

ŠUM KAO PROBLEM ARHITEKTONSKE VIZUALIZACIJE**NOISE AS A PROBLEM OF ARCHITECTURAL VISUALIZATION**Radman Pejić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – U radu je prikazana metoda otklanjanja šuma na renderu koji narušava njegov kvalitet. Metoda se zasniva na raščlanjivanju rendera na pojedinačne, jednostavnije i osnovnije procese (render elemente) kako bi se oni lakše shvatili, pa njihovim ponovnim kombinovanjem, kako bi se došlo do shvatanja celog procesa uklanjanja šuma.

Ključne reči: Šum, Arhitektonska vizualizacija, Vray, Render

Abstract – The paper presents a method of noise removal on a render which improves its quality. The method is based on the analysis of renders into individual, simpler and more basic processes (render elements) in order to make them easier to understand, so by combining them again, the whole process of deforestation is understood.

Keywords: Noise, Architectural visualisation, Vray, Render

1. UVOD

Jedan od ciljeva arhitektonske vizualizacije jeste da pruži lakše razumevanje arhitektonske ideje. Ljudi mnogo veći broj informacija mogu da prikupe samo sa jedne slike u odnosu na one koje izvlače iz teksta [1].

Razvijanjem softvera u arhitektonskoj industriji, otvara se mogućnost prikaza i fotorealističnih vizualizacija, eksterijera i enterijera nekog objekta, što umnogome doprinosi boljem prikazivanju neizgrađenog objekta klijentu.

1.1. Predmet istraživanja

Kao što je rečeno, prikazivanje neizgrađenog objekta klijentu zahteva primenu procesa vizualizacije. Arhitektonska vizualizacija je složen proces izrade 3D modela i kadriranja scene kako bi se na najbolji mogući način prikazala arhitektonska priča [2]. Proces vizualizacije se sastoji iz šest segmenata: modelovanje, materijalizacija, osvetljavanje, kadriranje, render endžin (eng. Render engine) i postprodukcija, koji su u upotrebi prilikom svakog procesa generisanja arhitektonske vizualizacije. Meš modelovanje je najčešće zastupljeno u arhitektonskoj vizuelizaciji, zbog jednostavnosti prikaza i modifikovanja date geometrije.

Bilo koja geometrija može se izmodelovati na različite načine. Odabir adekvatne metode modelovanja zavisi od

onoga što se modeluje [3]. Mesh modelovanje se u praksi sprovodi primenom edž (eng. edge) metode i solid metode modelovanja, koje predstavljaju različite pristupe za dobijanje modela određene geometrije. Procesu modelovanja sledi faza dodeljivanja materijala (*materijalizacija* objekata) i postavljanje *svetla* [4].

Nakon toga je potrebno postaviti kameru (*kadrirati*), poštujući neke od osnovnih pravila kompozicije kao što su: zlatni presek, pravilo trećine, simetrija itd. Nakon što je scena spremna na ovaj način, sledi odabir render engine-a. Render engine vrši kalkulacije vezane za sve prethodno navedene stvari - geometriju, materijal, svetlo i kameru i njihove karakteristike.

Rezultat tog proračuna jeste gotova slika odnosno render. Stoga, renderovanje predstavlja proces dobijanja dvodimenzionalne rasterske slike od trodimenzionalne scene sa svim potrebnim elementima. Bez obzira koji render engine da se koristi neophodna je i post-produkcija. *Post-produkcija* je poslednja faza u kojoj postoji mogućnost promena koje utiču na fotorealističnost rendera. Na primer, dodavanje neba, prljavštine, boje, stvaranje atmosfere, čak i popravka nekih slučajnih grešaka prilikom renderovanja [5].

Kao što se može primetiti, dosta faktora utiče na kvalitet završnog rendera. Međutim, ono na šta se stavlja manji akcenat prilikom istraživanja arhitektonske vizuelizacije, kao i prilikom renderovanja jeste render engine. Rad se bazira na istraživanju render engine-a i njegovih podešavanja kako bi se dobila fotorealistična slika. U ovom radu odabran je Virej (eng. V-Ray) render engine.

1.2. Problem i značaj istraživanja

Šum je pojava koja može pozitivno i negativno da utiče na realističnost fotografije. U ovom radu će akcenat biti na šumu koji narušava kvalitet i realnost rendera. Pojava šuma je, najjednostavnije rečeno, nedostatak informacija u pikselu rendera, odnosno arhitektonske vizualizacije. Čini da render izgleda nesavršeno, i da izgubi oštrinu.

