

Primjena 3D modela i proširene stvarnosti u svrhu promocije grada Đurđevca

Vujčić, Filip

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:563159>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-11**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Završni rad br. 582/MM/2018

Primjena 3D modela i proširene stvarnosti u svrhu promocije grada Đurđevca

Filip Vujčić, 0812/336

Varaždin, kolovoz 2018. godine



Sveučilište Sjever

Stručni studij multimedije, oblikovanja i primjene

Završni rad br. 582/MM/2018

Primjena 3D modela i proširene stvarnosti u svrhu promocije grada Đurđevca

Student

Filip Vujčić, 0812/336

Mentor

Dr.sc. Andrija Bernik,
predavač

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za multimediju, oblikovanje i primjenu

PRISTUPNIK Filip Vujčić MATIČNI BROJ 0812/336

DATUM 16.06.2018. KOLEGIJU 3D modeliranje

NASLOV RADA Primjena 3D modela i proširene stvarnosti u svrhu promocije grada Đurđevca

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Application of 3D models and Augmented Reality for promotion of Đurđevac city

MENTOR dr. sc. Andrija Bernik ZVANJE Predavač

- ČLANOVI POVJERENSTVA
1. mr.sc. Dragan Matković, v. pred. - predsjednik
 2. doc.art. Robert Geček - član
 3. dr.sc. Andrija Bernik, pred. - mentor
 4. mr.sc. Vladimir Stanisavljević, v.pred. - zamjenski član
 5. _____

Zadatak završnog rada

BROJ 582/MM/2018

OPIS
Završni rad koncipiran je na primjeni 3D modeliranja u programu Autodesk Maya i korištenja tog istog modela u programu Unity. Na početku rada opisuju se programi Autodesk Maya i Unity, upoznaje se čitatelja sa korisničkim sučeljem, primjenom programa i prednosti korištenja navedenih programa. Nakon toga slijedi izrada i teksturiranje modela u Autodesk Maya 2015 gdje se prikazuje i opisuje svaki dio izrade. Nakon navedenih koraka, slijedi unos modela u program Unity te konfiguriranje istog uz objašnjenja. Napretkom tehnologije, 3D modeli su sve dostupniji većem broju ljudi te se tako otvara sasvim novo tržište za promociju.

U radu je potrebno:
Opisati programe Autodesk Maya 2015 i Unity
Objasniti izradu i teksturiranje modela Starog grada Đurđevac
Apliciranje modela u program Unity
Korištenje aplikacije na mobilnom telefonu sa Android operativnim sustavom

ZADATAK URUČEN

07.09.2018.



PODPIS MENTORA

Bernik



SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Filip Vujčić (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Primjena 3D modela i proširene stvarnosti u svrhu promocije grada Đurđevca (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

Filip Vujčić
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Filip Vujčić (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Primjena 3D modela i proširene stvarnosti u svrhu promocije grada Đurđevca (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

Filip Vujčić
(vlastoručni potpis)

Sažetak

Naše svakodnevno okruženje se iz dana u dan sve više mijenja pa tako i napredak tehnologije rapidno raste. Tako smo svjedoci postepenog napretka 3D tehnologije i njezinog korištenja u svakodnevnom životu.

Završni rad tematizira spoj modernih, 3D tehnologija i građevine gotičko-renesansnih obilježja u svrhu promocije, bilo koje vrste, grada Đurđevca pa i same utvrde Stari grad. Završni rad će se bazirati na izradi modela u programu Autodesk Maya te omogućavanja virtualne stvarnosti kroz Android pametne telefone.

Upečatljiva, privlačna i zanimljiva promocija utječe na ljude koji su zainteresirani za grad Đurđevac i utvrdu Stari grad. Premda ove tehnologije spadaju u novije, slabije proširene metode komunikacije sa krajnjim korisnicima, ovaj model bi trebao biti vrlo poseban i privlačan potencijalnim turistima i svim ljudima koji su zainteresirani za grad Đurđevac.

Ključne riječi: 3D modeli, Autodesk Maya, primjena, korisnost, promocija, Stari grad Đurđevac, Unity

Summary

Our everyday surroundings changes from day to day. Advanced technology follows that trend and is in rapid growth. We are witnessing gradual advancement of 3D technology and its usage in everyday life.

This final paper thematises combination of modern, 3D technologies and fortress of gothic-renaissance markings for promotion needs of any kind for city of Đurđevac and Stari grad fortress. The final paper is going to be based on workflow of 3D model in Autodesk Maya software, and enabling augmented reality through Android smartphones.

Memorable, attractive and interesting promotion affects people who are interested in visiting city of Đurđevac and fortress Stari grad. Although all these technologies are considered as new and weakly spread methods of communication with end users, this model should be special and attractive to potential tourists and all people who are interested in Đurđevac city.

Key words: 3D models, Autodesk Maya, application, usability, promotion, Old city Đurđevac, Unity

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Proširena stvarnost	3
3.	3D modeli.....	5
3.1.	NURBS modeli	5
3.2.	Poligonalni modeli (eng. surface models).....	6
3.3.	Subdivizijski modeli (eng. subdivision models)	6
4.	Autodesk Maya	7
4.1.	Korisničko sučelje	8
4.2.	Teksturiranje.....	10
4.3.	Osvjetljenje.....	11
5.	Unity	14
5.1.	Povijest	14
5.2.	Korisničko sučelje	16
5.3.	Vuforia	18
6.	Praktični dio	20
6.1.	Autodesk Maya	21
6.2.	Izrada podloge	24
6.3.	Unity.....	26
6.4.	Instalacija na Android operacijski sustav	27
7.	Zaključak.....	29
8.	Literatura.....	30
9.	Popis slika	32
10.	Prilozi.....	33

1. Uvod

Đurđevac je grad koji se nalazi u sjeveroistočnom dijelu Hrvatske te pripada Koprivničko-križevačkoj županiji. Sam grad Đurđevac je smješten u podravskoj nizini, između dvije prirodno-geografske cjeline; između sjevernih obronaka Bilogore i rijeke Drave ^[1]. Od središta županije udaljen je 22 kilometara zračne udaljenosti. Prema popisu iz 2011., sa okolicom broji 8.264 stanovnika dok sam grad broji 6.349 stanovnika. Grad je poznatiji i pod nazivom „grad Picoka“ zbog legende „O picokima“ o kojoj se svake godine organizira društvena manifestacija „Picokijada“ na kojoj postoji scenski prikaz same legende u kojoj su se Đurđevčani uspješno obranili od turskih sila ispucavanjem pijetla iz topa te su ih Turci prozvali Picokima.

Legenda „O picokima“ je usko vezana uz đurđevački Stari grad, građevinu gotičko-renesansnih obilježja sa jedinstvenim, poligonalnim tlocrtom na koji su ponosni svi Đurđevčani. Današnji Stari Grad nastao je usred močvare na uzvišenom pješčanom humku ^[1]. Trenutno se u utvrđi nalaze ugostiteljski objekt i muzej grada Đurđevca sa bogatim muzejsko-galerijskim sadržajem. U muzejskim prostorima se nalazi audio vizulna prezentacija Legende o Picokima pod nazivom „Interpretacijski centar Picokijada“ u kojem posjetitelji imaju priliku vidjeti isječke iz legende. Gore navedena vizualna prezentacija je na natječaju za Godišnje hrvatske turističke nagrade kojeg organiziraju Ministarstvo turizma, Hrvatska turistička zajednica i Hrvatska gospodarska komora ušla u 3 najbolje kulturne atrakcije 2017.godine. [2]

Đurđevac se pokušava probiti na turističkoj slici Republike Hrvatske i za to je potrebno puno truda jer se nalazi u manje turistički privlačnoj regiji, u sjeveroistočnom dijelu Hrvatske te je potrebno stvoriti sadržaje koji privlače posjetitelje. Za uspješnu turističku promociju su potrebni originalni i atraktivan sadržaj dostupan svim zainteresiranim posjetiteljima grada ili onima koji će to tek postati. Premda su 3D modeli takozvani novitet na turističkoj sceni, vrlo su dobar primjer originalnog i atraktivnog promotivnog sadržaja koji nije vrlo dobro zastupljen u Hrvatskoj. [3]

Cilj završnog rada je izrada aplikacije podržane od strane Android operativnog sustava pomoću programa Autodesk Maya i Unity u svrhu promocije Đurđevačke regije tj. Đurđevačke Podravine. Do sada su izrađeni razni promotivni materijalni no za još bolje rezultate izradit će se 3D model najposjećenije znamenitosti grada Đurđevca – Stari Grad. Taj će se model izraditi prema originalnom tlocrtu Starog Grada pomoću kojeg će se dobiti vrlo kvalitetan i točan model. Isti će se model teksturirati originalnim fotografijama iz kojih će se “izrezivati“ dijelovi kako bi

smo dobili što vjerodostojniji model. Izrađeni i teksturirani model će se zatim “ubaciti“ u program Unity kako bi se izradila Android aplikacija dostupna zainteresiranim posjetiteljima.

Kroz završni rad ću ukratko objasniti programe Unity i Autodesk Maya, pojasniti njihovo korisničko sučelje i pokazati na prednosti korištenja navedenih programa. U drugom dijelu ću opisati izradu i teksturiranje modela u programu Autodesk Maya te implementaciju modela u program Unity te izradu Android aplikacije pomoću navedene aplikacije.

Za izvore podataka ću koristiti službene web stranice grada Đurđevca, knjige sa Podravskog područja, službene tlocrte Starog Grada i web stranice i knjige koje opisuju programe Unity i Autodesk Maya.

2. Proširena stvarnost

Kada računala putem ulaznih (kamera, fotoaparati) i izlaznih (projektor, ekran) uređaja kombiniraju elemente stvarnog i fiktivnog svijeta gdje su postojećim objektima naknadno u računalu dodani računalno generirani modeli koje vidimo i čujemo tek na izlaznim uređajima nazivamo proširenom stvarnosti (eng. augmented reality). Glavna razlika između proširene i virtualne stvarnosti leži u činjenici da proširena stvarnost u svom radu koristi već postojeće objekte te njima dodaje računalno generirane dijelove stvarajući iluziju da ti dijelovi postoje te da su dio naše stvarnosti, dok se u virtualnoj stvarnosti cijeli svijet računalno renderira u realnom vremenu stvarajući dojam drugačije stvarnosti.

