|  |  |
| --- | --- |
|  | Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad |

**UDK: 72.012:004.922**

**DOI:** [**https://doi.org/10.24867/07FA20Milutinovic**](https://doi.org/10.24867/07FA20Milutinovic)

**UPOREDNA ANALIZA PARAMETARA VEŠTAČKOG SVETLA I KAMERE NA FOTOGRAFIJI I RENDERU ENTERIJERA**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF ARTIFICIAL LIGHT AND CAMERA PARAMETERS IN INTERIOR PHOTOGRAPH AND RENDER**

Miroslava Milutinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

**Kratak sadržaj *–*** *Istraživanje se bazira na analizi parametara veštačkog osvetljenja i kamere u renderu i u stvarnosti kako bi se utvrdilo na koji način je potrebno podesiti date parametre u softverima kako bi render bio veran fotografiji koja predstavlja sagledavanje prostora ljudskim okom.*

**Ključne reči:** *Renderovanje. fotorealizam, osvetljenje*

**Abstract** – *The research is based on the analysis of artificial lighting parameters and the camera in the render and in reality to determine how to adjust the parameters in the software in order for the render to be true to photography, which represents the perception of space with the human eye.*

**Keywords:** *Rendering, photorealism, lighting*

**1. UVOD**

U savremenoj arhitektonskoj praksi najčešće se projekti klijentima prezentuju u vidu rasterskih vizualizacija, ani­macija i snimaka. Kao jedan od najzastupljenijih načina dobijanja rasterskih vizuelizacija javlja se renderovanje, koje predstavlja dvodimenzionalni prikaz trodimenzio­nalnog računarskog modela kome su dodeljena svojstva kao što su tekstura, boja i materijal [1]. Renderi su klijen­tima, koji uglavnom nisu iz arhitektonske struke, najlakši način da prostor sagledaju i dožive.

**2. OBLAST ISTRAŽIVANJA**

Osvetljenje je jedan od najznačajnijih parametara foto­realističnog renderovanja. Softveri poseduju podešavanja gotovo svih parametara svetla i kamere u stvarnom svetu, ali ono što je ključno je napraviti odnos svih tih parametara u softveru koji renderu daju fotorealističnost.

Softveri koji su korišteni za ovo istraživanje su 3D Studio Max 2017 za modelovanje i V-Ray 4.2 za renderovanje. Ovakva studija se može sprovesti sa bilo kojom kombi­nacijom softvera za modelovanje i renderovanje ali su za ovo istraživanje izabrani baš ovi zbog njihove velike zastupljenosti u svetu arhitektonske vizuаlizacije kao i raznovrsne biblioteke modela koji su dostupni u ovoj oblasti.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**NAPOMENA:**

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

Rad se fokusira na stvaranje ambijenta unutar iz mode­lovanog enterijera pomoću veštačkog osvetljenja tako da prikaz bude što verniji onome što naše oko sagledava u tom realnom prostoru. Ovde se postavlja pitanje da li se prilikom podešavanja parametara osvetljenja i kamere u softveru tako da budu identični onima iz stvarne scene fotografisane fotoaparatom uvek dobija željeni rezultat- fotorealističnost.