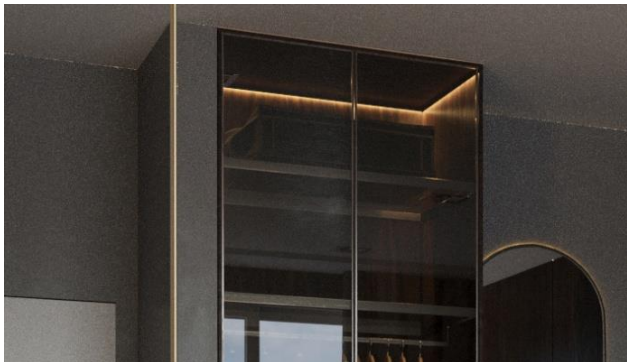
Njegovim minimiziranjem utiče se na kvalitet rendera i fotorealističnost, ali i na vreme utrošeno na izradu i renderovanje, prema tome ne treba zaboraviti na problem produžetka vremena renderovanja i naći optimalno rešenje. Na slici 1. prikazan je render na kom može uočiti velika količina šuma koja narušava krajnji izgled rendera. Uglavnom se pojavljuje u osenčenim delovima, kontrastnim površinama ili jednostavno na celom renderu.

Problem šuma se neretko rešava primenom unapred predviđenih podešavanja render engine-a u vidu "recepture" koja koriguje njegovu količinu, ali jasno je da jedna "receptura" ne može biti primenjena na svaki render i da u svakom slučaju ima podjednako pozitivan efekat.

NAPOMENA:

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

Sa druge strane, mnogi biro i koriste i denoizer (eng. denoiser), algoritam koji zamagljuje neka mesta gde se javlja šum, što čini da krajnji kvalitet ne ispuni uvek dovoljnu fotorealističnost. Dakle način rešavanja šuma jeste relevantan problem i nedovoljno istražen za potrebne tržišta koje traži fotorealistične rendere.



Slika 1. Prisustvo velike količine šuma na celom renderu (autroski render)

1.3. Cilj istraživanja

Uzimajući sve prethodno rečeno, cilj ovog rada je da se zadre duboko u razumevanje svih podešavanja render engine-a koja su relevantna za pojavu šuma, kako bi se na najbolji mogući način moglo uticati na uklanjanje istog i na povećanje kvaliteta bez prevelikog utroška vremena.

1.4. Metode istraživanja

Osnovna metoda koja je primenjivana tokom istraživanja je metoda sinteze i analize – sa kojom se proces vizualizacije raščlanjuje na pojedinačne, jednostavnije i osnovnije procese kako bi se oni lakše shvatili, te se njihovim ponovnim kombinovanjem dolazi do shvatanja celog procesa [6].

2. VRAY PODEŠAVANJA I RENDER ELEMENTI

VRay podešavanja ima preko dvadeset, ali fokus u ovom radu biće na onim koji su neophodni za rešavanje šuma, a to su: VRay image sampler (antialiasing), Bucket image sampler, Global DMC, Global illumination (GI), Brute force GI, Material editor, VRay Light.

2.1. Vray render elementi

VRay je prilično složen, jer razne kombinacije vrednosti datih podešavanja rendera vode do različitih rezultata konačnog rendera. Da bi se razumeo način na koji VRay radi, najlakše je da se slika razdvoji na komponente odnosno render elemente. Razdvajanjem na render elemente moguće je sagledati u kom momentu i gde se javlja šum.

Render elementi koji su podobni za ispitivanja u ovom radu su:

- VRayLighting - prikazuje direktno osvetljenje
- VRayReflection – prikazuje sve refleksije (svih osvetljenja i materijala)
- VraySpecular - primarna refleksija, refleksija dobijena od primarnog izvora osvetljenja
- VRayGlobalIllumination - prikazuje indirektno osvetljenje

- VRaySampleRate - prikazuje koliko resursa računara je potrošeno za određene kalkulacije, takođe plavom ili crvenom bojom prikazuje na kojim mestima na slici rendera postoji više ili manje šuma.
- Denoiser