Proširena stvarnost povećava doživljaj stvarnosti ili pak situacija koje ona obogaćuje i omogućuje interakciju sa fiktivnim i realnim objektima. Koristi se u mnogim područjima našeg svakodnevnog života:

- Arhitektura – izrada modela zgrada u realnom vremenu kako bi se dobila vizualizacija željene građevine. Ovdje proširena stvarnost igra veliku ulogu zbog znatno povećane šanse za smanjenjem pogrešaka a i naručitelju se vizualizira finalni izgled objekta, što povećava vjerojatnost sklapanja poslova.
- Edukacija – učenje raznih umijeća kao što su fotografiranje, slikanje, učenje djece matematiki, itd.
- Video igre – stvaranje dodatnih sadržaja već dobro znanoj stvarnosti.
- Glazba – vizualizacija glazbe
- Medicina – učenje dijelova tijela, korištenje prilikom kliničkih operacija gdje su prikazani i najsitniji dijelovi tijela za otklanjanje bilo kakve mogućnosti grešaka.
- Navigacija – navigacija u prometu u realnom vremenu i na već postojećim cestama
- Turizam – prikaz turističkih znamenitosti uživo ispred nas, kilometrima daleko od stvarne znamenitosti.
- Aeronautika, vojska, literatura, spasilačke službe, marketing, itd.

Povijest proširene stvarnosti započela je 1901. godine kada je L.Frank Baum prvi puta spomenuo ideju naočala koje, pomoću jedne vrste pokrova, stvaraju objekte u stvarnom životu. [4]. Između 1957. i 1962. godine, Morton Leonard Heilig, američki kinematograf uspješno izrađuje i patentira simulator Sensorama koji stimulira audio-vizualna ali i ostala čula (imala je sposobnost simuliranja vjetra, vibracija i mirisa)[5].

Myron Krueger, američki računalni umjetnik, je jedan od začetnika proširene stvarnosti koji je 1975. godine razvio laboratorij u kojem se simulira proširena stvarnost. On taj laboratorij naziva Videoplace. Videoplace je kombiniranjem posebnog hardvera, projektora i kamera generirao proširenu stvarnost. Korisnici su ulazili u proširenu stvarnost tako što su stali između projektora i platna tako stvarajući siluetu koju je bilježila kamera. Sve te podatke je obrađivao poseban hardver te je bez korištenja posebnih dodataka, kao što su rukavice ili naočale, generirao proširenu stvarnost u realnom vremenu. Korisnici su u realnom vremenu mogli vršiti interakciju sa drugim korisnicima na što su nerijetko ljudi reagirali napuštanjem Videoplace-a. [5][6]

U ovom desetljeću, najznačajniji napredak ima američka tvrtka Niantic sa svojom video igrom Pokémon Go razvijenom za Android i iOS operativne sustave sredinom 2016. godine. Video igra kombinira proširenu i virtualnu stvarnost (ovisi o preferencijama korisnika) kako bi korisnici uživali u igri. Unatoč problemima sa potrošnjom baterije i mobilnih Internet podataka, igra je rapidno postala planetarno popularna među svim dobnim, nacionalnim i spolnim skupinama.

3. 3D modeli

U računalnom svijetu u osnovi postoje dvije vrste modela – 2D i 3D modeli. Razlika između tih modela je u broju dimenzija koje su vidljive na modelima. 2D modeli koriste dvije dimenzije – dužina i visina (x i y os) dok su 3D modeli prikazani dužinom, visinom i širinom (x, y i z os). 3D modeli su matematički prikaz nekog objekta koji se naziva model. Svaki 3D model je matematički zapis vektora koje računalo prepoznaje. Navedeni vektori sadrže informacije o točkama koje prikazuju 3D model na zaslonu. Proces kreiranja 3D modela putem 2D ili 3D grafike se naziva 3D modeliranje. Modeli mogu nastajati:

- Ručno – ručna izrada 3D modela liči izradi stvarne skulpture te zahtjeva veliki trud dizajnera
- Pomoću algoritama – dizajner koristi veliku moć računalnog hardvera i softvera kako bi stvorio 3D modele pomoću matematički opisanih funkcija.
- Pomoću podataka dobivenih skeniranjem – podatci se mogu skenirati sa 2D ili 3D skenerom. Prilikom skeniranja 2D skenerom, podatci se vežu te se tako stvara trodimenzionalni model željenog objekta.

Dizajner se prilikom izrade mora odlučiti kojim tipom 3D modela će riješiti određeni problem. U suštini postoje 3 vrste 3D modela:

- NURBS modeli (Non-Uniformal rational bazier splines)
- Poligonalni modeli (eng. surface models) i
- Subdivizijski modeli (eng. subdivision models)

Odabir ne određuje kvalitetu finalnog proizvoda, ali može znatno utjecati na vrijeme stvaranja 3D modela. Svaka od ovih tehnika uključuje mnogo algoritama koji korisniku omogućuju izradu i manipuliranje osnovnih svojstava sve do razine složenih geometrijskih tijela.

3.1. NURBS modeli

NURBS (Non-Uniformal Rational Bezier Splines) je matematički izraz koji 3D modele prikazuje pomoću krivulja i površina. Rezultat je glatka površina bez nazubljenosti rubova neovisno o veličini monitora ili rezoluciji. Geometrija NURBS-a bazira se na Bézierovoj krivulji koju program automatski iscrtava između kontrolnih vrhova (eng. control vertex, CV). Svaka krivulja ima početak, kraj i zakrivljenost. Stupanj zakrivljenosti ovisi o kontrolnim vrhovima

unutar krivulje. Dodavanjem vrhova u krivulju, dobivaju se nove točke za manipulaciju, pri čemu se ne narušava glatkoća niti zaobljenost. Površina NURBS-a definirana je krivuljom koja se naziva isoparma (eng. Isoparme). Isoparma je krivulja koja nastaje upotrebom CV-a. Površina stvorena između isoparmi sastoji se od spanova (eng. Spans) koji prate zakrivljenost površine definiranu isoparmama. [7]

3.2. Poligonalni modeli (eng. surface models)

Poligonalno modeliranje modele predstavlja nizom poligonalnih površina. Temeljna sastavnica je rubna točka 3D prostora (eng. vertex). Dvije povezane točke čine rub (eng. edge), dok tri točke generiraju trokut (eng. triangle) koji je ujedno i najjednostavniji poligon. Trostrani i četverostrani poligoni najčešći su elementi poligonalnog modeliranja. Grupa poligona povezanih zajedničkim rubnim točkama nazivaju se model (eng. mesh). Ovisno o području za koje se modeli rade, potrebno je obratiti pozornost na geometriju modela isto kao i na razne deformacije nastale uslijed modeliranja. Najčešće pogreške su dvije ili više rubnih točaka s istim koordinatnim vrijednostima i preklapanje poligona. Unutar programa za modeliranja, ovi problemi nisu posebno naglašeni i program neće reagirati na pogrešku čim je korisnik napravi. Rezultat mogu biti veliki problemi jednom kada se takav model primjenjuje u vojnim ili civilnim simulacijama u stvarnom vremenu ili kod visoko kvalitetnih laserskih ispisa gdje je vidljivo i najmanje odstupanje. [7]

3.3. Subdivizijski modeli (eng. subdivision models)

Subdivizijsko modeliranje površina predstavlja kombinaciju NURBS-a i poligona. Modeliranje najčešće počinje kao poligonalno, a zatim se koristi matematika NURBS-a kako bi se zagladili grubi rubovi modela. Subdivizijske površine su definirane rekursivno. Proces počinje dobivenim poligonalnim mrežama koje se usavršavaju te se ponovno primjenjuju stvarajući nova lica i vrhove na 3D modelu. Proces podjele se teoretski može izvoditi u beskonačnost, ali u praksi je primjena ovoga algoritma ograničena. Sheme prerade subdivizijske površine mogu se uglavnom podijeliti u dvije kategorije: interpoliranje i aproksimiranje. Interpolacijske sheme moraju odgovarati izvornom položaju vrhova u izvornoj mreži dok aproksimirajuće sheme ne moraju – one se prilagođavaju poziciji prema potrebi. [7]

4. Autodesk Maya

Autodesk Maya je nagrađivani američki 3D softver kojim se modeliraju, animiraju, renderiraju 3D modeli i nad njima se izvršavaju određeni efekti. Autodesk Maya se može pohvaliti i zadivljujućim takozvanom „dynamic engine“ mogućnošću koja omogućuje da se modeli ponašaju prema svim postojećim zakonima fizike iz zbiljskog svijeta. [8]

Program je moćan alat kojim se jednostavno barata u kojem se početnici vrlo lako nauče raditi najjednostavnije stvari. Jedna od najbitnijih značajki programa je mogućnost personalizacije cijelog programa, od izgleda do kratica na tipkovnici. Sve je to omogućeno zahvaljujući MEL-u (Maya Extended Language), skriptnom jeziku koji omogućuje promjenjivost programa.[8] Zbog tih promjenjivih svojstava, program je lako naučiti i korisnicima koji su prije već koristili druge programe za istu namjenu.

