

**UPOREDNI PRISTUP STATIČNE I INTERAKTIVNE VIZUELIZACIJE U CILJU  
ISPITIVANJA FUNKCIONALNOSTI PROSTORA****COMPARATIVE APPROACH OF STATIC AND INTERACTIVE VISUALIZATION TO  
TEST THE FUNCTIONALITY OF THE SPACE**

Nataša Perić, Marko Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA**

**Kratak sadržaj** – Istraživanje se bazira na uporednoj analizi klasične arhitektonske vizuelizacije – rendera i kretanja kroz prostor u programu Unreal Engine, a u cilju ispitivanja funkcionalnosti na primeru garsonjere.

**Ključne reči:** Interaktivna vizuelizacija, projektovanje, funkcionalnost prostora, medij prikazivanja

**Abstract** – The research is based on a comparative analysis of classic architectural visualization – rendering and movement through space in the Unreal Engine, with the aim of testing the functionality on the example of a studio apartment.

**Keywords:** Interactive visualization, projecting, space functionality, display media

**1. UVOD**

Kroz istoriju dovelo se u pitanje šta je primarno u arhitekturi, estetika (forma) ili korisnost (funkcija). Trenutna arhitektonska praksa, prateći savremene projektantske alate, sve više ulaže u arhitektonsku vizuelizaciju koja predstavlja ilustrovani prikaz planiranog prostora. Kako je arhitektonska vizuelizacija bitan deo uvida u estetiku objekta, neretko se u nju ulaže dosta više vremena nego u osmišljanje prostora kako bi se zadovoljila njegova funkcija. Komunikacija sa klijentom je poboljšana ako postoji vizuelni prikaz prostora, biroji su promovisani kroz globalno prisutne medije i na taj način im je olakšano da dođu do klijenata kojima će se potencijalno dopasti njihov rad.

Međutim, šta ako etička odgovornost digitalne reprezentacije izostane i arhitektonskom vizuelizacijom počnu da se sakrivaju funkcionalni nedostaci prostora? Vrednovanje prostora po pitanju funkcije ne sme da izostane, što može predstavljati problem klijentima koji se odluče na osnovu nečega što im je prikazano, ali ne i izvedeno. Potrebno je uzeti u obzir da klijenti često nisu obučeni za raspoznavanje i čitanje podataka sa osnove, već veruju u ono što im se prikaže vizuelizacijom. Potrebno je ispitati razlog ove pojave i pronaći rešenje koje bi omogućilo vrednovanje prostora bez ulepšavanja i skrivanja nedostataka, a na način razumljiv klijentima.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Marko Jovanović.

**1.1. Tema**

Savremeni društveni kontekst karakterišu globalizacija i globalno prisutni mediji, pre svega društvene mreže na kojima se plasiraju proizvodi koji na jednostavan i brz način dospevaju do klijenata. U takvom okruženju dolazi do hiperprodukcije arhitektonskog vizuelnog sadržaja, a u cilju što bolje promocije arhitektonskih biroa. Kako bi se ovakvi mediji dopali budućim korisnicima, oni se obrađuju i ilustruju, tako da neretko gube vezu sa stvarnim svetom i realnošću. Udaljavanjem od stvarnosti i mešanjem sa realnošću, gubi se jasna razlika između stvarnog i imaginarnog, pa kako arhitekta, tako i klijenti nisu svesni stvarnog. Postavlja se pitanje čijom krivicom dolazi do ovoga – da li je odgovoran klijent, koji zahteva ono što mu je prethodno negde predstavljeno, ili arhitekta koji svesno prezentuje vizuelno pogrešnu buduću stvarnost?

**1.2. Pregled stanja u oblasti**

Kako bi se sagledao arhitektonski prostor, arhitekta koriste različite medije za izražavanje koncepta i dizajna. Najzastupljeniji vid prikazivanja je tehnički crtež. Tehnički crtež je grafički prikaz koji prikazuje svojstva objekta i njegov oblik [1]. Iako najlakši za prikazivanje, tehnički crtež nije prijemčiv klijentima, pa tako nastaje perspektivni prikaz odozgo, koji u načelu prikazuje raspored prostorija, zidova, nameštaja koji su na ovom prikazu trodimenzionalni. Usled toga, na njemu ne postoje vidljive dimenzije, kao ni aktivne i pasivne mere, što je problem ovog prikaza, pa se na njemu dimenzije mogu čitati samo površno na osnovu veličine nameštaja.