Ovi render elementi su odabrani zato što se njihovim sagledavanjem može ispratiti količina šuma na slici i to putem generisanja varijacija dobijenih menjanjem vrednosti osnovnih podešavanja VRaya. To znači, da se može smanjiti šum koji nastaje u senkama, ali se može desiti da će ostati problem šuma koji se javlja u refleksijama. Zato je potrebno iterativno menjati podešavanja i pratiti rezultat količine šuma kroz elemente. Nije moguće podesiti lokalna podešavanja pojedinih elemenata jedna za drugim, ne vraćajući se više na njih, jer postoji njihov međusoban uticaj. Same vrednosti zavise od scene za koju se radi render, pa je cilj ovog rada da pokaže korake kojima se dolazi do vrednosti ovih parametara.

VRayLighting je render element koji se odnosi na direktno osvetljenje scene i materijala u sceni. VRayReflection je render element koji prikazuje refleksije izračunate od vrednosti refleksija materijala na sceni. Površine bez reflektivnih vrednosti u podešavanju za material neće sadržati podatke u render elementu i biće prikazane kao crne. VRaySpecular je render element koji pokazuje refleksije reflektivnih površina samo za određeni ugao gledanja (ugao kamere) i samo za glavno osvetljenje, za razliku od VRayReflection koji predstavlja refleksiju svih osvetljenja i svih materijala koji imaju reflektivnu vrednost u materijalu.

VrayGlobalIllumination render element je slika koja sadrži informacije o boji materijala, ali osvetljenih samo indirektnim osvetljenjem i refleksijama koje nastaju od tog osvetljenja (ne sadrži direktno osvetljenje niti refleksije od direktnog osvetljenja). Ovaj render element prikazuje koliko resursa računara je potrošeno za određene proračune rendera. To je naznačeno bojom, gde se svakom pikselu dodeljuje boja prema tome koliko vrednost je dostigao u rasponu od minimuma do maksimuma globalnih subdivs-a. **Plavi** kanal sadrži područja koja su dostigla minimalnu vrednost, **zeleni** kanal sadrži područja koja nisu dostigla minimalnu vrednost za razliku od plavog, ali ispunjavaju zadate parametre kvaliteta slike, **Crveni** kanal sadrži područja koja ne ispunjavaju zadate parametre kvaliteta pošto su dostigle maksimalnu vrednost subdivs-a. VRayDenoiser render element detektuje pojavu šuma na renderu, zatim ga zamagljuje.

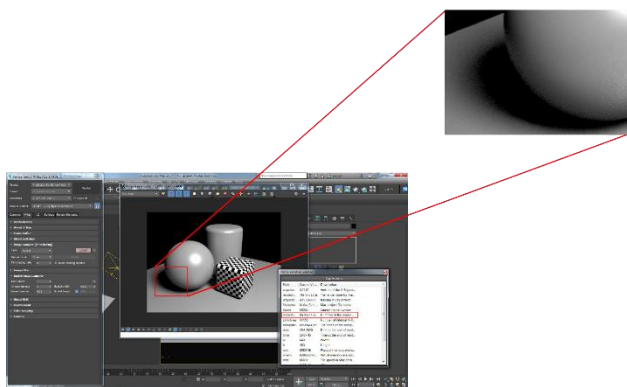
3. METODA REŠAVANJA PROBLEMA

U ovom poglavlju biće prikazani koraci prilikom rešavanja problema šuma na renderu gde će kao pokazatelj optimalnosti rešenja biti korišćeno vreme renderovanja. Smanjenjem šuma na renderu se popravljaju kvalitet samog rendera, ali ukoliko vreme renderovanja znatno raste i postane neprihvatljivo to je pokazatelj da metoda nije dobra. U ovom radu korišćena je jednostavna scena koja sadrži valjak, sferu, kocku i ravnu površinu i biće predmet analize prilikom korekcije VRay podešavanja o kojima je prethodno bilo reči.

Ovim izborom i postavkom figura scena sadrži osenčena područja, reflektivne i kontrastne površine, što su karakteristična mesta na kojima nastaje velika količina šuma.