Što se tiče operativnih sustava, Autodesk Maya radi na Windows 7 (ili više) i iOS 10.11 (ili više). Komunikacija između ta dva konkurentna operativna sustava vrlo često biva zamršena te se javljaju problemi prilikom korištenja istog softvera na različitim operacijski sustavima (drugačije kratice na tipkovnici, drugačiji izgled korisničkog sučelja, nepodržanost datoteke sa drugog operativnog sustava itd.) no to sa ovim programom nije slučaj. Naime, premda se Autodesk Maya vrlo lako modificira korisnikovim potrebama, korištenje ovog programa ne predstavlja nikakav problem na različitim operativnim sustavima. [9]

Za neometano korištenje svih značajki programa, neophodne su osnovne komponente računala no nisu sve komponente jednako bitne za brže funkcioniranje programa. Dijelovi računala koji su bitni za opće neometano iskustvo rada u Autodesk Maya softveru su:

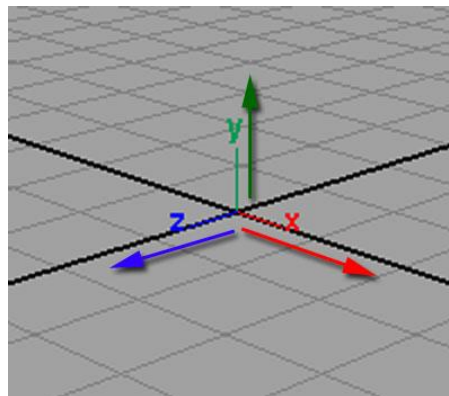
- Procesor – procesor je glavni dio svakog računala i on je bitan za izvršavanje procesa. Vrlo je bitan prilikom renderiranja, pogotovo broj njegovih jezgri.
- Memorija s nasumičnim pristupom (RAM) – to je oblik računalne memorije gdje se upisuju aktivni programi te informacije potrebne za trenutni rad računala. Ova memorija je bitna za brže učitavanje i uređivanje projekta. Prilikom otvaranja velikih projekata, količina RAM-a dolazi do izražaja.
- Grafička kartica – video procesor u grafičkoj kartici u suštini služi za “crtanje” informacija koje vidimo na ekranu. Manji video procesor znači da se mali broj podataka može “crtati” u jednoj sekundi što u konačnici znači duže vrijeme renderiranja i samog procesa stvaranja 3D modela. Preporuča se da se ne koristi integrirana već posvećena (eng. dedicated) grafička kartica kao što su NVidia ili AMD. [10]

4.1. Korisničko sučelje



Slika 4-1 korisničko sučelje Autodesk Maya 2012

- View Panel – u ovome dijelu su prikazani naši modeli a funkcionira kao vizir na fotoaparatu. Na sredini se nalazi mreža koja simbolizira tlo kako bi se korisniku olakšala prostorna orijentacija te ona nije vidljiva prilikom renderiranja modela/animacije. Osim mreže, korisniku orijentaciju olakšava XYZ indikator, gdje slova X, Y i Z označavaju dimenzije modela. [10]

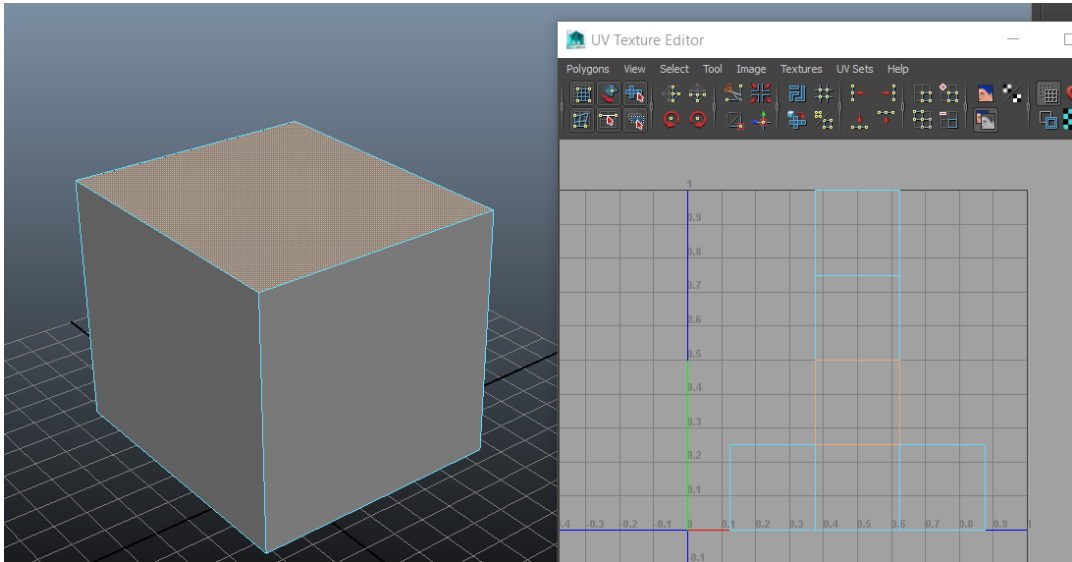


Slika 4-2 - XYZ orijentacija

- Channel Box – on nam omogućuje uređivanje atributa za odabrane objekte. Prema zadanim postavkama, ovdje su prikazani transform atribut, no to se sve može promijeniti.
- Shelf – ono sadrži tabove koji reprezentiraju svaki set izbornika ovisno o modu u kojem korisnik radi. Svaki izbornik sadrži ikone koje reprezentiraju najčešće korištene komande koje korisnik koristi, ovisno o modu u kojem radi. Korisnik si može prilagoditi shelf svojim preferencama.
- Masks – limitiranje broja objekata nad kojima Autodesk Maya vrši promjenu
- Mode selector – ovim padajućim izbornikom korisnik bira u kojem će modu raditi. Kategorije koje su dostupne su: Modeling, Rigging, Animation, FX i Rendering. Ovisno o modu, korisničko sučelje u nekim dijelovima se mijenja kako bi se olakšalo brzo i lako korištenje.
- Tool Box – Sadrži alate koji se koriste neovisno o modu u kojem korisnik radi. Korištenjem slova na tipkovnici, dolazimo do Select toola (Q), Move toola (W), Rotate tool (E), Scale tool (R) i Navigacije (Razmaknica). To su najčešće korištene kratice na tipkovnici koje su neophodne za fluidan rad.
- Animation – ovdje se nalazi vremenska traka sa označenim sličicama (eng.frame) koje se koriste prilikom animacije.
- Help and tips – osigurava pomoć i savjete korisniku o programu te načinu izvođenja dijelova programa.
- MEL input – ovdje se upisuju MEL naredbe od strane korisnika. Preporuča se korištenje samo ljudima koji imaju znanja sa MEL jezikom. [11]

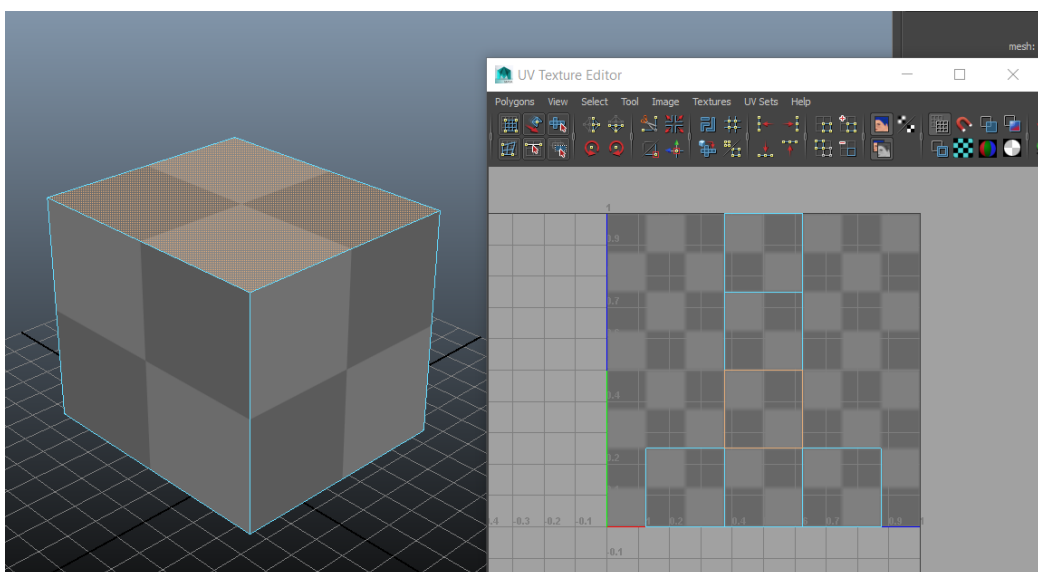
4.2. Teksturiranje

Teksturiranje je proces nanošenja dvodimenzionalne slike na trodimenzionalni objekt. To se vrši tako što se 3D model mapira tj. model se pretvori u 2D model te se preko toga nanosi 2D slika.



Slika 4-3 - Mapiranje 3D modela u 2D model

Na slici je prikazana jedno lice (face) na 3D modelu i to isto lice na dvodimenzionalnom prikazu. Zatim se nad dvodimenzionalni prikaz modela stavi neka tekstura, te se 2D prikaz prilagođava tako da izgledom odgovara korisniku.



Slika 4-4 - primjena tekture na 3D model

Osim samih slika, prilikom teksturiranja se mogu prilagođavati i ostali parametri. Neki od parametara i njihove funkcije koji se koriste prilikom mapiranja:

- Transparency maps – prozirnost objekta nad kojim se vrši teksturiranje. Pomicanjem klizača, dobivamo proziran, polu-proziran ili neproziran objekt.
- Specular maps – ovaj klizač određuje blještavost objekta
- Reflection maps – ovim parametrom se određuje stupanj odbijanja svjetlosti od objekta
- Color maps – umjesto apliciranja slike, na objekt se aplicira željena boja [12]

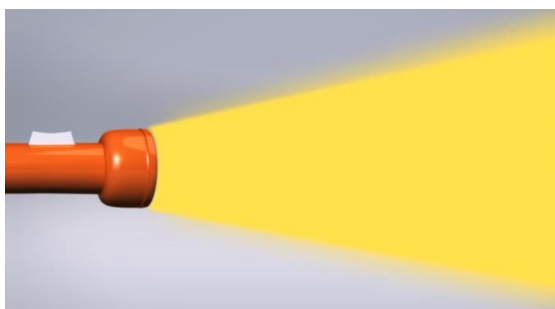
4.3. Osvjetljenje

Osvjetljenje je jedan od najbitnijih dijelova svakog dobrog renderiranja. Osvjetljenje nam pruža osjećaj dubine zbog stvaranja sjena te samim time nam stvara efekt da su objekti zaista trodimenzionalni. Prilikom stvaranja, svaki projekt u Autodesk Maya softveru dolazi bez ikakvog osvjetljenja već se to osvjetljenje koje mi vidimo zove početno (eng. default) osvjetljenje. Početno svjetlo nije vidljivo prilikom renderiranja već korisniku služi da olakša stvaranje i animiranje scene. Kako bi smo prilikom izrade vidjeli osvjetljenje kakvo će biti nakon renderiranja, pritiskom na tipku 5 dobivamo scenski pogled (eng. Scene view) koji prikazuje finalan izgled scene.