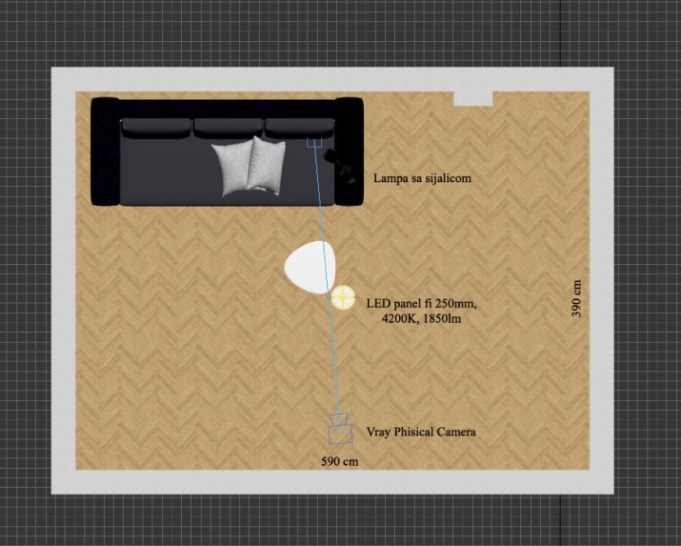
**3. PRISTUP TEMI**

Polazna tačka je odabir vrste rasvetnih tela na kojima će se raditi istraživanje, a zatim sledi analiza parametara rasvete i kamere kako bi se utvrdilo koja podešavanja su potrebna da bi se postigao fotorelističan render. Korišćene su za ovo istraživanje tri LED sijalice sa različitim jači­nama svetlosti kao i temperaturama boje, koje su monti­rane u stonoj lampi sa otvorenom kapom. One su kombi­novane sa plafonskim LED panelom postavljenim na sre­dinu prostorije. Fotoaparat kojim je fotografisan enterijer je Sony A6000.

Za rasvetu u softveru V-ray korištena su *VrayLight.* Para­metri koji su analizirani prilikom ovog istraživanja su jačina svetlosti i temperatura boje svetlosnog izvora.

**4. PROCES MODELOVANJA**

Za model je uzet deo enterijera sobe sa elementima- krevetom, jastucima, stolom i čašom na stolu.Na Slici br. 1 dat je prikaz scene u osnovi.



Slika 1. *Postavka scene u 3Ds Max-u, osnova*

**4.1 Kreiranje svetla**

U stvarnoj postavci scene korištene su:

* LED sijalica proizvođača Navigator, 7 W (550 lm), 4000 K (Natural light),
* LED sijalica proizvođača Braytron, 8 W (630 lm), 3000 K (Warm White),
* LED sijalica proizvođača Braytron, 12 W (1055 lm), 6500 K (Cool White),
* LED panel proizvođač Lonix, dimenzije ø250 mm, 20 W (1850 lm), 4200 K.

Rasveta je postavljena tako da je stona lampa na naslonu kreveta a LED panel na sredini prostorije na plafonu. Prozori na istočnom zidu nisu uzeti u obzir jer je scena fotografisana u totalnom mraku. Fotografisano je noću sa zastorima na prozoru. Analiza se svodila isključivo na veštačko osvetljenje.

Scene koje su bile predmet istraživanja su: a) sa upalje­nim jednim izvorom svetlosti - tri sijalice različitih jačina svetlosti i temperature boje; b) sa jednim panelom na plafonu; c) kombinacije sve tri sijalice sa panelom. To ukupno čini sedam scena za analizu.

**4.2 Podešavanje kamere**

Prilikom fotografisanja scene u prvoj fazi odabran je automatski režim kako bi se utvrdile vrednosti *Aperture*, *Shutter speed* i *ISO*. U ovoj varijanti fotoaparat određujetemperaturu boje scene i bira postavku iz njene kolekcije unapred programiranih podešavanja za *White balance*, pri čemu nama ostaje nepoznanica koja je to vrednost. Kako bi se omogućilo unošenje istih parametara i za fotografi­sanu i za renderovanu scenu, odabran je manuelni mod (eng. *Manual mode*) što podrazumeva manuelno podeša­vanje kako *Aperture*, *Shutter speed* i *ISO* vrednosti tako i *White balance-a.* Za prve tri vrednostisu korištene one koje su dobijene prilikom fotografisanja u automatskom režimu za istu scenu. *White balance* se podešava tako što se odabere opcija *Custom setup* u kojoj se fotografiše parče belog papira ili beli zid obasjan svetlošću sijalice ili panela, u zavisnosti od postavke, i na taj način aparat utvrđuje temperaturu boje izvora svetlosti koju će kasnije koristiti prilikom fotografisanja i renderovanja [2]. Na izmodelovanoj sceni u softveru su podešeni parametri svetla i kamere tako da se podudaraju sa parametrima realne rasvete i fotoaparata.

