



VR – TEHNIKE I PRIMENE U PRAKSI ARHITEKTONSKE VIZUALIZACIJE  
TECHNIQUES, AND APPLICATION IN ARCHITECTURAL VISUALISATION

Dejan Žibert, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – DIGITALNE TEHNIKE, DIZAJN I  
PRODUKCIJA U ARHITEKTURI I URBANIZMU**

**Kratak sadržaj** – U radu je istražena tehnologija virtualne realnosti, uz šire razumevanje konteksta razvića njenog pojma, i mogućnosti primene iste u praksi arhitektonske vizualizacije. Prikazana je istorija razvoja tehnike i četiri rešenja, kojima je moguće proizvesti VR sadržaj, primeren ciljevima arhitektonske prakse.

**Ključne reči:** VR, vizualizacija, HMD, simulacija, Google, Cardboard, 360, panorama, Unreal Engine

**Abstract** – With broader understanding of the context of it's development, in this paper, the author explores the technology of virtual reality, and the possibilities of utilizing that technology in the field of architectural visualization. Technical development and four possible solutions are presented, according to the needs and goals of architectural practices.

**Keywords:** VR, visualisation, HMD, simulation, Google, Cardboard, 360, panorama, Unreal Engine

**1. UVOD**

U ovom radu razmatrane su mogućnosti, široj javnosti dostupne, tehnologije virtualne realnosti (VR) i tehnike primene iste u praksi arhitektonske vizualizacije. Predstavljena je kratka istorija i problematika definisanja pojma virtualne realnosti, koja će doprineti širem razumevanju polja istraživanja, i koja će ponuditi smernice u razvijanju VR sadržaja.

Kako se tehnike arhitektonske vizualizacije najčešće koriste u komunikaciji između arhitekta i klijenta, tehnike predstavljenje u ovom radu su odabrane metodologijom koja se prvenstveno vodila kriterijumom primenljivosti. Primenljivost je shvaćena kao mogućnost reprodukcije dostupne širokom krugu korisnika.

Stoga, najviše pažnje je posvećeno mogućnošću produkcije VR sadržaja za široko dostupne mobilne platforme, „pametne“ mobilne telefone, bazirane na Android operativnom sistemu, namenjene krajnjem korisniku-klijentu, a tek potom za lične računare (PC).

Pri razvijanju tehnika, vodilo se računa da svaki sledeći stepen sadrži prethodno ostvareni stepen imersije i interaktivnosti.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Vesna Stojaković, van. prof.

**2. MODERNA TEHNOLOŠKA REŠENJA,  
SOFTVERSKA I HARDVERSKA OSNOVA  
VIRTUALNE REALNOST 21. VEKA**

Porast interesovanja opšte javnosti za tehnike virtualne realnosti, praćena je renesansom interesovanja prvenstveno industrije zabave. Uvek u potrazi da animira novim, vođena idejom dobiti na osnovu efekta novuma – tj. novog, industrija zabave je doprinela da se tehnika virtualne realnosti učini lako dostupnom, prisutnom, a najbitnije, lako konzumabilnom. U svetlu toga cilja, bilo je potrebno izabrati hardversku platformu koja je već uveliko raširena, i na koju su korisnici već navikli, i uz blage potrebne modifikacije, hardverske i softverske, uroniti korisnika u mogućnosti VR tehnologija – mobilne telefone. Svakako, prenosni uređaji za komunikaciju postojali su i kroz osamdesete i devedesete godine, ali procesorska moć, displeji i mogućnosti su bile krajnje ograničene. Tehnike proizvodnje komponenti su diktirale i cene, te su uređaji bili preskupi, pa samim time i teško dostupni široj publici. Sve to rečeno važi i za računarske sisteme, kojima je još od 60-ih godina pripalo zaduženje za produkciju VR sadržaja. Dalji razvoj tehnike produkcije čipova, sve veća tendencija da se veličina komponenti smanjuje, i pri tome čini sve bržom, i većeg kapaciteta, dovelo je skoka u tehnologiji mobilne komunikacije. Pored ubrzanja, i smanjena komponenti, i razvića tehnologija proizvodnje, veliku ulogu u smanjenu cena kompjuterskih i mobilnih sistema, doprinela je i diversifikacija proizvođača, i efekat konkurencije i konkurentnosti na tržištu. Sve to je dovelo do toga da, moderni mobilni telefon, opremljen kvalitetnim ekranom, visoke rezolucije i mogućnosti reprodukcije boja, sensorima ubrzanja, i žiroskopom, postane baš upravo ta tražena platforma, već uveliko raširena, i realitvno lako dostupna, na koju su korisnici navikli, i gde nije potrebno dodatno upoznavanje.