Razlikujemo dvije vrste osvjetljenja. To su indirektno i direktno osvjetljenje. Razlika između njih je u tome što direktno svjetlo samo ono svjetlo koje je pružio izvor svjetla dok je indirektno svjetlo ono svjetlo koje nastaje zbog refleksije ili prozirnosti objekta koji sam osvjetljava neki drugi objekt. Direktna svjetla korisnik može direktno kontrolirati dok on indirektna kontrolira namještanjem postavaka objekta kojeg obasjava direktno svjetlo. [13]

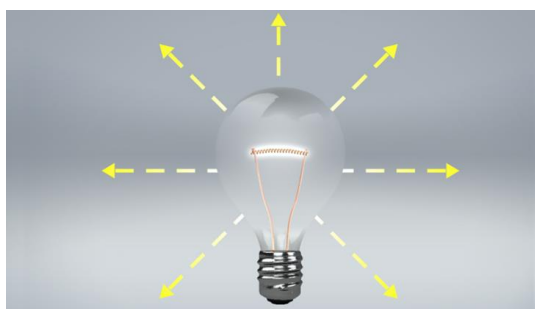
Osvjetljenja koja Autodesk Maya pruža su:

- Reflektori – reflektori obasjavaju predmete u obliku stošca, a veličina i intenzitet tog svjetla se može mijenjati. Objekti koji se nalaze pri vrhu tog stošca, bivaju obasjani jačim intenzitetom od objekata koji se nalaze dalje od vrha stošca. Mijenjanjem vrijednosti širine stošca mijenjamo intenzitet svjetla koje ono emitira. Ovo svjetlo je vrhunski alat kada korisnik želi napraviti neki 3D model studija ili objekta koji se nalazi u studiju. [19]



Slika 4-5 - reflektorno svjetlo

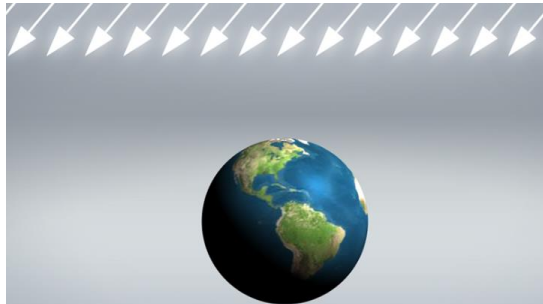
- Točkasti izvor svjetla – to je izvor svjetla koji nas podsjeća na žarulju koja u svim smjerovima emitira svjetlo. Ovo je najpopularniji tip osvjetljenja jer vjerno prikazuje stvarno svjetlo. Točkasti izvor svjetla se savršeno uklapa u prikaze zatvorenih prostora koje, naprimjer, obasjava jedna ili više svijeća. [19]



Slika 4-6 - točkasti izvor svjetla

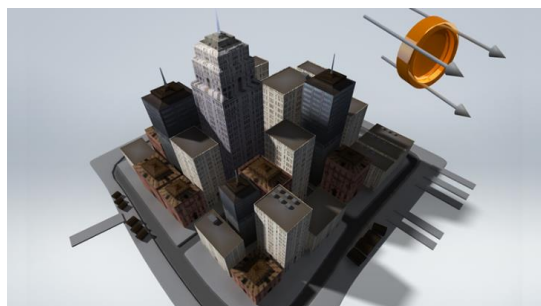
- Svjetlo područja – to je tip svjetlosti koji obasjava direkcijsko svjetlo iz nekih granica koje su u obliku četverokuta ili kruga. Vrlo je realistično zato što je efekt postignut sa mnogo smjerova svjetlosnih zraka. Koristi se za simuliranje svjetla koje

dolazi izvana, kao naprimjer, prozor. Vrlo su zahtjevna prilikom renderiranja jer računalu treba puno vremena kako bi renderiralo mnogo smjerova svjetlosnih zraka. [19]



Slika 4-7 - svjetlo područja

- Usmjereno svjetlo – ono oponaša svjetlost koju Zemlja dobiva od Sunca. Emitira paralelne zrake u jednome smjeru koje stvaraju savršene sjene. Položaj svjetla (X,Y i Z) ne znači ništa jer je svjetlo jednako jako i na početku i na kraju. Jedino o čemu ovisi položaj sjena je rotacija samog snopa zraka usmjerenog svjetla. [19]



Slika 4-8 - usmjereno svjetlo

- Volumno svjetlo – vrlo je slično točkastom izvoru svjetla ali je razlika u tome što volumno svjetlo ima svoju veličinu i oblik, što utječe na smjer pada svjetlosti. Oblik se može mijenjati u sve osnovne oblike (kocka, sfera, cilindar ili stožac) u Autodesk Maya softveru. [19]
- Prostorno svjetlo – emitira blage zrake svjetlosti u svakome smjeru. Nema posebno određenu orijentaciju tako da ne može prikazivati sjene. Koristi se za dijelove scene koji nisu dovoljno obasjani no moraju se vidjeti prilikom renderiranja. [19]

5. Unity

Unity je više platformski pogonitelj video igara sa ugrađenim IDE sustavom (program koji olakšava pisanje drugi računalnih programa) razvijenog od strane Unity Technologies. Softver se primarno koristi za razvoj video igara ali njegova struktura je bazirana na ideji da se developeru maksimalno olakša posao. Softver uključuje Direct3D, OpenGL i druge softvere te procesne i post-procesne alate koji se koriste u realnom vremenu. Glavna značajka programa Unity leži u njegovoj mogućnosti za korištenje na više operativnih platformi, što dopušta developeru da razvije okruženje u softveru te ga prilagodi za svaku platformu što u konačnici jako ubrzava proces stvaranja i developmenta.

Unity uključuje NVidia PhysX pogonitelj sa dodanom mogućnošću simuliranja odjeće, tekućine itd. [20]

Unity razvojno okruženje podržava integraciju s mnogo alata za 3D modeliranje i uređivanje slika i slično. Neki od alata za izradu su:

- Autodesk Maya
- 3D studio MAX
- Blender
- Adobe Photoshop
- Fireworks

Za navedene alate podrška se uglavnom ogleda u trenutnom osvježavanju datoteka koje su stvorene u ostalim aplikacijama te propagiranje novina kroz cijeli projekt. Omogućeno je unošenje originalnih formata. Time je omogućeno direktno integriranje vektorske grafike iz, na primjer, Photoshopa te korištenje 3D modela iz specijaliziranih alata kao što je Maya. To je također jedna od velikih prednosti same platforme [17]

5.1. Povijest

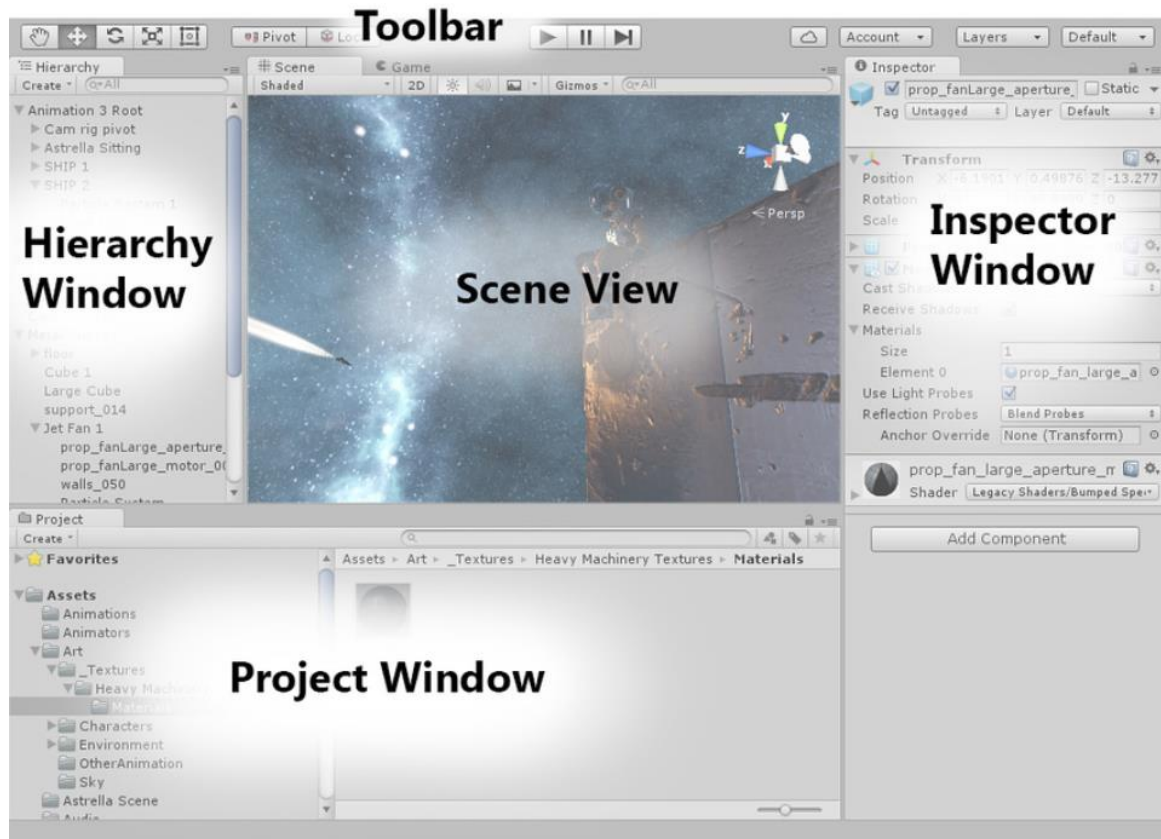
David Helgason (CEO), Nicolas Francis (CCO) i Joachim Ante (CTO) osnovali su Unity Technologies 2004. godine u Kopenhagenu, u Danskoj i to tako što, pokušavajući napraviti vlastitu igricu, su shvatili važnost razvojnih okvira te odlučili napraviti vlastiti koji bi objedinjavao brojne korisne funkcionalnosti. Glavni im je cilj bio jednostavnost i intuitivnost razvojnog okruženja u izradi dvodimenzionalnih i trodimenzionalnih igara te njegova prezentabilnost prosječnim ljudima diljem svijeta.

