

ВИРТУЕЛНА РЕКОНСТРУКЦИЈА ДИМЊАКА ДВОРЦА ОРЕНШТАЈН-ШПИЦЕР У БЕОЧИНУ**VIRTUAL RECONSTRUCTION OF THE CHIMNEYS OF ORENSTEIN-SPITZER CASTLE IN BEOCIN**

Јелена Мишљеновић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област –АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Циљ овог истраживања јесте да се коришћењем три различите методе виртуелно реконструишу димњаци дворца породице Шпицер, на основу тренутних остатака који су доступни на терену и старих фотографија. Реконструисањем по једог димњака уз помоћ три различите одабране методе које укључују фотограметрију + софтвер Блендер (енг. Blender), ајФон (енг. iPhone) ЛиДАР (енг. LiDAR) скенер са апликацијом Поликем (енг. Polycam) + софтвер Блендер (енг. Blender) и програм за моделовање 3Дс Макс (енг. 3Ds Max), ова компаративна анализа ће бити значајна за одабир методе приликом реконструисања 3Д модела оштећених објеката.

Кључне речи: Виртуелна реконструкција, фотограметрија, ЛиДАР, оштећени објекти

Abstract –The goal of this research is to use three different methods to virtually reconstruct the chimneys of the Spitzer family castle, based on the current remains that are available on the ground as well as old photographs. By reconstructing one chimney at a time with the help of three different selected methods that include photogrammetry + Blender software, iPhone LiDAR scanner with Polycam application + Blender software and the 3Ds Max modeling program, this comparative analysis will be significant for choosing a method when reconstructing 3D models of damaged objects.

Keywords: Virtual reconstruction, photogrammetry, LiDAR, damaged objects

1. УВОД

Културно наслеђе служи као сведочанство људског идентитета, историје и вредности. Када говоримо о културном наслеђу, мислимо на материјалне и нематеријалне аспекте људске историје [2]. Виртуелна реконструкција је начин на који приступамо очувању и презентацији културно-историјских артефаката. Са појавом напредних дигиталних технологија, сада је могуће поново креирати и комуницирати са виртуелним моделима стварних објеката, локација и

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Весна Стојаковић, ред. проф.

окурења која су крхка, неприступачна или чак уништена. Ова технологија има далекосежне импликације за области као што су археологија, архитектура и културно наслеђе, омогућавајући истраживачима и широј јавности да истражују и ангажују се са историјским артефактима на начин без преседана. Улога 3Д виртуелне реконструкције изгубљених артефаката наслеђа добија све већи значај, као подршка археолошким истраживањима и студијама историје уметности, као и средство за културно и евокативно укључивање крајњег корисника. [2]

1.1 Тема истраживања

Можемо идентификовати два главна критеријума у генерисању 3Д дигиталних модела прво, они су верни прикази тренутног стања споменика, захваљујући напредним техникама дигиталног снимања као што су дигитална фотограметрија и 3Д ласерско скенирање, са следећим процесима моделовања и представљања на основу истинитих геометријских података. Друго, 3Д дигитална реконструкција се може замислити почевши од историјских информација и цртежа, са истраживачким приступом који је више оријентисан на интерпретацију изгубљене архитектуре [2].

У наредним сегментима ове студије случаја ће бити истражене управо могућности генерисања дигиталних модела помоћу три различите методе које укључују фотограметрију + софтвер Блендер (енг. Blender), ајФон (енг. iPhone) ЛиДАР (енг. LiDAR) скенер са апликацијом Поликем (енг. Polycam) + софтвер Блендер (енг. Blender) и програм за моделовање 3Дс Макс (3Ds Max), на основу истинитих геометријских података кроз које можемо да доживимо верни приказ тренутног стања објекта. Један такав објекат чији некадашњи сјај можемо само да наслутим приликом сустрета са њим је Дворац Оренштајн-Шпицер у Беоцину.

