раду осмишљен је тако да трансформише статичне структуре у динамичне форме, што се постиже углађеним промјенама у изгледу фасадних панела, тако да се они протежу преко објекта и елиминишу одсуство ритма, визуализују покрет, док истовремено представљају један складан фасадни систем.

4.1. Дефинисање почетног модела у BIM-у

Како би се приказала функција и реално окружење у ком се фасадни панели налазе, први корак је израда модела објекта на који ће се фасада качити. Уз помоћ библиотеке која је у склопу Revit-а, могуће је увести све елементе који су потребни за изградњу објекта, а налазе се у Revit системским фамилијама. Према томе, сви конструктивни елементи представљени су плочама, стубовима и зидовима, односно 3D компонентама, којима су додељене потребне спецификације.

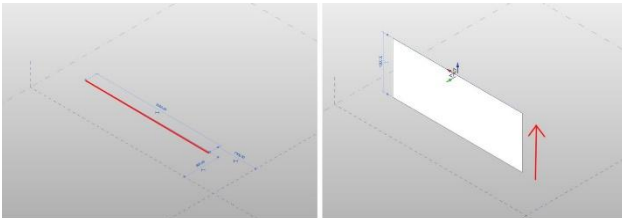


Слика 2. 3D приказ модела објекта за који је потребно направити фасадне панеле

4.2. Концептуалне масе

Креирање маса у Revit-у представља битну карактеристику у првим фазама пројекта, која омогућава истраживање форме и волумена у пројекту, дајући могућност креирања облика од једноставних правоугаоних форми до сложених органских облика и структура. За рад у задатом пројекту, креираће се две врсте маса, од којих ће се на једну постављати фасадни панели, док ће се на другу постављати потконструкција. Иако Revit има могућност да направи патерн помоћу масе у главном пројекту, прављење масе помоћу фамилије концептуалних маса дозвољава Dynamo-у приступ за манипулацију панела, док је у самом Revit пројекту то немогуће.

Подлога за панеле добија се повлачењем линије у простору за формирање маса и њеним екстурдовањем у раван, коју је затим могуће подијелити на жељени патерн.



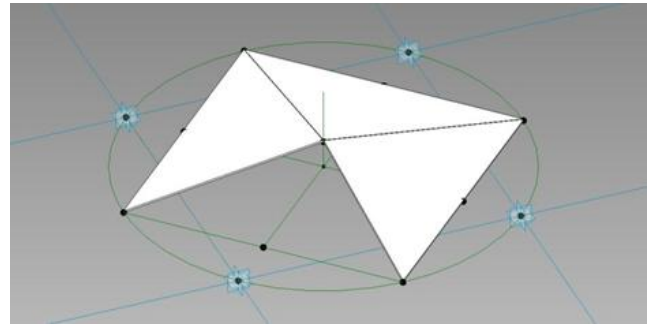
Слика 3. Формирање подлоге за фасадне панеле

Маса на којој ће се поставити потконструкција формираће се директно у главном Revit моделу, јер за њу нису потребне модификације у Dynamo-у.

4.3. Дизајн фасадних панела

Фасадни панели формирају се у фамилији „curtain panel pattern based“, квадратног су облика, подијељени на четири троугла, чије се заједничко тјеме помјера, што омогућава промјену изгледа на фасади. Постојећи шаблон могће је мијењати додавањем тачака, линија, друге геометрије и екстурдирањем облика, затим додавање параметара одређеним тачкама како би се омогућило њихово модификовање у Dynamo-у. Према томе, спољна тјемена панела постављена су на кружници и додијељени су им параметри за углове, чијом промјеном ће се они кретати по кружници и на тај начин омогућити ротацију панела. Заједничко тјеме троугаоних дјелова постављено је на пресеку двије управне линије, при чему се промјеном положаја