Prva verzija Unitya izašla je 9. kolovoza 2005. godine. Primarna karakteristika razvojnog okruženja je da ga je moguće izvoditi na svim platformama koje su danas na računalnom tržištu. Upravo iz tog razloga Unity je moguće koristiti na osobnim računalima, koji imaju Windowse ili Linux za operacijske sustave te u preglednicima kao web plug-inove, konzolama i mobilnim uređajima.[17]

Prema najnovijim statistikama preuzetih sa službene stranice razvojnog okruženja Unity, ukupno 5.5 milijuna ljudi registriralo je račun na službenoj stranici, 770 je milijuna aktivnih ljudi koji igraju igre napravljene u Unity-u, dok 1.7. milijardi mobilnih uređaja vrti igre napravljene u Unity-u. uz sve te korisničke statistike, između svih ponuđenih alata za razvoj igara, Unity je primarni izbor među programerima. Unity je bio prva platforma koja je u cijelosti podržavala sve mogućnosti uređaja i operacijskih sustava

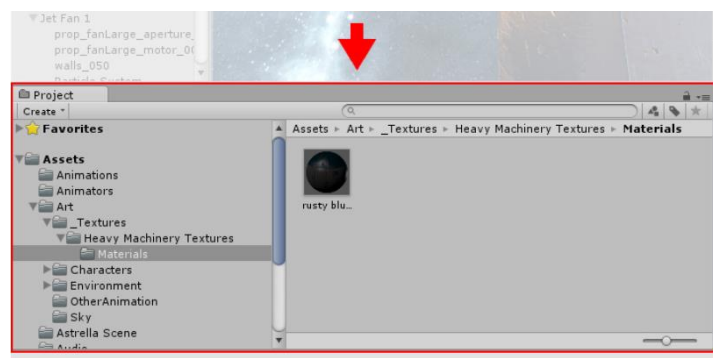
5.2. Korisničko sučelje

Korisničko sučelje programa Unity sastoji se od 5 glavnih dijelova kao što je vidljivo na slici 5. U ovome će dijelu biti ukratko objašnjena njihova funkcija. [14]



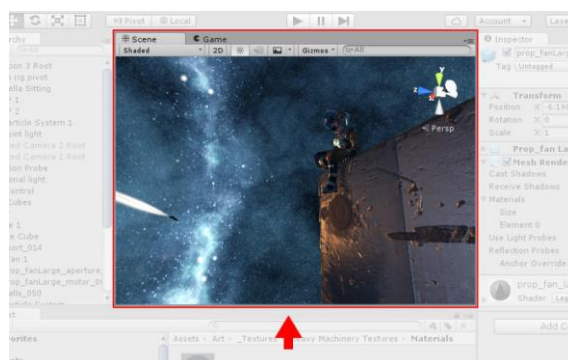
Slika 5-1 - korisničko sučelje Unity-a

- Projektni prozor (eng. Project window) – ovaj prozor prikazuje trenutne datoteke (eng. Assets) koje su nam raspoložive za korištenje u ovome projektu. Prilikom uvoženja datoteka, one se prikazuju u ovome prozoru. [14]



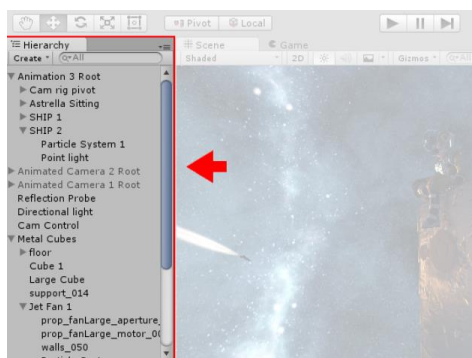
Slika 5-2 - projektni prozor u programu Unity

- Prikaz scene (eng. Scene view) – vizualni prikaz scene na kojoj se radi u projektu. Ovaj prikaz može prikazivati 2D ili 3D prikaz, ovisno o vrsti projekta na kojem se radi. [14]



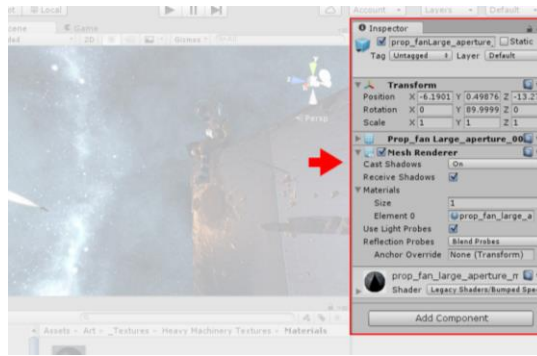
Slika 5-3 – prikaz scene u programu Unity

- Hijerarhija (eng. Hierarchy window) – hijerarhijski tekstualni prikaz svakog objekta koji se nalazi na sceni. Svaki objekt u scenskom prikazu ima svoje knjiženje u hijerarhijskom zapisu pa su ova dva prozora povezani. Ona nam prikazuje strukturu povezanosti objekata, odnosno koji su objekti međusobno povezani. [14]



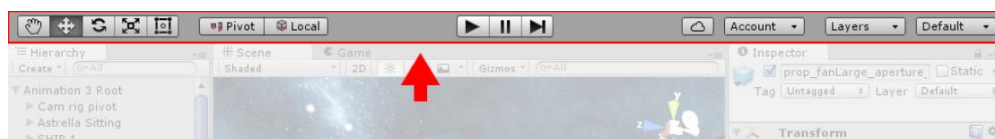
Slika 5-4 – hijerarhija u programu Unity

- Inspektor (eng. Inspector window) – inspektor nam omogućuje mogućnost pregleda i uređivanja postavaka trenutno odabranog objekta. Sam izgled inspektora varira ovisno o tipu i postavkama objekta koji je trenutno odabran. [14]



Slika 5-5 - inspektor u programu Unity

- Alatna traka (eng. Toolbar) – omogućuje nam brzi pristup najkorisnijim i najčešće korištenim alatima programa. S lijeve strane nalaze se alati za manipuliranjem pogleda na scenu. U sredini se nalaze tri gumba – za pokretanje, pauziranje i premotavanje pogleda. Gumbi sa desne strane nam omogućuju posjet Unity Cloud servisu i Unity računu dok se desno od njih nalaze padajući izbornici za vidljivost sloja i odabir izgleda programa.[14]



Slika 5-6 – alatna traka u programu Unity

5.3. Vuforia

Vuforia je dodatak programu Unity koji integrira stvaranje proširene stvarnosti u navedenom programu. Vuforia platforma koristi izvanredne, stabilne i vrlo učinkovite tehnike prepoznavanja slika kako bi stvorila najbolje moguće rezultate stvaranja proširene stvarnosti. Sastoji se od nekoliko komponenti koje su zaslužne za fluidno funkcioniranje platforme kao što su Target Management System, Cloud Target Database i Device Target Database. Korisnik jednostavno prenese željenu sliku na web stranice ove platforme u obliku mete koju želi pratiti te preuzme bazu podataka koju doda u Unity. Zatim toj bazi podataka promjeni postavke po želji kako bi stvorio željeni rezultat.

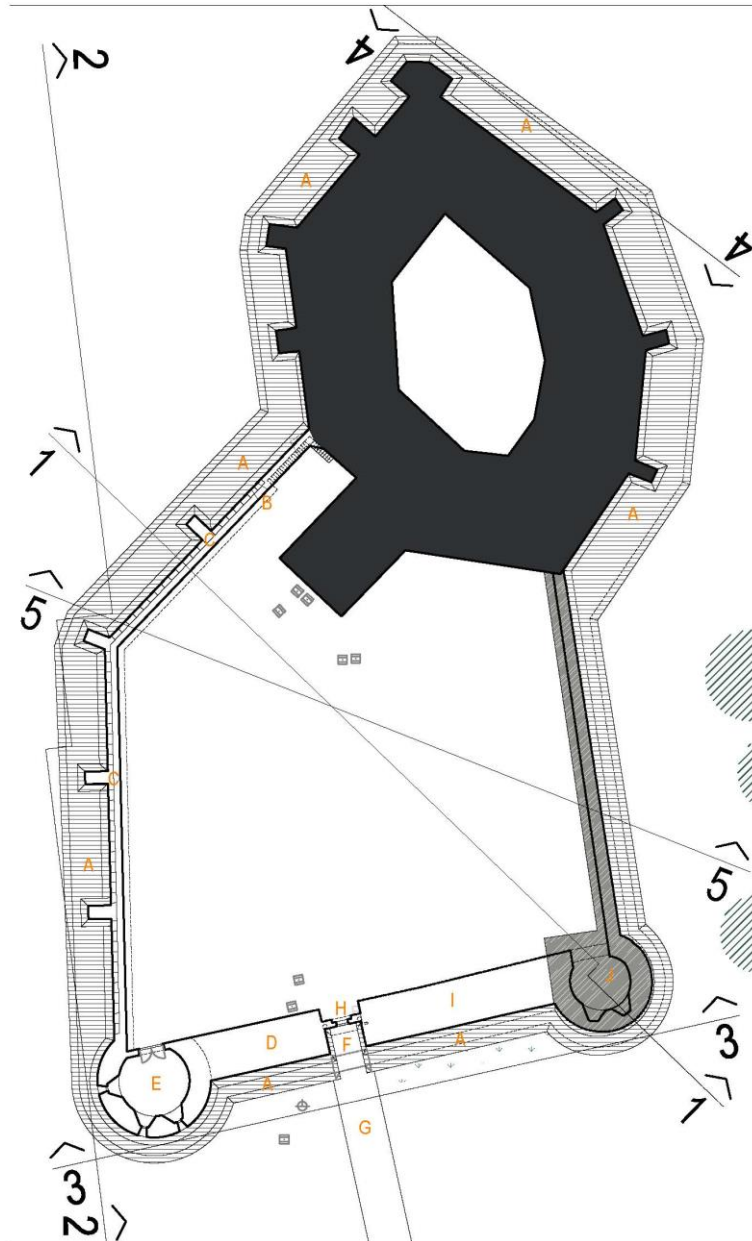
Glavna komponenta Vuforia-e je kamera. Kamera bilježi trenutno stanje u obliku sličica, zatim te podatke šalje do pratitelja koji pretvori sliku (koju je zabilježila kamera) u format

prihvatljiv OpenGL ES renderiranju za unutarnje praćenje. Pratitelj vizualno bilježi algoritme te detektira i prati objekte iz stvarnog svijeta. Na te objekte, OpenGL ES sustav renderira i bilježi virtualne objekte koje korisnik vidi na svom ekranu uz dodatak objekata iz stvarnog svijeta. [15]