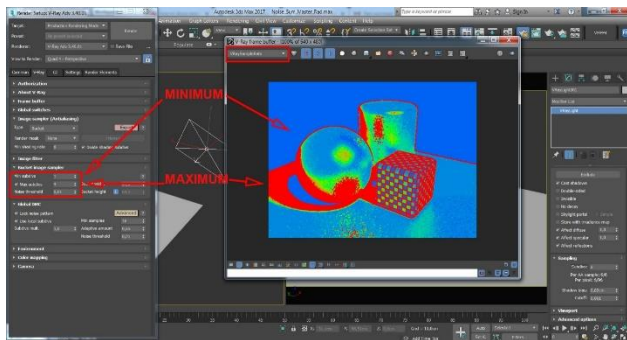
3.1. Koraci u pronalazenju optimalnog rešenja (kvalitet – vreme renderovanja)

Za početak je na slici 2. prikazan render bez bilo kakvih podešavanja kako bi se videla količina šuma koji se javlja kada se ostave osnovna V-Ray podešavanja primarnih i sekundarnih uzorkovanja. V-Ray pod osnovnim podešavanjima podrazumeva vrednost minimum subdivs-a = 1, maksimum subdivs-a = 4, a noise threshold = 0,01. Vreme renderovanja je 13,5 s. Uvećan detalj prikazuje da se najveća količina šuma javlja u osenčenim delovima kao i na reflektivnim površinama.



Slika 2. Prikaz rendera sa osnovnim (podrazumevanim) V-Ray podešavanjima

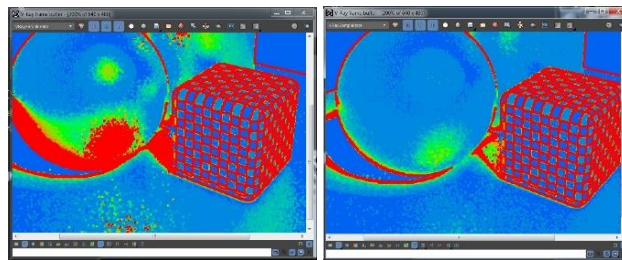
U ovom slučaju na slici 3. vidimo da su minimalnu vrednost subdivs-a (plavo) dostigla mesta koja su manje reflektivna, ili su u potpunoj senici ili mraku, dok su reflektivne površine i površine sa velikim kontrastom (npr. prelaz sferine senke sa osvetljenom površinom i kocka sa crno-belim poljima) dostigle maksimalnu vrednost subdivs-a i prikazuju se u crvenom kanalu.



Slika 3. Prikaz V-RaySampleRate elementa sa osnovnim V-Ray podešavanjima

Sagledavajući V-RaySampleRate element uviđaju se problematični delovi scene kada je šum u pitanju, a korekcije kreću od podešavanja direktnog osvetljenja, jer se najveća količina šuma nalazi upravo na delovima koji zavise od direktnog osvetljenja, a to su senke i reflektivne površine. Korigujući početnu lokalnu vrednost od max subdivs = 8, na max subdivs = 32 V-Ray glavnog osvetljenja, dobija se slika koja sadrži znatno manje šuma na osenčenim površinama. Razlog tome je povećanje broja uzoraka koji određuju boju piksela, samim tim su se smanjili nedostaci informacija o pikselu odnosno šum.

Prolazeći kroz render elemente uočava se znatna količina šuma u elementu za refleksiju. Kako bi se korigovao šum koji nastaje u elementu refleksije povećava se lokalni max subdivs za refleksiju materijala sa 8, na max subdivs 32.



Slika 4. Uporedni prikaz V-RayReflection i V-RaySampleRate elementa, lokalni max subdivs=8 za refleksiju materijala

Dobijeni rezultat je bolji od prethodnog, ali slika i dalje ima dosta šuma stoga treba nastaviti sa povećavanjem lokalnih max subdivs-a. Poredivši sliku 4. (desno) sa slikom 4. (levo) uviđa se da je šum u osenčenim delovima slike dosta redukovano i otklonjeno, ali takođe se vidi da i dalje ima dosta crvenog i zelenog kanala kojeg je potrebno ukloniti u što većoj meri.

Ovde se uviđa prednost razdvajanja rendera na render elemente gde se prolazeći kroz listu render elemenata, može dalje utvrditi koji parameter nije dobro podešen i koji deo sledeći treba da se koriguje, odnosno odakle dolazi šum.