Postoje razni članci na internetu koji sadrže „uputstva“ na šta treba obratiti pažnju prilikom kupovine stana. Ono šta širokoj javnosti nije poznato jesu zakoni i pravilnici, koji prilikom projektovanja svakom arhitekti treba da služe kao uputstvo, kako bi se u budućnosti izbegle greške koje se trenutno mogu pronaći u praksi. Istraživanje se vrši na primeru stana u Novom Sadu (Slika 1a) koji je pronađen na jednom od sajtova za oglašavanje. Pravilnikom o uslovima i normativima za projektovanje stambenih zgrada i stanova propisuju se uslovi i normativi za projektovanje [2]. Upoređivanjem pomenutog primera otkrivene su nepravilnosti: minimalna pravilnikom propisana veličina kuhinje je 4m<sup>2</sup>, dok u izabranom stanu iznosi 3.6m<sup>2</sup>; veštačka ventilacija je neophodna u kupatilu i kuhinji, dok je u izabranom stanu ona izostala/nije naznačeno da postoji. Na primeru stana u Novom Sadu pronađeni su nedostaci koji nisu propisani pravilnikom, a tiču se funkcionalnosti i obeleženi na prikazu (Slika 1b).



Slika 1a (levo) i 1b (desno). Osnova stana koji se koristi prilikom istraživanja (levo) i obeleženi nedostaci na njemu (desno)

U dnevnoj sobi (Slika 1b, br. 1) postoji problem kod otvaranja prozora/francuskog balkona, gde je on nameštajem zagrađen i nedostupan jer ne može da mu se priđe. U trpezariji (Slika 1b, br. 2) dve stolice su približene zidu, ne mogu da se izvuku i nije moguće sedenje na njima. Hodnik (Slika 1b, br. 3) zauzima veliku površinu, dok je kuhinja bez površine za rad. Takođe, TV komoda (Slika 1b, br. 4) može da bude proširena do zida terase i postane delom garderober, kako prostor za odlaganje odeće nije isplaniran.

Razvoj tehnologija uslovio je pojavu novih, digitalnih prezentacija koji se formiraju unutar softverskih programa specijalizovanih za tu primenu. Nastupanjem savremenog društvenog konteksta u kome je tehnologija sveprisutna, nastaju kompjuterski generisane 2D slike od 3D virtuelnog ili digitalnog modela, odnosno renderi. Arhitektonski renderi su najzastupljeniji vid prikaza planiranog prostora. Međutim, postavljanjem kamere na specifičan način mogu se sakriti nedostaci prostora koji prikazuju. U slučaju izgrađenih objekata, prilikom oglašavanja stanova na sajtove za prodaju nekretnina, osnovni medij koji se koristi je fotografija. U upotrebi su i kolaži, ilustracije, makete, dijagrami, 360 renderi, VR (eng. VR, Virtual Reality – virtuelna stvarnost) i slično. Renderi 360 su panoramske fotografije napravljene iz jedne tačke, a koje omogućavaju poglede u svim pravcima iz te tačke. Virtuelna stvarnost je kreirana digitalna stvarnost koja upotrebom tehnologije omogućava ljudsku interakciju unutar nje [3]. Postoji i interaktivna vizuelizacija, koja omogućava interakcije od strane klijenta unutar priloga koji se pokreće i menja zavisno od kontrola i akcija klijenta.

Ispravno skalirana osnova sa realnim dimenzijama nameštaja prikazuje realnu situaciju i funkcionalnost prostora, ali nastaje problem kada ljudi koji kupuju nekretnine ne znaju da čitaju osnove, nisu obrazovani da znaju šta su aktivne mere i ne razmišljaju u prostoru koji im je potreban za korišćenje i pristup nameštaju, za otvaranje vrata, prozora. Međutim, da li je moguće

klijentu nezavisno od njegovog znanja i razumevanja u oblast omogućiti da prostor sagleda na realan način, kako bi to učinio u stvarnosti, bez sakrivenih i ulepšanih prostora na arhitektonskim vizuelizacijama?