Vuforia ima mogućnost praćenja 2D i 3D objekata, koje uključuju praćenja do pet meta u isto vrijeme. Također pruža mogućnost stvaranja virtualnih tipki, odabira slike iz virtualnog objekta u stvarnom vremenu te mogućnost odabira meta i njihovog izgleda ovisno o situaciji i broju meta prisutnih ispred kamere. Uz sve to, ima mogućnost prepoznavanja meta iako im je dio prikriven ili je pak u području manjeg osvjetljenja. Vuforia je dostupna na mobilnim uređajima sa Android ili Window operacijskim sustavom. Iako je Vuforia napredna, ne podržava praćenje lica.[15]

6. Praktični dio

U ovome dijelu završnom radu opisan je postupak izrade modela utvrde Stari grad Đurđevac. Rad je započeo originalnim tlocrtom utvrde kako bi se dobio što točniji model.

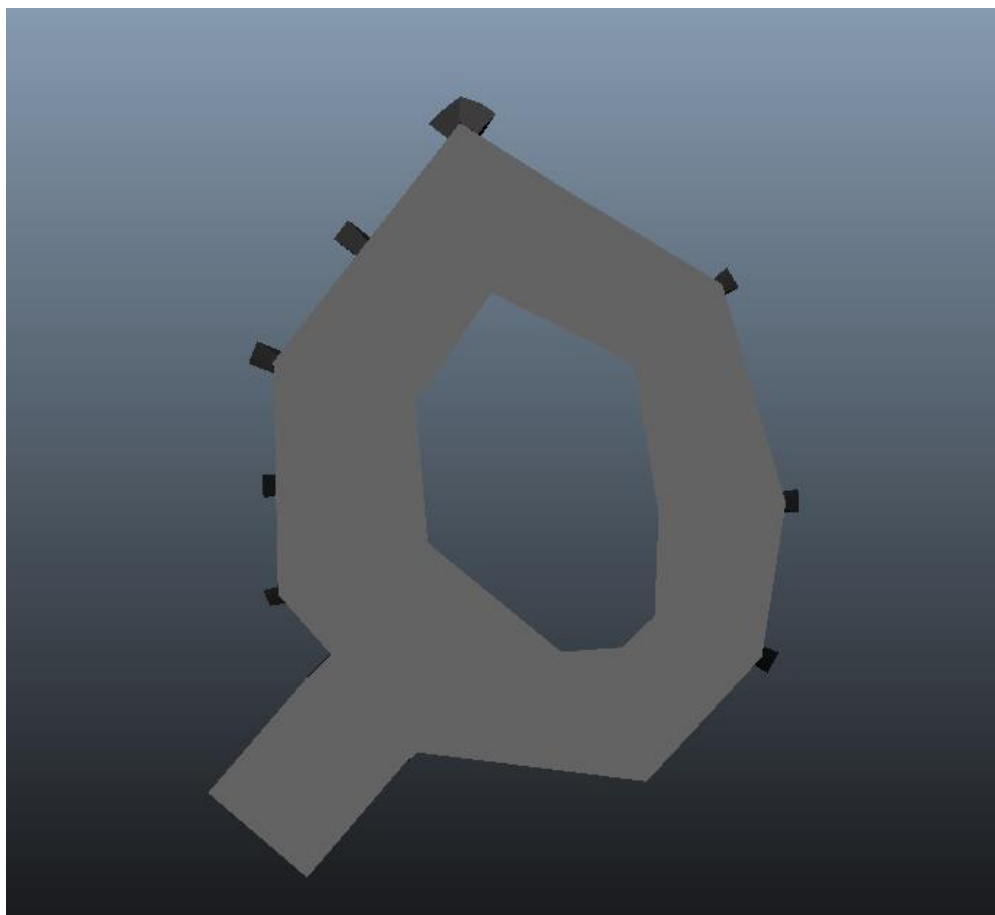


Slika 6-1 – tlocrt utvrde Stari grad

Model je bio izrađen prema današnjem stanju, a premda danas postoje samo bedemi (označeno tamnom bojom), oni su jedini izrađeni. Ostali dijelovi su razrušeni kroz povijest.

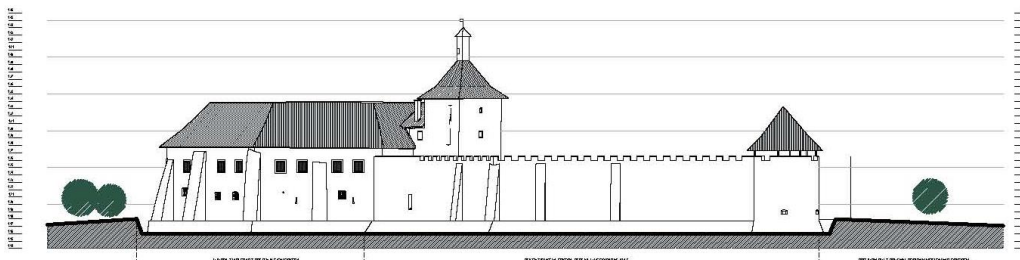
6.1. Autodesk Maya

Modeliranje je započelo nanošenjem fotografije tlocrta na prazno lice u vidu teksture. Ta tekstura je položena vodoravno kako bi model mogao prilagođavati i modificirati samom tlocrtu. Rad sam započeo izradom jednog jednostavnog pravokutnika, kojem sam izgled stranica mijenjao ovisno o tlocrtu. Prozirnost modela je postavljena na 75% kako bi se mogla vidjeti pozadina (u ovom slučaju je to tlocrt). Izgled sam mijenjao tako što sam označio lice (eng. face) tj. stranicu pravokutnika, te putem Q,W,E i R kratica mijenjao izgled, veličinu i orijentaciju stranice, ruba ili točke. Pomoću alata insert edge loop tool sam dijelio pravokutnik na više dijelova kako bi što preciznije mogao oblikovati model po svojoj želji. Premda utvrda ima 8 zidova i jednu kulu, bilo mi je potrebno 9 takvih pravokutnika. Kako bi bio siguran da su svi iste visine, prvi pravokutnik koji sam izradio, sam duplicirao 8 puta kako bi dobio 9 pravokutnika iste visine i orijentacije što će mi uvelike olakšati posao. Nakon toga sam napravio pravokutnik visine 2/3 zida kako bi dobio stupove na vanjskoj strani zidova. Na tlocrtu je ucrtano 7 stupova no u današnjem stanju, postoji 8 stupova (jedan je ostatak od starih zidova).



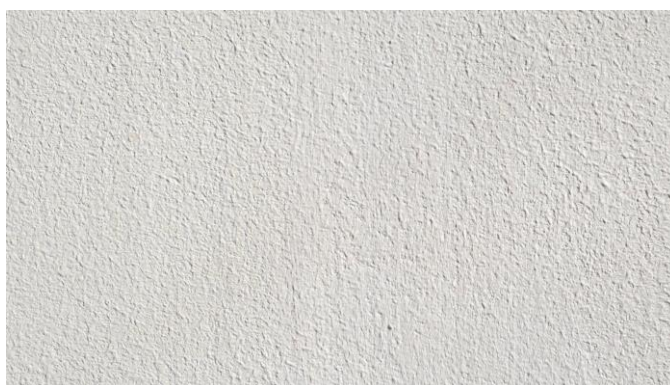
Slika 6-2 – izgled prema tlocrtu

Nakon toga sam izradio krov prema kutovima zidova. Prema nekoj vrsti bokocрта sam ispio odrediti omjer visine krova i visine zidova. Kao što je vidljivo na slici 7, krov na kuli počinje na visini gdje završava krov na bedemima te na sredini krova kule postoji drveni toranj.