Max subdivs je povećan na vrednost od 64, međutim nije ispunio kriterijume koji se tiču količine šuma, stoga će ta vrednost biti duplirana i postavljena na vrednost od 128. Ovim postupkom vreme renderovanja se znatno povećava sa početnih 13,5 s na 43,8 s, ali je skoro u potpunosti eliminisan šum.

Kako bi se smanjilo vreme renderovanja da ono bude prihvatljivo, povećava se globalni max subdivs antialiasing-a sa 4 na 8. Time će se dobiti nešto malo više šuma, ali će se smanjiti vreme renderovanja. Vreme se smanjuje, jer sada imamo manje sekundarnih uzoraka, gde je povezanost max subdivs-a antialiasing-a i lokalnog subdivs-a je ostvarena preko Deterministic Monte Carlo - DMC uzorkivača. Ponovo se pojavio šum, a vreme renderovanja se skratilo na 30 s.

Treba se ponovo vratiti na V-RaySampleRate element, gde se dolazi do noise threshold vrednosti koja određuje da li je za jedan piksel potrebno više uzoraka. Povećavanjem vrednosti noise thresholda smanjuje se njegova osetljivost prepoznavanja kontrastnih površina. Trenutna vrednost je 0,01 i zadaje se nova vrednost jedna 0,03.

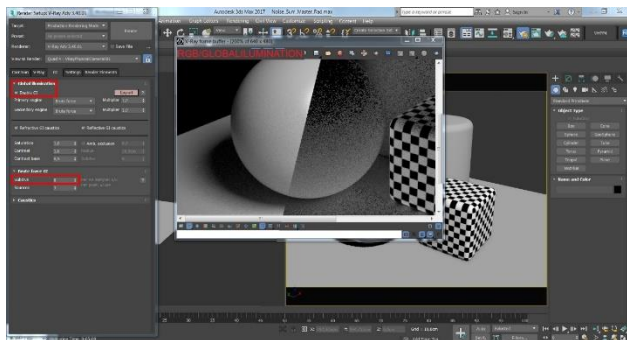
Dosta šuma vratilo promenom vrednosti noise threshold-a i potrebno je ponovo proći kroz elemente da se uvide problemi. Kao i u toku dosadašnjeg rada vidi se da je velika količina šuma prisutna u V-RayLighting i V-RayReflection elementu stoga potrebno je izvršiti novu iteraciju podešavanja. Povećavaju se lokalni subdivs-i glavnog osvetljenja scene sa 32 na 64, pri čemu su rezultati u V-RaySampleRate elementu zadovoljavajući, površine su uglavnom u plavoj boji dok se crvena i zelena javljaju na konturama geometrije. Međutim, rezultati u V-RayLighting elementu nisu zadovoljavajući, jer postoji još dosta šuma koji je prisutan te je potrebno

ponovo povećavati lokalne subdivs-e na 128. Ovom promenom uklonjen je problem šuma kod senki, a vreme renderovanja se neznatno produžilo na 24 s. Rešivši problem šuma koji nastaje od glavnog osvetljenja, prelazi se na rešavanje problema u refleksiji materijala. Povećava se vrednost lokalnih subdivs-a u refleksiji materijala sa 128 na 256. Sada dobijeni rezultati su u potpunosti prihvatljivi, a vreme renderovanja je dosta korigovano u odnosu na starih 43,8 s. Vreme renderovanja je 33 s. Render je zadovoljavajućeg kvaliteta i vremena renderovanja, ali može se upotrebiti još jedna mogućnost koju V-Ray pruža. Radi se o povećanju ili smanjenju Bucket width. U ovom slučaju smanjuje se ova vrednost sa 64 na 16, što znači da će jedna regija biti veličine 16x16 piksela, a samim tim regije će brže ili sporije prelaziti po površinama koje su manje ili više zahtevne za renderovanje. Ovakvim podešavanjem uštedeno je još vremena. Vreme renderovanja je sada 29 s.

Prolaskom kroz render elemente vidi se da je V-RayReflection element prilično otklonio šum pri podešavanju lokalnih subdivsa na vrednost od 256, proverava se da li ta vrednost može biti manja, a samim tim može biti skraćeno vreme renderovanja. Podešavaju se lokalni subdivse refleksije materijala na 180 i pokrenut je novi render. Promenom ovih podešavanja render je ostao prilično istog kvaliteta, ali se vreme renderovanja ponovo smanjilo. Takođe ovo se dodatno može proveriti pogledavši V-RaySampleRate element gde se uviđa da se na reflektivnim delovima nisu pojavile nijanse zelene i crvene boje. Ovom proverom dolazi se do zaključka da su podešavanja globalnih subdivs-a i lokalnih subdivs-a za refleksiju savršeno izbalansirana.