Preneti i primeniti dostignuća u oblasti VR-a na takvu platformu, značilo je svojevrsnu „demokratizaciju“ tehnologije, koja je dovela do toga da tehnologija ne samo da je „vidljivija“, već i da se mnogo brže razvija, neretko i od strane samih korisnika. Proces „demokratizacije“ tehnike reprodukcije, sa jedne strane, praćen je, demokratizacijom tehnike produkcije. Dolazi do publikacije softverskih platformi, koje su sposobne za produkciju sadržaja virtualne realnosti, u pravom smislu te reči. Ista stvar kao i sa tehničkom platformom, koja je dugo čekana, široko rasprostranjena i od strane korisnika već uveliko poznata, softverska platforma je pronađena u obliku *game engine-a*<sup>1</sup>. U trenutku kada se pojavljuju prvi

<sup>1</sup> Game engine-i, tj. platforme koje pokreću igrice, omogućavaju visoke brzine prikazivanja grafičkog sadržaja, na osnovu

Cardboard setovi, jedan takav *engine*, *Unreal*, postaje javno i besplatno dostupan, svakome ko želi da ga koristi. Ubrzo potom NVIDIA, vodeći proizvođač grafičkih čipova, razvija u okviru svog *Developer* programa *Android SDK* pakete, pomoću kojih je omogućena translacija sadržaja razvijenog u okviru *game engine*-a, i na Android platformu.

Lako dostupna i konzumabilna VR tehnologija pruža velike mogućnosti razvoja VR-a. Prethodno opisane platforme jesu upravo rešenje za to, no, sa uma ne treba smetnuti ni to, da uporedo sa tim, specijalizovani HMD uređaji doživljavaju izraziti razvoj. Razlika u odnosu na prethodne platforme je u tome što specijalizovani HMD uređaji zahtevaju računarski sistem koji održava VR simulaciju. Samo po sebi to ne predstavlja nedostatak, ali kompjuterski sistemi su skuplji od mobilnih, i cena samih HMD uređaja je višestruko veća od VR „kućišta“ i sočiva unutar njih. Takođe, većina HMD uređaja visoke tehnologije, a pod time podrazumevamo uređaje sa velikom rezolucijom displeja, sofisticiranih senzora, zahteva neku vezu sa računarom. Do sada je najčešći slučaj bio preko HDMI kablova, što uveliko ograničava osećaj imersije. Dodatna težina u samom HMD-u, što zbog senzora, što zbog displeja, takođe ne pomažu korisniku da se otme osećaja da ipak na glavi nosi nešto. Uređaji novije generacije nastoje da problem kablova reše bežičnom vezom, koja često trpi posledice interferencije signala od drugih uređaja, i sredine u kojoj se nalaze, te dolazi do prekida komunikacije, ili latencije, čime se narušava stepen ostvarene imersije korisnika u virtualni svet. Ipak, pored navedenih nedostataka, uređaji poput HTC-ovog *Vive*-a, ili *Oculus-ovog Rift*-a, pružaju u kombinaciji sa računarskim sistemom mnogo veće mogućnosti po pitanju produkcije i reprodukcije VR sadržaja. Opremljeni dodatnom opremom, kontrolerima, u kojima se takođe nalaze senzori pokreta, oni omogućavaju utilizaciju ruku u virtualnom prostoru, što već u samom startu povećava osećaj imersije.