1.2 Историјски значај Шпицеровог дворца у Беоцину

Саграђен на прелазу два века од најквалитетнијег цемента који је данас заштитни знак Беоцина, дворац је складна и маштовита мешавина стилова [3]. Летњиковац у Беоцину представља пример традиционалног и модерног, заосталости и напретка, са једне стране везаност за историјске стилове, а са друге стране коришћење материјала будућности, односно цемента [4]. Дворац је саграђен 1898. године као резиденцијално здање за потребе породице Едварда Едеа Шпицера, који је уз барона Хенрика Оренштајна и Семјуела Редлиха био власник беоцинске фабрике

цемента и зачетник индустријализације и урбаног развоја Беочина који данас познајемо [3]. Неки летњиковач Орендштајн у Беочину називају парадигмом архитектонске сецесије или га наводе као школски пример еклентике у контексту сецесије. Једносратна грађевина је разуђене основе, комплексног конструкцијског склопа. Разни елементи објекта припадају различитим стилевима, различите терасе и балкони; прозори у облику окулуса, трифореса завршетком преломљених лукова; аркаде разних облика; заталасане барокне и сецесијске линије, доминантни димњаци који потсећају на француске дворце [4]. Управо ови димњаци представљају главни предмет истраживања на основу чијих остатак ће се извршити дигитална реконструкција



Slika 1. Шпицеров дворац-тренутно стање

1.3 Циљ истраживања

Циљ овог истраживања јесте да се коришћењем три различите методе виртуелно реконструишу димњаци дворца породице Шпицер. Реконструисањем по једог димњака уз помоћ три различите одабране методе које укључују фотограметрију + софтвер Блендер (енг. Blender), ајФон (енг. iPhone) ЛиДАР (енг. LiDAR) скенер са апликацијом Поликем (енг. Polycam) + софтвер Блендер (енг. Blender) и програм за моделовање 3Дс Макс (енг. 3Ds Max), ова компаративна анализа ће бити значајна за одабир методе приликом реконструисања 3Д модела оштећених објеката. Добијени резултати ће се поредити на основу следећих критеријума:

- а. Могућност реконструкције
- б. Комплексност објекта
- в. Потребно време за реконструкцију 3Д модела
- г. Намена 3Д модела

1.4 Методе коришћене у истраживању

Све три одабране методе у овој студији случаја имају специфичан начин моделовања 3Д објекта, па су баш због тога узете за пример како би се на крају могли поредити критеријуми који су наведени у тексту.

Када је реч о првој методи, односно фотограметрији, она се односи на технику снимања вишеструких фотографија које се преклапају и извођења мерења из њих за креирање 3Д модела објеката или сцена. Поред фотограметрије, у овој методи је такође коришћен и софтвер Блендер како би се 3Д модел реконструисао у потпуности обзиром на оштећења која се налазе на објекту [5].

Друга метода је подразумевала коришћење ајФон (енг. iPhone) телефона са ЛиДАР (енг. LiDAR) скенером у комбинацији са апликацијом поликем (енг. Polycam). ЛиДАР (енг. LiDAR) је акроним за „light detection and

ranging“ и ради на истим принципима као радар. У оба система, електромагнетни талас се емитује из предајника, а сензор детектује било какве рефлексије таласа ако ударе у објекат. Растојање између рефлектујућег објекта и извора таласа може се одредити на основу времена између преноса и пријема [6]. Као и претходна метода, и ова ће такође користити софтвер Блендер како би се 3Д модел реконструисао у потпуности.

Последња метода, односно трећа, је подразумевала коришћење програма за моделовање 3Дс Макс (енг. 3Ds Max). Традиционално, овај програм се сматра професионалним алатом за архитекте и дизајнере ентеријера. Разлог томе је погодност у 3Д моделовању чврстих објеката, велика слобода у креирању модела и висококвалитетни модули за фотореалистичну визуелизацију [7].