**4.3 Analiza parametara**

Nakon dobijanja rezultata fotografisanja i renderovanja svih sedam kombinacija rasvete pristupilo se analizi parametara jačine svetlosti i temperature boje.

**4.3.1 Jačina svetlosti**

U podešavanjima jačine svetlosti u softveru postoji mogućnost zadavanja vrednosti u lumenima ili vatima. Kada je urađen render sa zadatom vrednosti u lumenima jačina svetlosti je bila znatno slabija od one na fotografiji te je i prilikom povećanja vrednosti tri puta, osvetljenost scene i dalje bila manja od one na fotografiji. U V-ray-u je odnos između veličina *Luminous power (lm)* i *Radiant power (W)* tako postavljen da kada se zada vrednost od 7 W i kada se podešavanje prebaci na *Luminous power (lm)* softver automatski preračuna na 4781 lm što je 8,5 puta više od stvarne vrednosti jačine sijalice. Kada se smanji jačina na 3,5 W dobija se odgovarajuća osvetljenost na renderu a vrednost u lumenima izračunata u softveru je 2390.5 lm što je 4,2 puta više od jačine sijalice.

**4.3.2 Temperatura boje svetlosti**

Prikazivanje temperature boje svetla zavisi od podešavanja White balance-a. Automatski dodeljeno podešavanje u Vray-u *D65* potrebno je promeniti na *Temperature* i zadati onu vrednost *White balance*-a koja je bila podešena na aparatu ne bi li se dobio najtačniji mogući prikaz boja svetlosti svetlosnog izvora sa fotografije. Opcija *White balance/ Custom Setup* na fotoaparatu funkcioniše tako da svaku boju svetlosti teži da pretvori u belu - neutralnu, onakvu kako je naše oko vidi nakon privikavanja. Temperatura boje svetlosti koja je pala na papir i snimljena je aparatom uzima se za belu i sve ostale boje spektra fotoaparat postavlja spram nje. Time će svetlost izvora uvek biti bela prilikom ovakvog podešavanja.

Na osnovu rezultata analize zaključilo se da prilikom upotrebe podešavanja *White balance-*a u scenama sa samo jednom temperaturom boje jednog ili više svetlosnih izvora rezultati će biti kao na fotografiji sa maeulnim režimom- svetlost će biti bela onako kako je oko vidi, ukoliko se za vrednost temperature boje u podešavanjima kamere u softveru zada identična vrednost u Kelvinima kao i vrednost temperature boje sijalice. Razlog zbog kojeg je fotoaparat prilikom manuelnog podešavanja *White balance-*a u analiziranim scenama uzimao vrednosti temperature boje približne ali ne identične onima sa sijalice može biti zbog nepodudaranja materijala kao i izmodelovane geometrije sa realnom scenom. Primenom te vrednosti se u renderu ne dobija zadovoljavajući rezul­tat, svetlo nije belo onako kako se prikazuje na fotografiji sa istim podešavanjima.

Ukoliko je vrednost temperature boje kamere u renderu manja od one sa sijalice, tonovi na renderu će „vući“ ka hladnijim tonovima, dok ukoliko su vrednosti veće tonovi će biti topliji. Dakle, u softveru nije bitno koje su vrednosti temperature boje svetlosti zadane za balans bele u podešavanjima kamere, jer kada se White balance podesi da bude veći od vrednosti temperature boje svetla, svetlost će biti „toplija“, dok kada je manji svetlost će biti „hladnija“.