### 1.3. Problem istraživanja

Osnovni problem istraživanja jeste manjak svesti i edukacije klijenta da obrati pažnju na probleme u funkcionalnosti posmatranjem osnove. Ulepšavanje arhitektonskog rendera i izostavljanje nefunkcionalnosti i kritičnih segmenata prostora na njemu značajno problem čini većim, jer se na taj način maskiraju nedostaci. Probleme u funkcionalnosti uglavnom je moguće otkriti na osnovi i uz poznavanje pasivnih i aktivnih mera, ali klijenti se često ne snalaze na tehničkim crtežima i teško ih čitaju. Kako bi klijent znao kako će izgledati još uvek neizgrađeni prostor, trebao bi da bude ekspert u oblasti i ima znanje i veštine koje doprinose da obrati pažnju na segmente koji nisu očigledni. Isti problem postoji i kod 360 rendera koji ima mogućnost posmatranja prostora iz jedne tačke, odnosno pozicije odakle je formiran, što opet može zamaskirati i sakriti nefunkcionalnosti drugim nameštajem koji zaklanja pogled iza njega. Prednost ovakvog priloga je laka distribucija, brzo pokretanje i nezavisnost od hardverske moći uređaja koji ga pokreće. Interaktivna arhitektonska vizuelizacija, i dalje pod pretpostavkom, ovakav problem može da reši, ali kako bi bila primenljiva potrebno je obezbediti dovoljno snažan računar za rad u programima koji je omogućavaju i pokreću, odnosno velika hardverska moć. Takođe, važno je pronaći najefikasnije rešenje za distribuciju aplikacije većem broju ljudi, a uz to da ne zauzima previše memorije i ne bude previše zahtevna za pokretanje.

### 1.4. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je uvođenje mogućnosti kretanja u prostoru kako bi se otkrili problemi u funkcionalnosti. U procesu projektovanja potrebno je omogućiti klijentima da dožive prostor, što maskiranje i ulepšavanje 2D prikaza samo otežava. Uvođenjem interaktivne vizuelizacije, odnosno kretanja kroz prostor sa minimalnim interakcijama, cilj je pokazati koliko je jednostavno razviti aplikaciju, a uz pomoć već gotovog modela koji je spreman za renderovanje. Ovakav vid priloga razvija se kao mogućnost držanja investitora svesnog i odgovornog za sve nefunkcionalnosti unutar prostora, uz odstupanje  $\pm 3\%$  od kvadrature sa istim rasporedom zidova, ukoliko bi se uveo kao obavezan prilog dokumentacije. Na taj način razvija se etička odgovornost kod investitora i omogućava se približavanje projekta klijentu kroz interakcije u njemu, dok je naknadno potrebno ispitati koliko ovakav tip pristupa može biti primenljiv u praksi i koji je njegov potencijal.

### 1.5. Kriterijumi

Glavni kriterijum po kome će biti rađeno istraživanje je funkcionalnost prostora, a zavisno od načina reprezentacije. Prilikom istraživanja nije bitno koliko prostor izgleda realno i u tu svrhu sve vizuelizacije koje se koriste u ovom istraživanju neće biti materijalizovane, tzv. "klej" vizuelizacije (eng. clay - u boji gline). Drugi kriterijum koji se uzima u obzir jesu utrošeno vreme i rad koji su potrebni za svaki od pristupa.

## 2. METODE ISTRAŽIVANJA

Kako bi se utvrdilo da li je hipoteza da interaktivnom vizuelizacijom klijent može lakše da uoči nedostatke određenog enterijerskog prostora nego samo posmatrajući arhitektonski render, potrebno je sastaviti scenu u sklopu koje će se istraživanje sprovести. Kako se istraživanje vrši na ranije pomenutoj osnovi, koja je pronađena na sajtu za prodavanje nekretnina, istu tu osnovu (Slika 1a) bilo je potrebno precrtati u programu AutoCad 2024, a potom i izmodelovati u programu 3ds Max 2023. Modelovanje scene ogleda se u formiranju gabarita prostora, pronalaženju i preuzimanju modela sa onlajn biblioteka koji će kasnije biti ubačeni, postavljanju izvora prirodnog i veštačkog osvetljenja, podešavanju statičnih kamera i formiranju scena koje se zatim renderuju.