2. СТУДИЈА СЛУЧАЈА

2.1 Теренско истраживање

У оквиру теренског истраживања спроведеног на дворцу породице Шпицер у Беочину, фокус је био на документовању урушених димњака који су пали са крова на тло земље. Пре почетка документовања, део вегетације око димњака је морао бити рашчишћен како би се омогућило несметано и што детаљније фотографисање и снимање урушених елемената. Оно што се могло уочити на први поглед јесте да су димњаци били у порпично лошем стању обзиром да су претрпели различите степене оштећења услед пада са крова на земљу, при чему су неки сегменти били потпуно уништени или деформисани, што је представљало додатну отежавајућу околност. Стране димњака које су биле припијене за зид или лежале на тлу нису могле бити адекватно забележене на фотографијама што је представљало изазов за каснију реконструкцију помоћу фотограметрије. Друга метода је спроведена коришћењем Поликем апликације. Коришћење Поликем апликације базиране на ЛиДАР сензору, показало се као једноставније и флексибилније због мобилности телефона и могућности снимања забачених детаља који нису били уочљиви на фотографијама. Обзиром да није било могуће утицати на позиције димњака на терену, снимање по сунчаном дану у комбинацији са оштрим сенкама које су се пружале од дрвећа и остатка окружења ка димњацима, изазвало је местимичне контрасте светла и сенки током снимања, што није оптимално за рад ЛиДАР сензора.



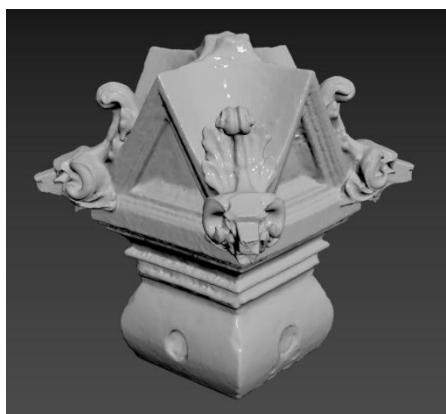
Slika 2. Други димњак



Slika 3. Treћи димњак

2.2 Фотограметрија + Блендер

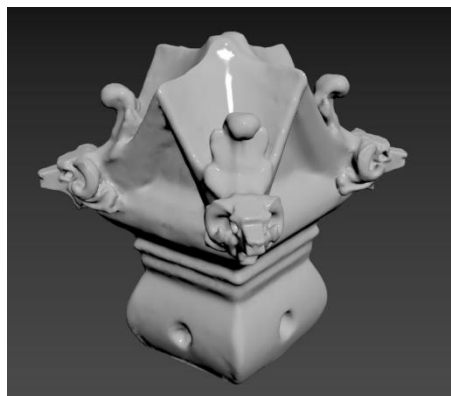
Након прикупљених теренских података следећи корак се базирао на генерисању 3Д модела димњака у софтверу Агисофт Меташејп (енг. Agisoft Metashape). Генерисани фотограметријски 3Д модели димњака су увезени у софтвер под називом Блендер (енг. Blender) који је послужио за мануелну реконструкцију. Након добијених 3Д модела и њихове комплетне анализе, лако је било закључити да је трећи 3Д модел димњака најпогоднији за потпуну реконструкцију, узимајући у обзир његову делимично бољу очуваност у односу на друга два димњака. Обзиром да је трећи димњак у основи квадрат, то је значило да су му све стране идентичног изгледа што је омогућавало да се реконструијом једне стране димњака, или бар његове четвртине, добије остатак 3Д модела. Декоративне главе овнова које су се налазиле на ћошковима димњака су биле тешко оштећене или у потпуности уништене приликом пада. Обзиром да је на другом димњаку било могуће наћи једну декоративну главу овна која је током пада претрпела најмањи степен оштећења, она је преузета као сегмент са другог 3Д модела како би се припојила трећем 3Д моделу за реконструкцију међутим, пре тог корака је било неопходно реконструисати декоративни елемент у целисти. Декоративни елемент са биљним мотивом листа акантуса који се налазио на свакој од глава се највише очувао на трећем димњаку стога је и преузет са њега као засебан сегмент и мануелно спојен са остатком овнове. Након што су сва оштећења и деформисани делови на декоративној глави и биљним мотивима санирани пажљиво су припојени на остатак димњака. Следећи корак у реконструкцији је био да се симетризацијом једне четвртине добије половина димњака од које се поновљеним поступком добио 3Д модел у целисти са свим неопходним елементима.