### 3. PRIMENJENE TEHNIKE VR TEHNOLOGIJE U ARHITEKTONSKOJ VIZUALIZACIJI

U ovom poglavlju rada, istražene su četiri moguće tehnike upotrebe tehnologije VR-a, u arhitektonskoj vizualizaciji. Istaknute su njihove prednosti i mane, platforme reprodukcije, i teškoće pri izradi vizualizacija služeći se njima. Tehnike su izložene po stepenu kompleksnosti izrade, polazeći od najjednostavnijih, nastojeći da se već ostvareni stepen imersije i interaktivnost u svakoj narednoj održi i/ili unapredi. Izuzev prve, sve tehnike će se koristiti *Unreal Engine* platformom za izradu potrebne interakcije, i definisanje okruženja, kao i *Nvidia CodeWorks* softverom (setom drajvera, biblioteka, programa), 1R7 iteracije za kompajlovanje programskog koda, potrebnog za pokretanje simulacije. Takođe, izuzev prvog, simulacije će biti izrađene kao samostalni programi, koje je moguće pokretati bez preinstaliranih drugih programa, isporučene kao ili .obb ili .apk paketi,

---

prethodnih i real time kalkulacija. Upravo jedno takvo softversko rešenje je bilo ono što se čekalo, da uz pomoć grafičkih čipova velikih kapaciteta, i brzih procesora, održava simulaciju u realnom vremenu, i isprati, računa i prikaže interaktivne promene koje subjekt vrši u virtualnom svetu.

koje je moguće slobodno deliti između drugih uređaja. Stavke označene znakom \* označavaju opcioni hardver ili program – korak koji je moguće uraditi i u okviru prethodno navedene stavke.

#### 3.1 360/180 panoramski kolaž<sup>2</sup>

**Hadrver potreban za produkciju:** Fotoaparati, Android mobilni telefon\*, 360 CAM\*

**Softver potreban za produkciju:** Program za 3D modelovanje, program za uv-unwrap-ovanje\*, program za obradu tekstura\*, program za obradu slika

**Platforme reprodukcije:** Android mobilni telefon+HMD, PC+HMD\*

**Problematika:** Kalibracija osvetljenja, kamere, boja

**Prednosti i mane tehnike; primena:** Dostupnost širokom krugu korisnika, velika mogućnost grafičke definisanosti, brzina izrade; nizak stepen interakcije; urbanizam, projekti velikog obima

360/180 panoramski kolaž predstavlja tehniku izrade koja koristi programe već prisutne u praksi arhitektonske vizualizacije, kao već i postojeće načine korišćenja istih, što je čini najpristupačnijom tehnikom. U prvom koraku je potrebno načiniti 360/180 fotografije konteksta u kojem će se budući objekat/objekti nalaziti, sa mesta sagledavanja, tj. onog mesta na kojem će se korisnik nalaziti kada se pokrene simulacija. Potom je potrebno načiniti 360/180 HDRI fotografiju sa mesta gde će se budući objekat/objekti nalaziti. Pri izradi slika, potrebno je zabeležiti osnovne podatke položaja kamere u realnom prostoru, visinu na kojoj se nalazi, i vektor pravca. Ti podaci će kasnije koristiti za lakše kalibrisanje virtualne kamere u programu za 3D modelovanje, i kasnije renderovanje. Uspešnost montaže u post produkciji renderovanih objekata direktno će zavisi od stepena kalibracije kamere. Za razliku od standardnih metoda izrade, tehnika panoramskog kolaža nema potrebu za kompleksnim kalibriranjem kamere, i dovoljni su parametri visina kamere, njena udaljenost od subjekta koji treba biti renderovan i vektor pravca<sup>3</sup>. Tokom izrade fotografija, naročitu pažnju treba posvetiti tome da je horizont poravnan. Ukoliko dođe do greške, sliku je moguće u post produkciji ispraviti pomoću specijalizovanih programa za obradu panoramskih slika, poput *Hugin*, *open-source* programa. Nakon toga, potrebno je u programu za 3D modelovanje izmodelovati objekat/objekte, uv-mapirati i teksturirati, pa renderovati ih pomoću *render engine*-a u „pravougaonoj“ 360 tehnici. Potom je potrebno u programu za obradu slika načiniti kolaž od renderovane slike i slike konteksta. Naročitu pažnju je potrebno posvetiti kalibraciji boja, toplotu bele

