

UNIVERZITET SINGIDUNUM
Departman za posleddiplomske studije

Master rad

Trodimenziionalna vizuelizacija

Mentor:

Prof. dr Dragan Cvetković

Student:

Branislav Bogdanović

Br. indeksa: 410360/2011

Beograd, 2013.

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	3
1.1 Predmet istraživanja.....	3
1.2 Ciljevi istraživanja.....	3
1.3 Hipoteze istraživanja.....	3
1.4 Metode istraživanja.....	4
1.5 Struktura rada.....	5
2. Trodimenzionalna vizualizacija.....	6
2.1 Filmska industrija.....	7
2.2 Industrija video igara.....	10
2.3 Marketing.....	16
2.4 Arhitektonska vizuelizacija.....	18
3. Postupci u izradi vizualizacije.....	21
3.1 Ideja i koncept.....	22
3.2 Razvoj ideje i planiranje.....	23
3.3 Modelovanje.....	24
3.4 Materijalizacija.....	26
3.5 Osvetljenje.....	27
3.6 Animiranje.....	28
3.7 Renderovanje.....	30
3.8 Post Produkcija.....	31
4. Softver za 3D vizuelizaciju.....	32
4.1 3dsMax.....	33
4.2 Autodesk Maya.....	39
4.3 Blender.....	39
4.4 CINEMA 4D.....	39
4.5 Zbrush.....	40
4.6 Mudbox.....	40
5. Softver za postprodukciju i koncept.....	41
2.1 Adobe Photoshop.....	41
2.2 Adobe AfterEffects.....	43
6. Primeri 3D Vizuelizacije.....	44
7. Zaključak.....	63
8. Literatura.....	64

Abstrakt

Master rad na temu trodimenzionalna vizuelizacija je pisan sa idejom da prikaže najnapredniju granu na polju grafičke vizuelizacije. Korišćenjem raznih tehnika i softvera, možemo dobiti uverljive i fotorealistične vizuelizacije.

Tokom rada prikazana je primena ovog tipa vizuelizacije na raznim poljima, kao i softver koji se najčešće koristi. Primeri vizuelizacije su prikazani detaljno kao i etape u izradi istih.

Ključne reči: trodimenzionalna, vizuelizacija, 3D, modelovanje, renderovanje, teksture, osvetljenje, indirektno, produkcija

Abstract

This Master's thesis on 3D visualisation is written with the idea to show the most advanced branch in the field of graphics visualisation. Using all sorts of techniques and software we can produce very convincing and photorealistic visualisations.

During the thesis the use of this type of visualisation has been shown in many fields, and software it uses most frequently. Examples of 3D visualisation have been shown in great detail, and stages they went through.

Key words: three-dimensional, visualisation, 3D, modeling, rendering, textures, lightning, indirect, production

1. Uvod

1.1 Predmet istraživanja

U ovom radu će biti prikazan značaj i napredak na polju grafičke, a najviše trodimenzionalne vizualizacije. Evolucija računarske grafike i informatike uopšte, omogućava neprekidan i kvalitetan razvoj svakog oblika računarske vizuelizacije.

Razvitak vizuelizacije omogućava sve veći spektar njene primene: arhitektura, filmska industrija, interaktivni multimediji, medicina, edukacija i mnoge druge. Računarska grafika je napravila verovatno najveći pomak u vizuelizaciji, još od pronalaska centralne perspektive iz perioda Renesanse.

Kroz razne sfere trodimenzionalne vizuelizacije i njene primene, biće prikazani procesi izrade pojedinih vizuelizacija, kao i završni radovi.

1.2 Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je proučavanje elemenata trodimenzionalne vizuelizacije i njene sve šire primene, raznovrsnog softvera koji dozvoljava sve veći napredak na ovim poljima, i proces dobijanja završnog proizvoda tj, same vizualizacije.

Od same ideje, preko koncepta na papiru ili nekoj digitalnoj formi, pa sve do završne obrade i poliranja, rezultat istraživanja vizualizacije treba da prikaže što više načina i tehnika dobijanja željenih vizualizacija.

1.3 Hipoteze istraživanja

Računarska grafika je danas dominantni stvaraoc vizualizacija. Kod trodimenzionalne vizualizacije, računarska grafika je već neophodna i pruža nezaustavljiv razvoj. Popularnost ovog vida vizualizacije je sve veća u poslednjih 20 godina, a trenutno i definitivno najveća i najsavremenija. Pristupačnost izrade trodimenzionalnih vizuelizacija preko usavršavanih softvera je direktno zaslužna za ovako brz razvoj, popularnost i primenu.

1.4 Metode Istraživanja

Metodološku osnovu ovog rada čini dijalektički metod istraživanja, metoda koja se zasniva na posmatranju, istraživanju pojava i zakonitostima, istorijskom razvoju, itd. U ovom slučaju, te pojave su sami procesi dobijanja željene trodimenzionalne vizualizacije i postupci u radu sa određenim softverom.