Slika 4. Финални резултат димњака

2.3 ЛиДАР у комбинацији са Поликем апликацијом + Блендер

Оно што је било видно прилико увоза Поликем модела у Блендер јесте да су они имали знатно мање детаља него фотограметријски односно, да је број полигона био далеко мањи. Обзиром да је трећи димњак био више изложен сунцу у тренутку снимања на терену, модел који је добијен је резултовао као мање детаљан. Сам поступак реконструкције унутар софтвера Блендер је био индетичан као и за фотограметријски 3Д модел. Након што су санирана мања оштећења на декоративној глави овна и биљног мотива листа акантуса, та два елемента су спојена а затим припојена димњаку, након чега је уследо поступак симетризације како би се добио цео 3Д модел димњака. Поред индентичних поступака са фотограметријским 3Д моделом, разлика која се појавила на 3Д моделу добијеном преко Поликем апликације је и у местимичним "рупама" које су се јављале унутар модела на неколико локација, стога су и оне морале бити мануелно саниране. Процес реконструкције 3Д модела димњака добијеног помоћу Поликем апликације је трајао знатно мање због мањег броја полигона од којих је био састављен 3Д модел у поређењу са фотограметријским моделом. С друге стране, ова метода се показала као једноставнија и флексибилнија због мобилности телефона и могућности снимања забачених детаља који нису били уочљиви на фотографијама, могућност добијања 3Д модела на лицу места као и много бржи процес целокупне реконструкције димњака.

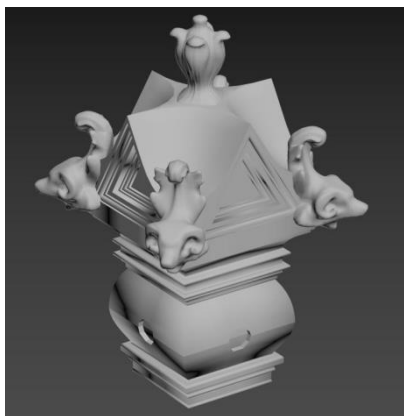


Slika 5. Финални резултат димњак

2.4 3Дс Макс

Порцес моделовања димњака помоћу треће методе се по много чему разликовао од претходне две обзиром да је је цео модел прављен мануелно у програму 3Дс Мак. Ова метода је подразумевала прикупљање референтних фотографија из разних углова, првенствено фронталног приказа. Обзиром да тренутне позиције димњака на земљи нису омогућавале добијање прикладног фронталног приказа, за тај део су коришћене старе фотографије прикупљене на интернету. Обзиром на своју сложену форму, модел је прављен из више целина. Формирање базе димњака - уз помоћ фотографије на којој се димњак види фронтално користећи се алатком за исцртавање линије исцртан је профил са којим формиран жељени облик базе димњака. По сличном принципу је моделован и троугаони облик, с тиме што су удубљења произвољно исцртана уз помоћ различитих фотографија прикупљених на терену.

Кровић на димњаку измоделован је од осмине лопте и прилагођен. Овнова глава измоделована је од половине лопте и уз помоћ алатке за симетрију формирана је и друга страна а затим је додат лист акантуса формиран од елемента коцке. Ради провере пропорција димњака, коришћен је Перспектив Меч (енг. Perspective Match) на фотографијама добијеним са терена.



Слика 6. Финални резултат димњака

2.5 Ретопологија

Након финализације неопходно је било смањити број полигона на 3Д моделима добијеним помоћу фотограметрије и ЛиДАР-а, односно урадити ретопологију, како би модел био оптималан за коришћење у некој 3Д сцени. Ретопологија је процес у 3Д моделовању у коме се топологија модела оптимизује или прерађује да би се направио ефикаснији 3Д модел. То укључује оптимизацију и пречишћавање мрежне структуре да би се побољшала ефикасност и припремио модел за анимацију, рендеровање у реалном времену или друге процесе [8].