Kako bi se omogućilo kretanje kroz prostor i potom fajl eksportovao kao aplikacija, za potrebu ovog istraživanja koristi se program Unreal Engine 5.0.3. Nakon što se model eksportuje iz programa 3ds Max kao .fbx fajl, moguće je otvoriti ga u programu Unreal Engine. Nakon toga, potrebno je podesiti početak igre, odnosno mesto sa kojeg "igrač", u ovom slučaju klijent kreće; podesiti koliziju, odnosno granicu kubusa kako bi se onemogućio prolazak kroz nameštaj i slično; osvetljenje; i na kraju formirati kodove za interakcije u okviru bluprinta (eng. blueprint - nacr), koji predstavlja prozor za programiranje kodova.

Interakcije koje se koriste u okviru istraživanja postoje kako bi se poboljšalo iskustvo unutar aplikacije, ali i spoznale nefunkcionalnosti prilikom otvaranja vrata i prostora, ili usled nedovoljne osvetljenosti prostora koji je saglediv tek nakon što se priđe veštačkom osvetljenju koje se pali. U tu svrhu, glavne interakcije jesu otvaranje/zatvaranje prozora i vrata klikom na slovo "E" i paljenje/gašenje svetla po prilasku/odaljavanju od izvora. Dodatni kodovi pisani su za zvučni efekat koji imitira korake, a koji postoji isključivo zbog boljeg iskustva u aplikaciji, kao i meni sa podešavanjima igre i kontrolama.

Kreiranje i distribucija aplikacije predstavlja završnu fazu rada. Postoji više načina za "pakovanje" i eksport projekta i treba proceniti koji je za određenu situaciju najpovoljniji. U zavisnosti od upotrebe verzije Unreal Engine i uređaja sa kog se pokreće aplikacija, odnosno načina pokretanja aplikacije, potrebno je izabrati jednu od mogućnosti. Za potrebu ovog istraživanja biće objašnjena dva načina eksporta i otvaranja aplikacije u slučaju dve verzije programa - Unreal Engine 4 i 5. Koristeći verziju 4 vrši se otpremanje aplikacije na internet koristeći eksport HTML5 koji se otvara direktno u pretraživaču, dok se za verziju 5 koristi eksport za Windows, koji je naknadno potrebno otpremiti na sajt <https://itch.io/>. Nijedan od ova dva pristupa neće biti iskorišćen za potrebu rada, već će se aplikacija pokretati direktno iz programa prilikom anketiranja.

## 3. ANKETA

Anketa je skup pitanja u različitim oblicima koja se formiraju u svrhu ispitivanja izabranih ili nasumičnih ljudi, a sa ciljem beleženja odgovora i prikupljanja podataka iz njih. U okviru ankete koja je sprovedena za ovo istraživanje izdvajaju se tri dela. Prvi deo se odnosi na pitanja koja se tiču ličnih i opštih informacija.

Drugi deo upitnika sadrži pitanja vezana za arhitektonske vizuelizacije i osnove, gde je svaka konstatacija formulirana na isti način: "Prostor sa arhitektonske vizuelizacije/osnove je funkcionalan", a potom je Likertovom skalom sa pet podeoka od "slažem se u potpunosti" do "ne slažem se uopšte" ostavljeno ispitaniku da obeleži u kojoj meri podržava gore navedenu konstataciju. Nakon arhitektonskih vizuelizacija i osnova ostavljen je prostor za komentar koji nije obavezno polje, ali predstavlja mesto gde je poželjno napisati koje nefunkcionalnosti u prostoru su primećene na njima.

Treći, poslednji deo ankete sadrži pitanja koja se tiču interaktivne vizuelizacije, tako da je pre ovog segmenta potrebno isprobati aplikaciju. Pored konstatacije da je prostor funkcionalan i vrednovanja iste Likertovom skalom, unutar ovog dela takođe postoji segment gde je moguće navesti eventualne nove nedostatke prostora, koji ranije nisu primećeni. Deo ankete koji se tiče interaktivne vizuelizacije sadrži tri dodatna pitanja, gde je prva dva potrebno oceniti Likertovom skalom i glase:

- Aplikacija i kretanje pomogli su mi da bolje sagledam prostor i njegove dimenzije.
- Potrebno je uvesti aplikaciju kao obavezan prilog prilikom kupovine stana od investitora.