---

<sup>2</sup> 360/180 fotografija označava fotografiju koja obuhvata ugao gledanja od 360 stepeni po horizontali i 180 stepeni po vertikali. Takvu fotografiju je moguće mapirati na 3D sferu, prethodno odgovarajuće uv-unwrapovanu, velikog obima, u čijem će centru stajati korisnik.

<sup>3</sup> Za razliku od tradicionalne kalibracije virtualne kamere u okviru programa za 3D modelovanje, gde je potrebno usaglasiti perspektivu putem x, y, z ose, panoramska fotografija nema potrebe za tim podacima. Visina kamere, udaljenost od subjekta i vektor pravca određuju količinu distorzije objekata na slici, i usaglašavanje distorzije objekata na referentnoj slici i distorzije renderovanih objekata predstavlja kalibraciju 360/180 (sferične) kamere.

boje (*whitepoint*), kontraste, i osvetljenost. Kao posebnu prednost ove tehnike, treba istaći činjenicu da je finalni proizvod slika, koja može biti izuzetno velikih dimenzija, i visokog stepena grafičke definisanosti, sa velikom rezolucijom. Kontekst je, takođe, moguće izraditi u celosti i u okviru programa za 3D modelovanje, čime se postiže veći stepen jedinstva cele scene, ali po cenu jedne od prednosti ove metode, a to je brzina izrade.

### 3.1.1 360/180 panoramski kolaž sa interakcijom

**Hadrver potreban za produkciju:** Fotoaparati, Android mobilni telefon\*, 360 CAM\*, PC

**Softver potreban za produkciju:** Program za 3D modelovanje, program za uv unwrap-ovanje\*, program za obradu tekstura\*, program za obradu slika, Game engine

**Platforme reprodukcije:** Android mobilni telefon+HMD, PC+HMD

**Problematika:** Kalibracija osvetljenja, kamere, boja, programiranje interakcije

**Prednosti i mane tehnike; primena:** Dostupnost širokom krugu korisnika, mogućnost interakcije; mala mogućnost grafičke definisanosti; urbanizam, rezidencijalni i komercijalni objekti

Ova tehnika predstavlja podvrstu panoramskog kolaža. Razliku čini dodatak interakcije, čime se finalizacija projekta premešta u okvir Game engine-a, u kojem se vrši programiranje interaktivnosti. To znači da na kraju, pored proizvedene slike/kolaža, potrebno je izraditi sadržaj uneti u programsko okruženje *game engine*-a. Trenutna ograničenja *game engine*-a, čiji je finalni proizvod namenjen za mobilne uređaje, nameću to da je maksimalna tekstura koja se može koristiti u definiciji materijalizacije 2k, što smanjuje kvalitet prikaza. Kako i dalje imamo posla sa gotovim slikama, interakcija je i dalje ograničena, i dalje se radi o statičnom subjektu, nepomičnom, koji se nalazi u centru sfere na koju je primenjen materijal sa teksturom panoramskog kolaža. No, interakcija je moguća u tom obimu u kojem se primenjuje „skok“ tehnika kretanja po sceni, gde se zapravo radi o menjanju teksture materijala sfere koja okružuje subjekta, i učitavanju drugog panoramskog kolaža, izrađenog sa druge tačke sagledavanja. Promena na drugom kolažu ne mora uvek da predstavlja promenu tačke sagledavanja, ona može da predstavlja i promenu u različitim aspektima godišnjih doba, drugačije boje ili tipa mobilijara, itd. U prikazu primene ove tehnike, autor će iskoristiti mogućnost *Unreal engine*-a da na pritisak dugmeta pozove meni, u kojem će korisnik moći da bira različiti aspekt godišnjih doba bašte komercijalnog objekta. Kod funkcionisanja tako što se pritiskom dugmeta poziva funkcija *SpawnActor*, koja na definisano mesto stvara objekat na sceni. Taj objekat klase *Blueprint*, sadrži lokalne promenljive, kojima korisnik menja vrednosti, u odnosu na koje se menja primenjena tekstura materijala sfere koja ga okružuje, pomoću *CastTo* funkcije.