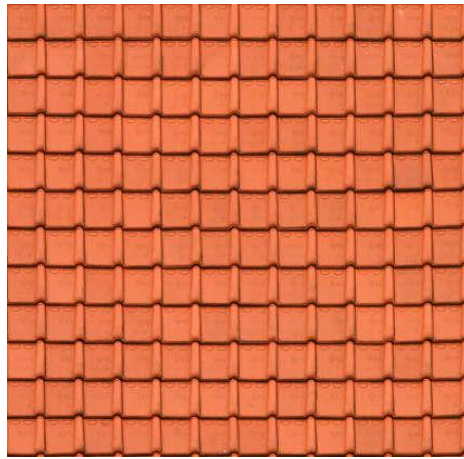


Slika 6-3 – bokocrt utvrde

Teksturiranje je započelo pronalaskom tekstura za krov i zidove kao najosnovnijih komponenti objekta. Teksture se nalaze u JPG formatu premda nam nije potrebna prozirnost već konzistentnost. Odlučio sam se za navedene teksture:



Slika 6-4 – tekstura zidova

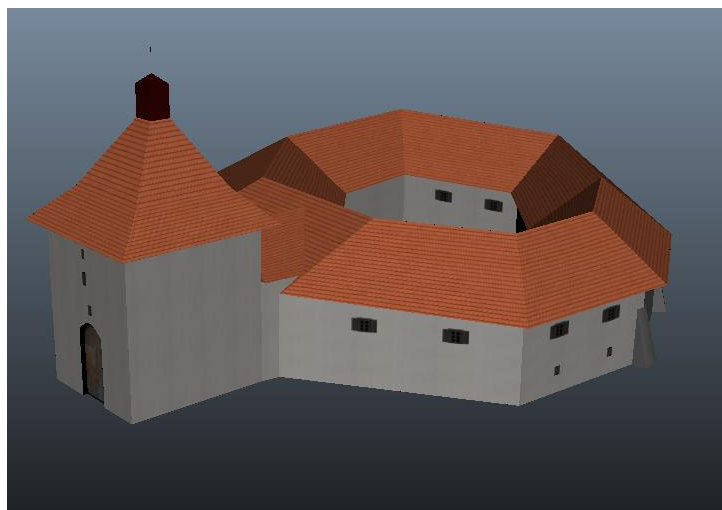


Slika 6-5 – tekstura krova

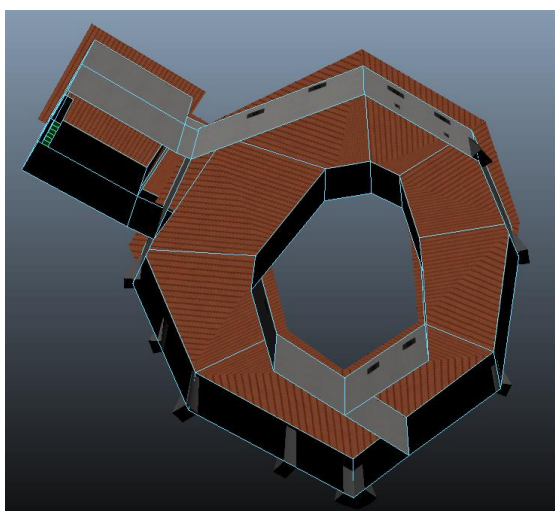
Nakon odabira modela kliknuo sam desni klik → Assign favorite material → Lambert te označio željenu teksturu koja se je aplicirala na objekt. Premda su postojale greške (tekstura se je prelomila), bilo je potrebno još rada u UV Texture Editoru. Premda se je koristila funkcija extrude, neke stranice su bile zabilježene u dvije dimenzije što sam ispravio sa odabirom problematične plohe te koristeći funkciju Planar mapping gdje sam odabra drugu orijentaciju za 2D zapis modela. Time sam ispravio dvodimenzionalnost plohe.

Nakon uspješnog teksturiranja zidova i krova, bilo je vrijeme za stvaranje prozora, prozorčića i vrata. Teksture sam morao spremiti u PNG formatu jer mi je bila potrebna funkcija prozirnosti dijelova teksture. Modele prozora i vrata nisam izrađivao premda nam je cilj izrada što brže i fluidnije aplikacije koju će moći pokrenuti svaki mobilni telefon sa Android operacijskim sustavom. Svi prozori, prozorčići i vrata su postavljeni na pravo mjesto kako bi se dobila željena istovjetnost pravom, postojećem Starom gradu.

Kada sam bio zadovoljan izgledom, imao sam za zadatak pobrisati određene dijelove modela koji će gušiti mobilni uređaj te nepotrebno usporiti izvođenje procesa. Tako sam pobrisao unutrašnje dijelove (stranice) te kompletan donji dio. Prilikom spremanja, obavezno je izvesti datoteku u FBX formatu kako bi model zadržao svoje teksture na svojem mjestu.



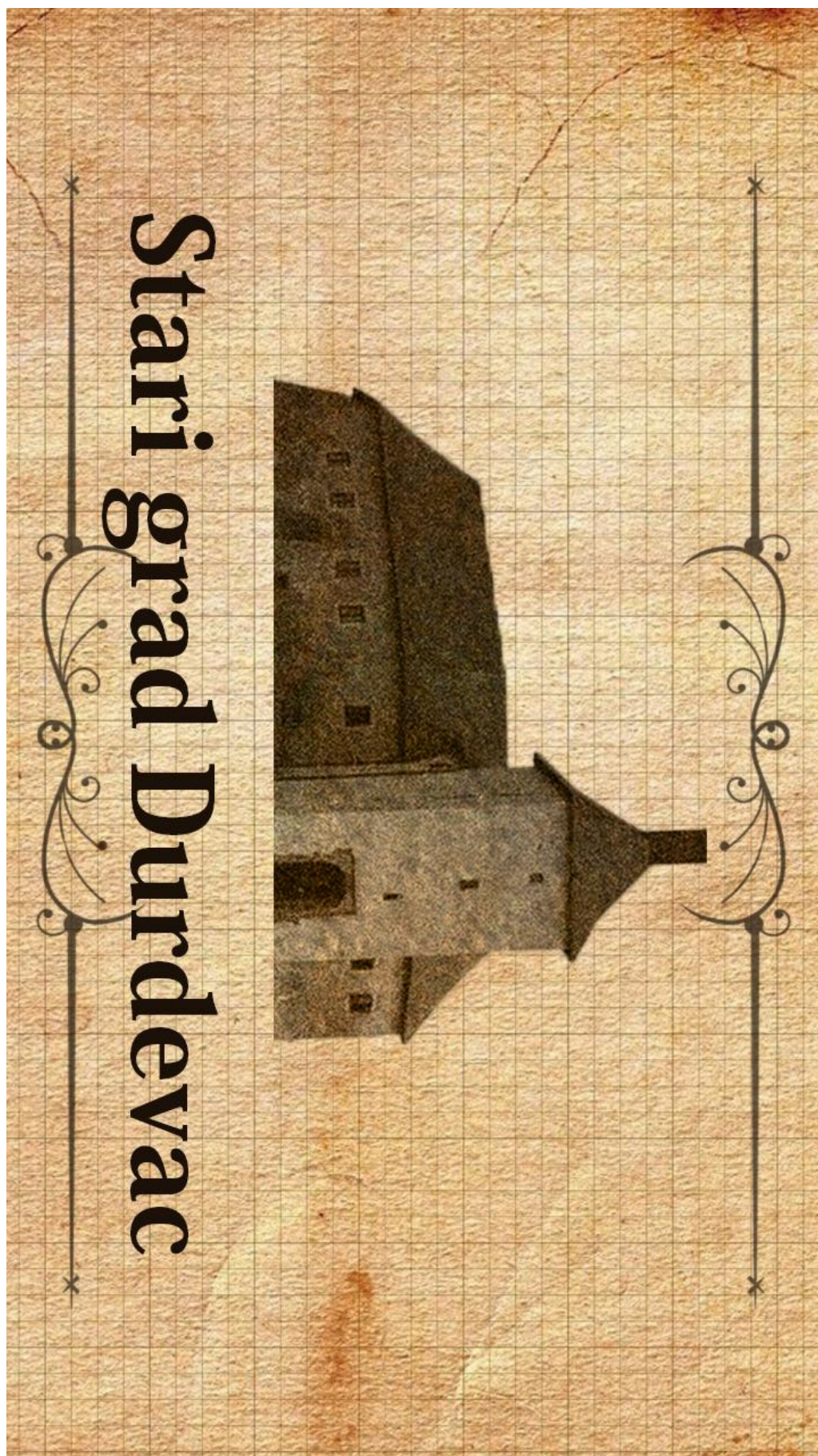
Slika 6-6 – krajnji izgled modela



Slika 6-7 – pogled na model odozdo

6.2. Izrada podloge

Podlogu sam izradio alatom Adobe Photoshop. Podloga mora sadržavati čim više referentnih točaka kako bi AR kamera mogla raspoznati u koji predio točno “gleda“. Zbog tog razloga sam preko pozadine stavio mrežu, kako podloga ne bi bila ravnomjerna i istobojna da se prilikom korištenja ne bi javili neki problemi. Uz mrežu, stavio sam utvrdu u sredinu i njezino ime ispod fotografije. Ispod i iznad su ukrasni ornamenti zbog istog razloga – razbijanja monotonije i istovjetnosti. Priložena se fotografija može koristiti za testiranje funkcionalnosti aplikacije.



Slika 6-8 - podloga na kojoj će se projicirati 3D model

6.3. Unity

Glavni fokus ovog projekta leži na implementaciji proširene stvarnosti u 3D model. Iako se Unity primarno koristi za kreiranje i modificiranje video igara, njegove mogućnosti u obliku sveobuhvatnosti u jednom programu stvaraju idealno okruženje za rad. Unity ima pristup svim sensorima koji su nam potrebni za ovaj zadatak te ga to u cijelosti čini najboljim rješenjem što se tiče ovog dijela zadatka.