Nakon toga, ostavljen je slobodan prostor gde je potrebno da ispitanici navedu razloge zbog kojih je potrebno ili nije potrebno uvesti aplikaciju kao obavezan prilog prilikom kupovine stana od investitora. Ovim pitanjem zaokružena je treća celina upitnika. Nakon prikupljanja odgovora, iste je potrebno analizirati i vrednovati.

### 3.1. Vrednovanje rezultata istraživanja

U anketi je učestvovalo ukupno 30 osoba različitog pola, starosne dobi i stručne spreme. Anketa se vršila uz prisustvo autora, gde se anketa pokretala na mobilnom telefonu, a interaktivna vizuelizacija na računaru. Potrebno je bilo sagledati sve statične arhitektonske vizuelizacije i osnove, njih oceniti, a potom i isprobati aplikaciju i nju vrednovati. Ispitanici su procentualno 56,7% bile žene (ukupno 17), dok su 43,3% bili muškarci (ukupno 13). Starost ispitanika varira, pa je iz tog razloga potrebno formirati četiri starosne kategorije, i to - do 18 godina: maloletnih ispitanika nije bilo, od 18 do 25 godina: 15, od 25 do 35 godina: 7, preko 35 godina: 8.

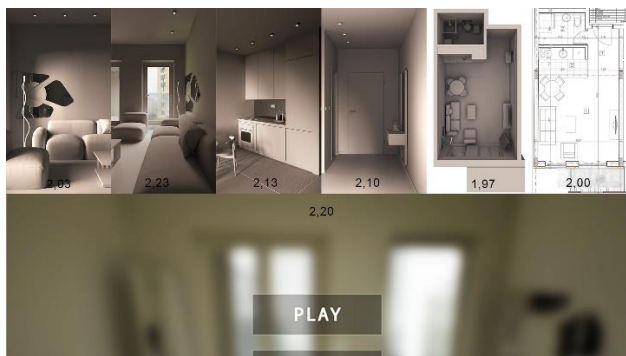
Većinski deo ispitanika zna otprilike šta funkcionalni prostor podrazumeva ili je otprilike upoznat sa njim, ali nije ekspert u oblasti. Ova informacija je bitna jer objektivno ljudi koji kupuju stanove pripadaju različitim branšama i samim tim rezultati ankete na samom početku deluju kao validni.

Glavni kriterijum po kome se vrši istraživanje je funkcionalnost prostora i ispitan je kroz anketu. Na slici (Slika 2) nalaze se prosečni odgovori ispitanika po pitanju funkcionalnosti prostora na vizuelizacijama, osnovi i interaktivnoj vizuelizaciji. Ispitanici su anketirani tako da primenom Likertove skale obeleže koliko se slažu sa konstatacijom da je prostor prikazan na prilogu funkcionalan. Gledajući prvu vizuelizaciju, može da se pretpostavi da postoji problem prolaza između fotelje i sofe kao što je jedan od ispitanika naslutio i napisao u

komentaru, međutim nije moguće tačno odrediti. Nakon nje, nailazi se na drugu vizuelizaciju na kojoj se problem jasno uočava, gde se vidi i dodatna nefunkcionalnost – problem otvaranja francuskog balkona, pa samim tim i broj na Likertovoj skali raste. Kuhinja je prikazana na narednoj vizuelizaciji i može se gledati odvojeno od prethodne dve, gde takođe postoje izvesne nefunkcionalnosti kao što je ranije i navedeno. Poslednja vizuelizacija na kojoj je prikazan segment prostora prikazuje hodnik i poput prve vizuelizacije može da nasluti na nefunkcionalnost, ali nije moguće tačno odrediti da li postoji.

Na osnovu vrednovanja od strane autora, odnos ocena na Likertovoj skali odgovara stanju na vizuelizacijama, gde prva vizuelizacija izgleda kao najfunkcionalnije na osnovu prikazanog segmenta, dok se na drugoj najjasnije uočavaju nedostaci prostora.

Gledajući osnovu kao prilog, potencijalno je ispitanicima bilo teško da je posmatraju kroz određene segmente koji nisu funkcionalni i iz tog razloga su je definisali kao funkcionalniju, iako su na njoj uočili nove nefunkcionalnosti koje nisu primetili posmatrajući statične arhitektonske vizuelizacije. Nakon isprobavanja aplikacije, ispitanici su se ipak složili da prostor nije toliko funkcionalan koliko su smatrali da jeste gledajući osnovu.