Ukoliko se uveća render u osenčenom području primetna je mala količina šuma. S obzirom da je dosta skraćeno vreme renderovanja povećavaju se lokalni subdivs-i glavnog osvetljenja na 150 i ponovo se pušta render. Vreme renderovanja je 26 s.

Poslednji korak jeste paljenje GlobalIllumination-a, a na slici 5. je prikazano gde se uključuje i kako render izgleda sa njim.

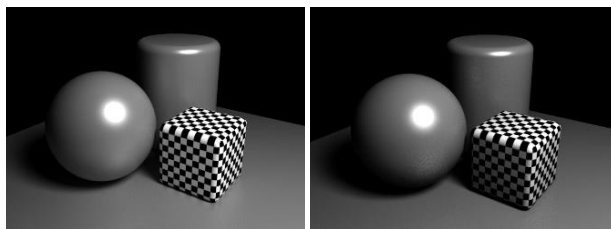


Slika 5. Render preklopljen sa GlobalIllumination elementom

Vidi se da ima mnogo šuma na slici, obzirom da su podešeni lokalni subdivs-i i za refleksiju i za glavno osvetljenje, što znači da preostaje jedino da se podeše lokalni subdivs-i za GlobalIllumination - GI. Kako se ne bi utrošilo previše vremena, bira se neka od vrednosti koja je uzeta za ostale lokalne subdivs-e i to je 180.

Time je proces završen, a na slici 6.(levo) vidi se konačan render. Šum je minimalizovan, a vreme renderovanja se

povećalo za 50% u odnosu na vreme renderovanja sa osnovnim podešavanjima, što je prihvatljivo.



Slika 5 Poređenje izgleda konačnog rendera (levo) i rendera sa osnovnim V-Ray podešavanjima (desno)

Metoda je primenjena na složenoj sceni enterijera gde je vreme renderovanja sa osnovnim V-Ray podešavanjima 8h i 30 min i velikom količinom šuma. Uz korekcije V-Ray podešavanja metodom prikazanom u radu vreme renderovanja se povećalo na 12h, ali je šum uklonjen.

Render sa dodatim V-Ray Denoiser render elementom, kao jedno od mogućih rešenja, nije produžilo vreme renderovanja, ali je prilikom zamućenja rendera uticao negativno na kvalitet. Stakla gube prirodnu prozirnost.

4. ZAKLJUČAK

Zaključak je da se primenom logike razdvajanja rendera na render elemente može uočiti gde nastaje šum i postepenom korekcijom V-Ray podešavanja znatno korigovati količina šuma. Primenom metode prikazane u radu, dolazi se do odgovarajućeg broja globalnih i lokalnih subdivs-a koji su ključni za način uzorkovanja scene.

Sam način uzorkovanja scene utiče na pojavu šuma, odnosno na kvalitet rendera, a samim tim i na vreme renderovanja.

5. LITERATURA

- [1] Denford M., "Architecture-based Visualisation of Computer Based Systems", University of Technology, Sydney (2002)
- [2] Thorne B., "Archviz: everything you need to know" Preuzeto 15.07.2020. sa: <https://www.creativeblog.com/features/archviz-everything-you-need-to-know> (2019)
- [3] Murdoc L. K., "3ds max 6 Bible", Wiley, ISBN: 0-7645-5763-7 (2004)
- [4] CHAOS GROUP <https://www.chaosgroup.com/>
- [5] Vlahovljak O., "Arhitektonska vizualizacija", časopis Tristotrojka, Preuzeto 18.09.2020. sa: <https://issuu.com/tristotrojka/docs/tristotrojka5/74> (2018)
- [6] Bogdanović B., "Trodimenzionalna vizualizacija" Master rad, Univerzitet Singidunum, Beograd (2013)

Kratka biografija:



Radman Pejić rođen je u Somboru 1994. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture pod nazivom „Arhitektonska studija Efemernog pozorišta u dvorištu hotela „Vojvodina“ u Novom Sadu”, odbranio je 2018.god. kontakt: radman.p19@gmail.com