### 3.2. 360/180 panoramski video sa prethodno definisanom putanjom i mogućnošću interakcije

**Hadrver potreban za produkciju:** PC

**Softver potreban za produkciju:** Program za 3D modelovanje, program za uv unwrap-ovanje\*, program za obradu tekstura\*, Game engine

**Platforme reprodukcije:** Android mobilni telefon+HMD, PC+HMD

**Problematika:** Produkcija 360 video snimka, programiranje interakcije i navigacije

**Prednosti i mane tehnike; primena:** Dostupnost širokom krugu korisnika, mogućnost interakcije, ograničeno kretanje; mala mogućnost grafičke definisanosti, vreme izrade; rezidencijalni i komercijalni objekti manjeg obima

Panoramski video sa prethodno definisanom putanjom je tehnika u izradi projekata virtualne realnosti čija je specifičnost unošenja mogućnosti, uslovno rečeno, kretanja korisnika u prostoru. Radi se, u stvari, o tome da se korisnik nalazi na jednoj tački, dok sferi koja ga okružuje pripisujemo materijal koji reprodukuje 360/180 video zapis, pomoću klase *MediaTexture*, *Media Player* i *Media Playlist*. Za učitavanje video sadržaja, koristi se funkcija *Open media*. To stvara iluziju kretanja, dok korisnik ostaje nepomičan. Specifičnost ovog kretanja je u tome što je ono unapred određeno, i korisnik nema slobodu kretanja po sceni. Uz pomoć logičkih promenljivih moguće je uključivanje i isključivanje interaktivnosti elemenata na sceni, u zavisnosti od toga na kojoj se sceni nalazimo, kao i izmena same scene. Logička struktura kretanja se sastoji od elemenata A, od kojeg se počinje i ostalih elemenata, B, C, D, itd. kao krajnjih odredišta, i prelaznih video zapisa A-B, B-C, C-D, itd. i istih prelaza, puštenih u nazad. Prelazni video zapisi služe da proizvedu iluziju kretanja. Fiksiranost subjekta u jednoj tački proizvodi problem preklapanja interaktivnih elemenata na sceni, naročito elemenata za navigaciju, te je potrebno posebnu pažnju posvetiti pravilnom uključivanju i isključivanju istih putem funkcije *Generate Overlapping Events*<sup>4</sup>. Pored toga, specifičnost ove tehnike se ogleda u tome što za razliku od kolaža, kontekst modela je dobijen kompletno u 3D modelovanjem. Razlog tome leži u tome što su tehnike kolažiranja renderovanog modela u već napravljeni 360/180 snimak komplikovane, sa malom mogućnošću zadovoljavajućeg kvaliteta, i upravo u načinu generisanja tog video snimka leži i glavni problem ove tehnike, jer za razliku od prethodne dve tehnike, problem konteksta nije lako rešiti jednostavnim fotografisanjem, ili videografisanjem. Snimak je potrebno izraditi u okviru programa za 3D renderovanje sa rendererom po izboru, ili je pak moguće sačiniti projekat u Unreal Engine-u, i tokom pokretanja standardne simulacije, na PC-u, pomoću specijalizovanog plug-in-a, ili programa načiniti video zapis. Ukoliko nije moguće postići sam video zapis direktno, moguće je njegovo sačinjavanje putem grupe grafičkih zapisa. Programiranje interakcije je dodatni problem u ovoj tehnici, budući da se problem preklapanja interaktivnih elemenata mora rešiti putem umreženih *if* uslova, putem funkcije *Branch*, što dovodi do komplikova-