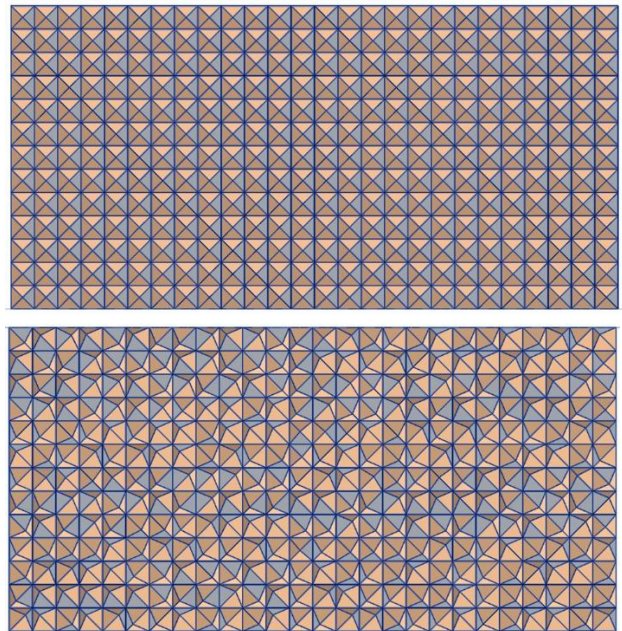
њихових крајних тачака на ивицама квадрата, мијења и положај тјемена. Један дио панела остављен је празан како би се омогућило довод свјетлости у објекат.



Слика 4. Коначан изглед панела

4.4. Модификација панела помоћу Dynamo скрипти

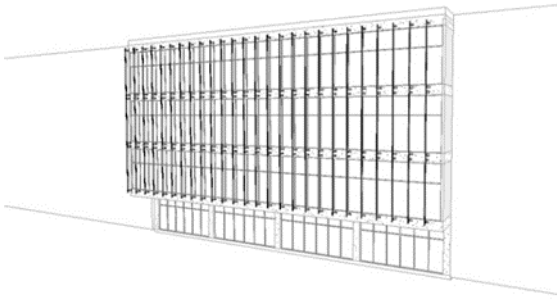
Како би се аутоматизовали понављајући задаци, манипулисала геометрија и формирале комплексне форме, користе се Dynamo скрипте, алат који је повезан са Revit-ом. Dynamo скрипте служе како би се аутоматизовали комплексни задаци, за које је, када би се извршавали мануелно, потребно пуно времена. Креирајући посебан код у Dynamo-у омогућена је манипулација задатим параметрима у панелу. Њиховим мијењањем добијају се различити облици фасадних панела, те се на тај начин мијења и сам изглед фасаде.



Слика 5. Изглед фасаде прије и након примјене кода у Dynamo-у

4.5. Потконструкција

Панели се преко одговарајуће потконструкције монтирају на фасаду. Потконструкцију чине „I“ профили за које се каче панели и „L“ профили који се налазе на крајевима „I“ профила и повезују их са конструкцијом објекта. Потконструкција се такође прави у фамилији „curtain panel pattern based“.



Слика 6. Изглед потконструкције постављене на модел

4.6. Фазна изградња

Ради лакшег сагледавања цјелокупног пројекта, свим елементима је могуће додати одговарајуће фазне филтере, како би се пројекат могао сагледати у свим корацима рада. Процес дефинисања фаза је битан када постоји наставак догађаја који се дешавају по одређеном распореду, као што је случај у датом пројекту, који се састоји од више дјелова који надовезују један на други. У већини случајева, само дио објекта треба да се процијени у датом тренутку времена, а искључивање непотребне геометрије може уштедјети веома значајну количину времена које је потребно рачунару да обради промјене у жељеном дијелу модела.