3. РЕЗУЛТАТ

Финални резултат овог рада јесу три дигитална модела димњака, добијених засебним методама, на основу којих је извршена компаративна анализа.

Први модел димњака је успешно моделован на основу великог броја фотографија помоћу фотограметрије али се показао као најдетаљни са најдужим временским периодом реконструкције. У случају даљег коришћења 3Д модела у виртуелним галеријама, свакако да би на 3Д моделу морала бити извршена ретопологија. Када је реч о другом 3Д моделу димњака, скенираним ЛиДАР скенером на ајФон телефони помоћу Поликем апликације, он се показао као мање детаљан 3Д модел у односу на фотограметријски и изискивао је мање времена за реконструкцију али је такође успешно реконструисан. Предност ове методе се састоји у њеној брзини формирања 3Д модела на лицу места и мобилности телефона приликом скенирања тешко приступачних локација. И поред мањег броја полигона у односн на претходни модел, овде би исто било неопходно извршити ретопологију како би 3Д модел био оптималан за даље коришћење у 3Д сценама. Трећи 3Д модел димњака се разликовао по иницијалном приступу моделовања у односу на прва два. Моделован целокупно у 3Д Макс у од малог броја полигона, није захтевао ретопологију јер је и ниво детаља био на

мањем нивоу у односу на претходна два. Кључна ствар за успешну реализацију 3Д модела помоћу ове методе је у овом случају било поседовање одговарајућих референтних фотографија.

4. ЗАКЉУЧАК

Кроз ово истраживање чији је главни циљ био да се коришћењем три различите методе виртуелно реконструишу димњаци дворца Оренштајн-Шпицер, може се закључити да су постигнути различити резултати на основу задатих критеријума. Када говоримо о могућности реконструисања овог задатог објекта на основу његовог тренутног стања на терену и на основу фотографија, све три методе су се показале као успешне али је постигнут различит ниво детаља 3Д модела, где први 3Д модел има највећи ниво детаља, затим други и на крају трећи. Комплексност објекта није представљала препреку у сва три случаја и 3Д модел је успешно реконструисан у целости обзиром да је објекат у основи квадрат са индентичним страницама. Када је реч о потребном времену за реконструкцију модела, поступак помоћу прве методе се показао као најдужи док су се друге две показале доста краће у односу на први. Намена реконструисаних 3Д модела би свакако зависила од сцене у коју би били постањени. У случају сцена које би представљале 3Д модел самостално, одлучили би се за прву или за другу методу. За веће пројекте, у овом случају целокупан дворца, потребно би било да постоји модел који садржи мањи број полигона тако да би у том случају могли да употребимо све три методе, али само ако је на 3Д моделима са високим бројем полигона урађена ретопологија

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://www.graygroupintl.com/blog/cultural-preservation>
- [2] Diachronic representation of ancient buildings: studies on the “San Giovanni in Conca” Basilica in Milan
- [3] <https://www.grenef.com/spicerov-dvorac-bastina-u-krizi-ili-sumorni-odraz-modernog-drustva/>
- [4] ГРАЂА за проучавање споменика културе Војводине ХХХИВ; ПОКРАЈИНСКИ ЗАВОД ЗА ЗАШТИТУ СПОМЕНИКА КУЛТУРЕ
- [5] <https://thehaskinsociety.wildapricot.org/photogrammetry>
- [6] <https://www.androidpolice.com/what-is-lidar-and-what-does-it-do/>
- [7] <https://artland3d.com/blog/3ds-max-low-poly-modeling/>
- [8] <https://www.autodesk.com/solutions/retopology#:~:text=Retopology%20is%20the%20process%20of,time%20rendering%2C%20or%203D%20printing.>

Кратка биографија:



Јелена Мишљеновић рођена је у Новом Саду 1997. године. Дипломира на Академији уметности, смер Дизајн ентеријер, у Новом Саду 2020. године. На Факултету техничких наука уписује мастер студије 2021. године, смер Архитектонска визуализација и симулације.