U scenama sa dve ili više od dve temperature boje izvora svetlosti, nemoguće je softver, ali i fotoaparat, tako podesiti da se više svetlosnih izvora prilagođava na različite načine jednom parametru. Takođe, može da se prilikom kreiranja ambijenta, ukoliko želi da se akcentuje deo prostora sa lampom koja daje toplu svetlost, zada za *White balance* vrednost temperature boje rasvete LED panela sa neutralnim svetlom, dok će se sijalici lampe zadati temperatura boje dosta veća od te vrednosti, kako bi to svetlo poprimilo žutu- „topliju“ nijansu. Isto to se može postići i sa scenom sa lampom sa hladno belim svet­lom gde će u podešavanjima temperature boje u softveru za nju podesiti manja vrednost оd vrednosti *White balance*-а kako bi datu svetlost pretvorila u „hladnu“.

U Tabeli br. 1 date su fotografije i renderi scena sa jednim svetlosnim izvorom i izmenjenim parametrima jačine svetlosti i temperature boje svetla na osnovu rezultata istraživanja.

Tabela br. 1 *Fotografije i renderi scene sa jednim svetlosnim izvorom*

|  |  |
| --- | --- |
| Scena sa jednim svetlosnim izvorom - sijalicom | |
| DSC00982 | C:\Users\Miroslava\Desktop\master\Renderi soba\najnovije\1. render 3.5 W, 4000 K crop.jpg |
| Sijalica: 560 lm /7 W, 4000 K | |
| Podešavanja fotoaparata: 1/160, F 5.0, iso 3200  WB 4200 K | Podešavanja V-ray kamere i svetla:  1/160, F 5.0, iso 3200  **WB 4000 K**  Jačina svetlosti sijalice: **3.5 W** |
| DSC00983 | C:\Users\Miroslava\Desktop\master\Renderi soba\najnovije\2. render 4 W, WB 3300 crop.jpg |
| Sijalica: 630 lm/ 8 W, 3000 K | |
| Podešavanja fotoaparata: 1/100, F 5.0, iso 3200  WB 3100 K | Podešavanja V-ray kamere i svetla:  1/100, F 5.0, iso 3200  **WB 3300 K**  Jačina svetlosti sijalice: **4 W** |
| DSC00984 | C:\Users\Miroslava\Desktop\master\Renderi soba\najnovije\3. render 6 W, WB 5850 K crop.jpg |
| Sijalica: 1055 lm/ 12 W, 6500 K | |
| Podešavanja fotoaparata: 1/160, F 5.0, iso 1600  WB 6300 K | Podešavanja V-ray kamere i svetla:  1/160, F 5.0, iso 1600  **WB 5850 K**  Jačina svetlosti sijalice: **6 W** |
| DSC00985 | C:\Users\Miroslava\Desktop\master\Renderi soba\najnovije\4. render 10 W, WB 4200 K crop.jpg |
| Panel: 1850 lm/ 20 W, 4200 K | |
| Podešavanja fotoaparata: 1/160, F 5.0, iso 1600  WB 6300 K | Podešavanja V-ray kamere: 1/160, F 5.0, iso 1600  **WB 5850 K**  Jačina svetlosti panela: **6 W** |

U tabeli 2 date su fotografije i renderi scena sa dva svet­losna izvora i izmenjenim parametrima jačine svetlosti i temperature boje svetla na osnovu rezultata istraživanja.

Tabela br. 2 *Fotografije i renderi scene sa dva svetlosna izvora različitih temperatura boje svetlosti*