4.7. Спецификације панела и формирање табела

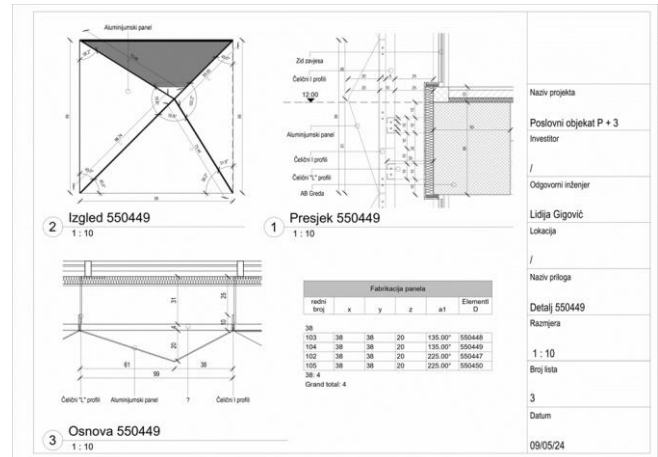
За потребе фабрикације панела, потребно је извући податке о изгледу сваког панела појединачно. У ове податке убрајају се углови ротације, параметри „x“, „y“ и „z“, димензије панела, као и дебљина панела. Извлачење података може се постићи помоћу Dynamo кода у табелу у Excel-у, као и помоћу распореда у Revit-у. Поред параметара, увешће се и редни број испред сваког елемента како би се лакше организовали, као и код за идентификацију елемената, преко којег су елементи препознати у Revit фајлу. Идентификациони код се додељује сваком елементу у Revit моделу и различит је за сваки елемент, стога представља главну референцу по којој ће се препознавати панели и извлачити на листове. Параметри се у распоредима могу груписати и филтрирати на основу једног параметра и на тај начин олакшати распознавање више истих панела као и њихов укупан број.

4.8. Форматирање графичке документације и припрема за фабрикацију

Дефинисањем коначног BIM модела у којем су садржане све потребне информације, исте је потребно распоредити на листове како би се заокружио процес рада. Листови су саставни дио израде документације и могу се дизајнирати тако да поједноставе процес организовања и управљања документима унутар пројекта. Користе се за креирање, организовање и штампање скупова цртежа, који укључују основе, пресеке, изгледе, детаље и друге компоненте.

На последњем графичком прилогу, приказан је примјер детаља једног панела из различитих погледа.

Детаљи се прилажу како би се пружила прецизна информација о томе како се различите компоненте спајају и како би се визуализовале сложене конекције које је немогуће видјети на прилозима већих размијера, као што су основе и пресеци. Одабраном панелу је из групе прочитан идентификациони код, који је затим помоћу опције „Select by ID“ пронађен на фасади.



Слика 7. Изглед, пресек и основа детаља панела

3. ЗАКЉУЧАК

Интеграција дигиталног дизајна и фабрикације унутар BIM технологије, а посебно коришћењем параметарских алата као што су Revit и Dynamo, представља значајан напредак у архитектури и грађевинарству.

Овај рад је показао како параметарски алати омогућавају ефикасан дизајн и модификацију фасадних панела, омогућавајући повећану флексибилност, прецизност и контролу у процесу пројектовања. Користећи Revit за моделовање и Dynamo за аутоматизацију и модификацију дизајна, процес постаје поједностављен, подржавајући сложене геометрије, брзе операције и прилагођавања.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ming Shan Ng, Konrad Graser & Danile Mark Hall „Digital Fabrication, BIM and early contractor involvement in design in construction projects: a comparative case study“ (2023)
- [2] <https://www.kmbdg.com/news/revit-bim-advantages/> приступљено 18.06.2024
- [3] Ernesto Pellegrino, Manuel Andre Bottiglieri, Gavin Crump, Luisa Cypriano Pieper, Douna Touil „Managing and visualizing your BIM data“ (2021)
- [4] <https://www.architonic.com/en/project/xvw-architectuur-parkeergarage-a1/20203298> приступљено 20.6.2024

Кратка биографија:



Лидија Гиговић рођена је у Котору 1995. год. Мастер рад на Факулету техничких наука из области Архитектуре – Дигитални дизајн и фабрикација одбранила је 2024. год. kontakt: gigovic.lidija@gmail.com