<sup>4</sup> Da bi se ostvarila interakcija korisnika i elemenata koji prepoznaju događaje preklapanja, potrebno je napraviti model, „laser“, čija je pozicija i rotacija zavisna od položaja/rotacije virtualne kamere, sa *UI* predpodešavanjima simulacije fizike objekta. *UI* predpodešavanja će dovesti do toga da objekat neće udarati, pomerati i rušiti elemente scene, ali će program ipak registrovati preklapanje. „Laser“ je moguće podesiti da se uključuje i isključuje prema potrebi, kako bi korisnik tačno znao gde gleda. Vidljivost se podešava funkcijom *Toggle Visibility*.

vanih granjanja. Tehnika je više eksperimentalne prirode ka ostvarivanju sve većeg stepena interakcije, i pokazivanja mogućnosti tehnike i prelaza ka kompletno imersivnom, „slobodnom“ prostoru, pogodna samo ukoliko je stvarno potrebna mogućnost kretanja subjekta na sceni putem imitacije iste, sa ograničenom interakcijom.

### 3.3. Imersivni virtualni prostor sa elementima interaktivnog mobilijara

**Hardver potreban za produkciju:** PC

**Softver potreban za produkciju:** Program za 3D modelovanje, program za uv unwrap-ovanje\*, program za obradu tekstura\*, Game engine

**Platforme reprodukcije:** PC+HMD, Android mobilni telefon+HMD\*

**Problematika:** UV mapiranje, teksturiranje, programiranje interaktivnosti

**Prednosti i mane tehnike; primena:** visok stepen imersije, velika mogućnost interakcije, veliki stepen grafičke definisanosti, velika mogućnost komunikacije arhitekta-klijent, neograničeno kretanje; dostupnost uskom krugu korisnika, vreme izrade; urbanizam, industrijski, rezidencijalni i komercijalni objekti svih obima

Do sada opisane tehnike su sve bile bazirane na prethodno pripremljenim, tj. renderovanim scenama, gde su u virtuelnom svetu pored virtualne kamere, odnosno subjekta, bili elementi za navigaciju, pojedini elementi interakcije i sfera, na koju je projektovana prethodno pripremljena slika, ili video. Tehnika „pre-baked“ elemenata je iskorišćena iz razloga što ograničenje hardverom mobilnih uređaja, prevashodno grafičkim čipovima malih memorija, rezultira niskim performansama održavanja simulacije, prevashodno niskom brzinom iscrtavanja frejmova (fps). Kako bi se postigle, ili makar približilo dobrim merama fps-a, od 90 frejmova po sekundi, mora se iskoristiti metod prethodno renderovanih elemenata. Za razliku od svih prethodnih, tehnika imersivnog virtualnog prostora sa elementima interaktivnog mobilijara, predstavlja pravi virtualni prostor, u smislu da u virtualnom svetu, direktno na sceni se nalazi i elementi, objekti, renderovani u realnom vremenu. Postavljenost aktivnog subjekta na sceni zajedno sa elementima te scene, omogućava interakciju između subjekta u svetu i elemenata koji sačinjavaju taj svet. Celokupna scena se modeluje i priprema u programima za kreaciju 3D modela, gde je naročito potrebno obratiti pažnju na pravilno UV mapiranje, gde se ne sme dozvoliti preklapajući poligoni. To je potrebno strogo ispratiti, jer tehnika rednerovanja u realnom vremenu u velikoj meri počiva na prethodno izračunatim efektima osvetljenja, uglavnom senki i difuznog doprinosa globalne iluminacije. Teksturiranje, odnosno grafičko definisanje scene – materijalizacija, se radi direktno u *game engine*-u, koristeći *shader*-e specifične za njega. Po pitanju rezolucije tekstura, zarad najboljih performansi, treba voditi računa da su rezolucije u „*power-of-two*“ modu, odnosu da su kreću u veličinama od 16x16px, do 4096x4096px. Imajući na umu tehničku zahtevnost održavanja grafički visoko definisane scene, sa velikom mogućnošću interakcije, ova tehnika prevashodno ima primenu na računarima visokih performansi, u sklopu sa HMD setovima namenjenim za njih. Predrazu-