|  |  |
| --- | --- |
| Scena sa dva svetlosna izvora - sijalica + LED panel | |
| **DSC00987** | 5 |
| Sijalica: 560 lm /7 W, 4000 K  Panel: 1850 lm/ 20 W, 4200 K | |
| Podešavanja fotoaparata:  1/160, f 5.0, ISO 3200  **WB 3600 K** | Podešavanja V-ray kamere i svetla:  1/160, f 5.0, ISO 3200  **WB 4200 K**  Jačina svetlosti sijalice: **3.5 W**  Jačina svetlosti panela: **10 W** |
| **DSC00986** | **6** |
| Sijalica: 630 lm/ 8 W, 3000 K  Panel: 1850 lm/ 20 W, 4200 K | |
| Podešavanja fotoaparata:  1/160, f 5.0, ISO 3200  WB 3300 K | Podešavanja V-ray kamere i svetla:  1/100, F 5.0, iso 3200  **WB 4200 K**  Jačina svetlosti sijalice: **4 W**  Jačina svetlosti panela: **10 W** |
| **DSC00988** | C:\Users\Miroslava\Desktop\master\Renderi soba\poslednje\7. render 8 W, 10 W, WB 4200 crop 1.jpg |
| Sijalica: 1055 lm/ 12 W, 6500 K  Panel: 1850 lm/ 20 W, 4200 K | |
| Podešavanja fotoaparata: 1/160, F 5.0, iso 1600  WB 6300 K | Podešavanja V-ray kamere i svetla:  1/160, F 5.0, iso 1600  **WB 5850 K**  Jačina svetlosti sijalice: **6 W**  Jačina svetlosti panela: **10 W** |

**5. ZAKLJUČAK**

Prilikom podešavanja jačine svetlosti u softveru vrednosti u lumenima koje odgovaraju specifikaciji rasvete ne daju adekvatnu osvetljenost na renderu. U V-Ray-u je odnos između veličina Luminous power (lm) i Radiant power (W) tako postavljen da kada se zada vrednost u vatima i kada se podešavanje prebaci na Luminous power (lm) softver automatski preračuna na vrednost u lumenima koja je 8,5 puta veća od stvarne vrednosti jačine svetlosti date sijalice. Kada se vrednost u vatima smanji za duplo dobija se odgovarajuća osvetljenost na renderu a vrednost u lumenima izračunata u softveru je oko 4 puta veća od stvarne jačine sijalice. Zaključeno je da je vrednosti u vatima potrebno smanjiti dva puta ili vrednosti u lume­nima povećati četiri puta da bi se dobili fotorealistični renderi u pogledu osvetljenosti.

Što se tiče analize parametara temperature boje svetlosti, utvrđeno je da za scene u kojima postoji jedan ili više svetlosnih izvora sa istom temperaturom boje svetlosti treba vrednosti temperature boje White balance-a zadati tako da budu identične sa vrednosti za svetlosni izvor ukoliko se želi postići neutralna boja svetlosti u prostoru, a da se za topliji ili hladniji ambijent u podešavanjima softvera za temperaturu boje zadaje veća ili manja vrednost od one za svetlosni izvor, respektivno, kako bi se dobio željeni ambijent.

U scenama sa dve ili više različitih temperatura boja izvora svetlosti nemoguće je softver tako podesiti da se više svetlosnih izvora prilagođava na različite načine jednom parametru.

Za postizanje određenog ambijenta toplim ili hladnim svetlom potrebno je podesiti White balance na vrednost svetla koje se želi prikazati kao belo, i samim tim drugi svetlosni izvor će se prilagoditi u odnosu na vrednosti WB tako da poprima „topliji“ ili „hladniji“ ton.

Kroz ovu analizu i rezultate dati su odgovori kako se postiže fotorealističnost scene u pogledu postizanja adekvatne količine osvetljenosti scene u poređenju sa fotografijama za istu, ali i kako da se u enterijeru stvori ambijent sa različitim bojama svetlosti pri korišćenju fotometrijskih parametara realne rasvete.

**6. LITERATURA**

[1] <https://www.easyrender.com/3d-rendering/3d-rendering-a-brief-explanation>

[2] <https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/white-balance.htm>

**Kratka biografija:**

|  |  |
| --- | --- |
| F:\MINJA\CV\Minja slika1.jpg | **Miroslava Milutinović** rođena je u Novom Sadu 1993. god. Osnove studije arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka je upisala 2012. godine, a završila 2016. odbranivši rad na temu „Projekat enterijera kafe bara“ na matičnom fakultetu. Iste godine upisuje master smer na Fakultetu tehničkih nauka – Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu .  kontakt: milutinovicmiroslava@gmail.com |