Slika 2. Rezultati ankete - prosečne ocene ispitanika po pitanju funkcionalnosti prostora po Likertovoj skali (1 - slažem se u potpunosti, 5 - ne slažem se uopšte) za svaki od priloga

#### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata i njihovog vrednovanja po definisanim kriterijumima, može se zaključiti da interaktivna vizuelizacija pomaže korisnicima koji nisu eksperti u oblasti, da lakše sagledaju i razumeju prostor, što je gotovo jednoglasan odgovor pri ispitivanju budućih klijenata. Osnova, koja predstavlja projektovani prostor u razmeri, jeste najverodostojniji prikaz jer su na njoj vidljive tačne dimenzije, ali ne treba zaboraviti činjenicu da je ona i dalje 2D prikaz i neretko, kao što je slučaj u prostoru koji se istražuje, ne sadrži sve informacije koje su potrebne. Tako često izostaju visine parapeta, spratna visina, raspored utičnica i prekidača na arhitektonskim osnovama i slično. Istraživanje je pokazalo da su osnove ocenjene kao najviše funkcionalne, što dovodi do zaključka da je dobro uvesti aplikaciju gde se prostor gleda segment po segment, a opet ne može da sakrije određeni deo prostora.

Sveobuhvatni zaključak je da interaktivna vizuelizacija može značajno pomoći klijentima da shvate prostor, posebno ako nisu u mogućnosti da u njega kroče i ako je u izgradnji. Ispitanici su se većinski složili da je potrebno aplikaciju uvesti kao obavezan prilog jer su posmatrajući je imali doživljaj realnog prostora i njegove razmere. Posmatrajući uloženo vreme za izradu aplikacije, potrebno je uložiti malo više od polovine vremena potrošenog na formiranje modela i kreiranje statičnih arhitektonskih vizuelizacija. Potrebno je imati u vidu da se ovo vreme značajno smanjuje kada se kodovi jednom napišu i potom samo umnožavaju, jer u tom slučaju ostaje samo vreme potrebno za korigovanje bluprintova, ali ne i za njihovo pisanje.

Poželjno je uvesti aplikaciju kao prilog u cilju dizanja svesti investitora o bitnim informacijama koje ne smeju da izostanu kako bi budući korisnik znao kakva očekivanja o prostoru treba da ima. Interaktivna vizuelizacija ne služi da bi zamenila osnovu ili prikazala estetiku prostora, već da bi omogućila sagledanje razmere i mogućih nefunkcionalnosti unutar prostora koje se otkrivaju njegovim korišćenjem. Uvođenje interaktivne vizuelizacije nakon istraživanja ostaje predlog od strane autora, kako bi se olakšalo razumevanje prostora, a naknadno je detaljno potrebno ispitati kakav bi potencijal ona imala u realnoj praksi. Kao što je ranije pomenuto, potrebno je i da klijenti imaju realna očekivanja, te da razumeju da svaki od priloga treba uzeti sa rezervom uz postojanje minimalnog odstupanja  $\pm 3\%$ .

#### 5. LITERATURA

- [1] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Tehni%C4%8Dki\\_crte\\_%C5%BE](https://hr.wikipedia.org/wiki/Tehni%C4%8Dki_crte_%C5%BE) (pristupljeno u avgustu 2023)
- [2] [https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik\\_o\\_uslovima\\_i\\_normativima\\_za\\_projektovanje\\_stambenih\\_zgrada\\_i\\_stanova.html?fbclid=IwAR334siCOY85PudBjpTcKFiBreU5N4q9mtHPXaPc4PKHAC41aqzP\\_DSND90](https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_uslovima_i_normativima_za_projektovanje_stambenih_zgrada_i_stanova.html?fbclid=IwAR334siCOY85PudBjpTcKFiBreU5N4q9mtHPXaPc4PKHAC41aqzP_DSND90) (pristupljeno u avgustu 2023)
- [3] <https://shubhmehta.artstation.com/pages/vr-360-rendering> (pristupljeno u avgustu 2023)

#### Kratka biografija:



**Nataša Perić** rođena je u Rumi 1999. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura – Arhitektonska vizualizacija i simulacije odbranila je 2023. godine.  
kontakt: natasasperic@yahoo.com