mevani uslovi za realizaciju najvećih prednosti ove tehnike, ujedno su i njena najveća ograničenja. Naročiti problem predstavlja neophodnost kompleksnog programiranja elemenata na sceni.

U primeru ove tehnike, iskorišćena je mogućnost programiranja auditivnih povratnih informacija u odnosu na tlo po kojem se korisnik kreće, kao i mogućnost interakcije sa objektima na sceni, paljenje i gašenje televizora, otvaranje i zatvaranje vrata, paljenje i gašenje svetla, kao i korišćenje brisoleja. Budući da je projekat namenjen za reprodukciju na *HTC Vive* setu, projekat sadrži virtualnu kameru koja je hijerarhijski u nižem položaju u odnosu na generični *Scene* objekat, pomoću kojeg se podešava visina iste. Za visoki stepen performansi, korišćena je opcija *Instanced Stereo*, koja isključuje potrebu da se ista scena dva puta renderuje.

## 4. ZAKLJUČAK

U praksi kreiranja vizualizacija, što za sopstvene potrebe, što za potrebe prikazivanja klijentu, tehnika VR-a za arhitekturu poseduje velike prednosti. Posmatrano sa aspekta predstavljenih tehnika u radu, kompozitne tehnike su najpovoljnije za utilizaciju u okvirima postojećih kompetencija arhitektonskih biroa, budući da se sadržaji ostvaruju uz pomoć već uveliko raširenih alatki, koje koriste arhitekte. Međutim, ukoliko se želi dodati i interaktivnost, potrebno je ipak proširiti spektar alatki koje se koriste. Za osnovnu ponudu VR vizualizacije, kompozitne tehnike su dovoljne, i preporuka je autora ovog rada svima da se pokuša sa postepenom implementacijom iste u osnovnu ponudu arhitektonske vizualizacije i projektovanja. Sa aspekta projektovanja, imersija u buduću prostor omogućava to da se neki nedostaci mogu iskusiti, i otkloniti već u fazi projektovanja, čime se VR tehnologija može shvatiti kao prirodni nastavak projektovanja, u čijem slučaju tehnika imersivnog virtualnog prostora sa elementima interaktivnog mobilijara i neograničenom slobodom kretanja, nema stvarne zamene.

## 5. LITERATURA

[1] Šiđanin P., Lazić M., „Virtuelna i proširena realnost, koncepti, tehnike, primene“, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2018.

[2] <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html> (pristupljeno 30.10.2018)

[3] Dixon S., „Digital Performance“, The MIT Press, 2007.

[4] Shannon T., „Unreal Engine 4 for Design Visualization“, Addison-Wesley, 2017.

[5] White J., „Virtual Reality and the Built Environment“, Architectural Press, 2002.

### Kratka biografija



**Dejan Žibert** rođen je u Sarajevu 1989. god. Master rad na Filozofskom fakultetu iz oblasti filozofije je odbranio 2014. godine, a na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti arhitekture – digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu 2018.god.

kontakt: zibert.d@gmail.com