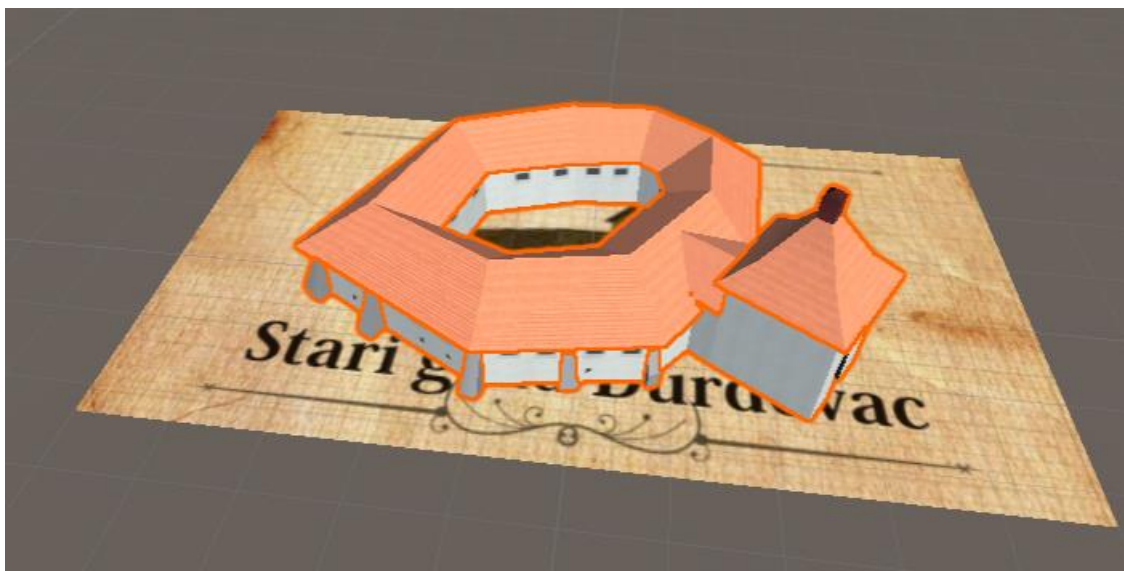
Nakon otvaranja Unity programa, obavezno treba odabrati Android platformu u opcijama izgradnje (eng. Build settings). Kako bi smo u programu omogućili dodatak Vuforia, treba je aktivirati pod XR postavkama. Bez dodatka Vuforie, nemamo podržanost proširene stvarnosti. Ovaj projekt u Unityu je sadržan od tri osnovne komponente:

- AR kamere
- Podloge
- Modela

Umjesto glavne kamere trebamo dodati kameru iz proširene stvarnosti (eng. AR Camera). Nju omogućujemo odlaskom pod padajući izbornik GameObject te lebdenjem miša preko postavke Vuforia, odabiremo opciju AR kamere.

Na sličan način dodajemo podlogu. Jedina razlika je u tome što odabiremo opciju Image umjesto AR kamere. Nakon toga dodajemo našu sliku za podlogu tako što dodamo fotografiju na službene web stranice Vuforie te tu fotografiju preuzmemo u obliku baze podataka čitljive Unity softveru.

Na jednostavan način dodajemo 3D objekt, i to tako što povučemo i pustimo FBX datoteku koju smo prethodno spremili, u projektni prozor. Iz tog prozora, povučemo istu datoteku na mjesto slike te transformiramo po želji.

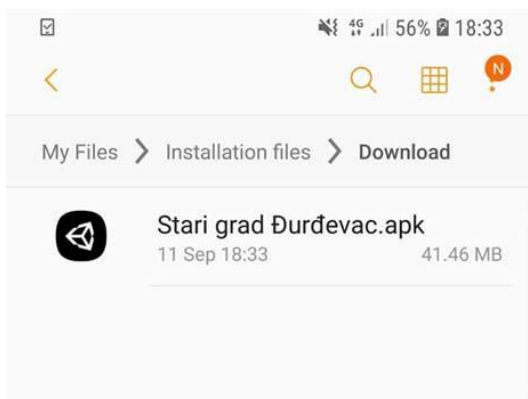


Slika 6-9 – izgled modela i podloge u programu Unity

Nakon što smo zadovoljni visinom, širinom i dužinom objekta, projekt spremimo kraticom CTRL + S. Zatim, klikom na Player settings, promjenimo ime produkta (ovo ime će biti vidljivo ispod ikonice nakon instalacije aplikacije na Android sustav) po želji. Nakon što smo podesili ime, kliknemo na gumb Build te odabiremo ime i lokaciju APK datoteke te kliknemo Ok.

6.4. Instalacija na Android operacijski sustav

Datoteku koju smo dobili klikom na gumb Build u programu Unity, prebacimo na Android uređaj putem USB kabela, Bluetooth-a ili nekih drugih načina prijenosa podataka (Cloud, WhatsApp,...). Nakon prebacivanja APK datoteke, datoteku pronalazimo na Android uređaju.



Slika 6-10– lokacija APK datoteke na uređaju

Prilikom instalacije, operativni sustav će nas tražiti za dopuštenje instalacije, u svrhu zaštite korisnika, jer ne može prepoznati autora datoteke, pa samim time ne zna da li treba vjerovati aplikaciji. Nakon potvrde instalacije, aplikacija se automatski instalira na uređaj.

Nakon što se aplikacija otvori, jednostavno kameru usmjerimo u pravcu predloška (slike) te se nama pred očima, na ekranu javlja proširena stvarnost gdje su prikazani Stari grad i podloga na kojoj se on nalazi.



Slika 6-11 – izgled proširene stvarnosti kroz aplikaciju

7. Zaključak

Kroz izradu ovog projekta, dalo se zaključiti da je pristup prilikom promocije, nekih manje razvijenih regija, zastario te da je potrebno neko novo osvježanje. Osvježanje je stiglo u obliku virtualnog 3D modela koji dolazi u zbilju pomoću proširene stvarnosti. Proširena stvarnost nije dovoljno proširena metoda promocije a vrlo je jednostavna za korištenje. Detaljnom razradom tlocrta i bokocrta, došlo se do detaljnih omjera prave, postojeće utvrde.

Proširena stvarnost nije pogled u budućnost, već u sadašnjost koja pruža mnoštvo prilika koje samo treba uhvatiti. Ideja za projekt je nastala sa željom da se stvori nešto unikatno, nešto što će ljudima izmamiti osmjeh i čuđenje na njihova lica. Nešto što će ih natjerati da im Stari grad Đurđevac ostane u posebnom sjećanju. Nešto što će izazvati Wow! efekt. A to nešto ni ne postoji u zbiljskom svijetu, već dolazi u život pogledom na male ekrane sa Android operativnim sustavima. I to nam donose sadašnjost, i budućnost. Zato se treba okrenuti modernim, domišljatim i efektnim načinima promocije koji će zainteresirati moguće posjetitelje.

U Varaždinu, dana 09.10.2018.

(potpis)

8. Literatura

- [1] <https://djurdjevac.hr/o-durdevcu/geografski-polozaj/>, dostupno 11.09.2018.
- [2] <https://djurdjevac.hr/gradska-uprava/interpretacijski-centar-picoijade-u-top-3-kulturne-atrakcije-godine/> dostupno 11.09.2018
- [3] <https://djurdjevac.hr/o-durdevcu/povijest/>, dostupno 11.09.2018.
- [4] Johnson, Joel: "The Master Key": L. Frank Baum envisions augmented reality glasses in 1901, 2012.
- [5] K. Pimentel, K. Teixeira: Virtualna stvarnost, 1993
- [6] R. S. Kalawsky: Znanost virtualne stvarnosti i okruženja: tehničko, znanstveno i inženjersko stajalište, 1993.
- [7] <https://hrcak.srce.hr/85897> , dostupno 11.09.2018.
- [8] http://techstore.escapestudios.co.uk/media/pdf/maya-2011/ESC_Autodesk_Maya_Gold_Subscription.pdf dostupno 11.09.2018.
- [9] M. Ingrassia: Maya for Games: Modeling and Texturing Techniques with Maya and Mudbox , 2017.
- [10] A. Watkins: Getting Started in 3D with Maya, 2012.
- [11] <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-F4FCE554-1FA5-447A-8835-63EB43D2690B-htm.html> dostupno 11.09.2018.
- [12] <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Maya-LightingShading/files/GUID-DC60577E-1A09-4D51-BD6E-6400F4F5EFD7-htm.html> dostupno 11.09.2018.
- [13] <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-14B4A5A3-A4CC-410C-B24B-93CB54B9BEFC-htm.html> dostupno 11.09.2018.
- [14] <https://docs.unity3d.com/Manual/LearningtheInterface.html> dostupno 11.09.2018.
- [15] https://www.researchgate.net/profile/Sharvari_Govilkar/publication/276855764_Comparative_Study_of_Augmented_Reality_Sdk's/links/57c5993908ae6db2cc769c36/Comparative-Study-of-Augmented-Reality-Sdks.pdf dostupno 11.09.2018.
- [16] <http://www.marketwired.com/press-release/unity-technologies-lands-12-million-series-b-funding-led-westsummit-capital-iglobe-partners-1540593.htm> dostupno 11.09.2018
- [17] <http://rg.c-hip.net/2012/seminari/kudeljnjak-lozic/works.html> dostupno 11.09.2018.
- [18] <https://www.vuforia.com/features.html> dostupno 11.09.2018

[19] <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/understanding-different-light-types>
dostupno 11.09.2018

[20] <https://core.ac.uk/download/pdf/41809997.pdf> dostupno 11.09.2018

9. Popis slika

Slika 4-1 korisničko sučelje Autodesk Maya 2012	8
Slika 4-2 - XYZ orijentacija	8
Slika 4-3 - Mapiranje 3D modela u 2D model	10
Slika 4-4 - primjena teksture na 3D model	10
Slika 4-5 - reflektorno svjetlo	12
Slika 4-6 - točkasti izvor svjetla	12
Slika 4-7 - svjetlo područja	13
Slika 4-8 - usmjereno svjetlo	13
Slika 5-1 - korisničko sučelje Unity-a	16
Slika 5-2 - projektni prozor u programu Unity	16
Slika 5-3 – prikaz scene u programu Unity	17
Slika 5-4 – hijerarhija u programu Unity	17
Slika 5-5 - inspektor u programu Unity	18
Slika 5-6 – alatna traka u programu Unity	18
Slika 6-1 – tlocrt utvrde Stari grad	20
Slika 6-2 – izgled prema tlocrtu	21
Slika 6-3 – bokocrt utvrde	22
Slika 6-4 – tekstura zidova	22
Slika 6-5 – tekstura krova	23
Slika 6-6 – krajnji izgled modela	24
Slika 6-7 – pogled na model odozdo	24
Slika 6-8 - podloga na kojoj će se projicirati 3D model	25
Slika 6-9 – izgled modela i podloge u programu Unity	27
Slika 6-10– lokacija APK datoteke na uređaju	27
Slika 6-11 – izgled proširene stvarnosti kroz aplikaciju	28

10. Prilozi

- Poveznica za preuzimanje APK datoteke
https://drive.google.com/file/d/1iuGy50so8_JYR1bPZCmDpH9F_cmBTjL/view?usp=sharing
- DVD sa radom