Osnovne naučne metode koje su primenjivane tokom istraživanja:

- metoda analize i sinteze - sa kojima se proces trodimenzionalne vizualizacije raščlanjuje na pojedinačne, jednostavnije i osnovnije procese, kako bi se oni lakše shvatili, a njihovim ponovnim kombinovanjem dolazi se do shvatanja celog procesa, odnosno dobijanja željene vizualizacije
- metoda indukcije i dedukcije - sa kojima se na osnovu analize pojedinačnih procesa dolazi do zaključka o opštem procesu trodimenzionalne vizualizacije, i obrnuto
- metoda klasifikacije - sa kojom se navodi svaki pojedinačni proces i podproces izrade
- metoda deskripcije - sa kojom se tačno opisuje i definiše svaki pojedinačni procesi podproces izrade
- metoda kompilacije - sa kojom se upotrebljavaju postojeći radovi i saznanja iz oblasti računarske grafike i trodimenzionalne vizualizacije
- komparativna metoda - sa kojom se upoređuju razne tehnike u izradi kao i softver

Tokom istraživanja bio je imperativ poštovanje sledećih principa naučnog istraživanja i saznanja:

- objektivnost
- pouzdanost
- preciznost
- opštost
- sistematičnost

1.5 Sturktura rada

Ovaj rad je strukturiran u 6 velikih poglavlja. U prvom poglavlju predstavljena je problematika koja se istražuje i definisana metodologija istraživanja. U drugom poglavlju predstavljen je uvod i opis trodimenzionalne vizualizacije. Primene ovog vida vizualizacije su sve češće i obuhvataju razne sfere naših života. U već navedenom drugom poglavlju su predstavljeni najpopularniji i najzastupljeniji vidovi primena. U trećem poglavlju je prikazan sam proces dobijanja trodimenzionalne vizualizacije. U zavisnosti od vizualizacije, neki elementi u ovom procesu su opcioni. Kod četvrtog poglavlja, upoznajemo se i upoređujemo neke od najpopularnijih softvera za izradu trodimenzionalne vizuelizacije. Peto poglavlje je namenjeno softveru koji se tiče računarske grafike i obrade, ali je takođe usko povezan sa trodimenzionalnom vizuelizacijom kojoj dodeljuje finalni proces – post produkciju. U šestom poglavlju možemo videti neke od dodatnih primera primene trodimenzionalne vizualizacije. Kreator navedenih primera tj radova je ujedno i pisac ovog rada.

2. Trodimenzionalna vizuelizacija

Trodimenzionalna grafika je deo računarske grafike koja koristi trodimenzionalni prikaz geometrijskih oblika (podataka) koji se čuvaju na računaru za potrebe i prikazivanje dvodimenzionalnih slika.¹ Takođe predstavlja najobimniju granu računarske grafike, i nudi niz kompleksnih tema, tehnika i postupaka izrade i primene. Kod ovog vida računarske grafike, postoji nekoliko koraka u postupku izrade kao što su: modelovanje, importovanje (unos) podakata iz drugih programa u 3d, pravljenje tekstura i materijala za objekte, renderovanje itd.



Slika 1 - 3D Vizualizacija sobe (Branislav Bogdanović 2010)

Ovaj tip računarske grafike, ima široku primenu u današnjem svetu. Počevši od filmova, specijalnih efekata, produkcije, video igara pa sve to arhitektonske vizuelizacije, trodimenzionalna grafika je vrlo važan alat.

¹ http://bs.wikipedia.org/wiki/3D_ra%C4%8Dunarska_grafika (6.6.2012)

2.1 Filmska Industrija

Primena u svetu filma predstavlja modelovanje karaktera i scena, celokupne animacije i naravno specijalnih efekata. Ovakav tip filmova zahteva i veći budžet, bolju koordinaciju, veće timove i kvalitetnije producente. Kada je reč o animaciji, danas se najviše koristi za izradu crtanih filmova i ubacivanje nerealnih pojava, fantastike i čudovišta u igranim filmova. Obzirom na munjevit napredak trodimenzionalne grafike i dizajna, fotorealizam u toj sferi nam takođe dozvoljava da pravimo uverljive kopije živih bića.



Slika 2 - Avatar (2009)

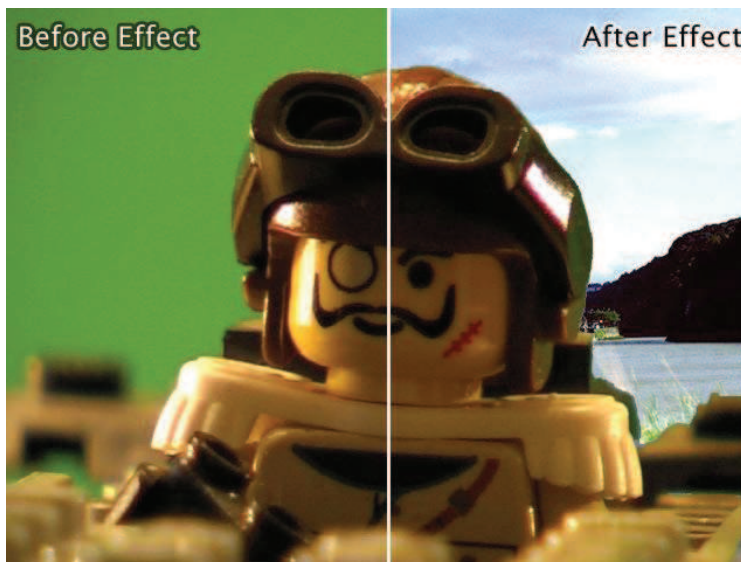
Pojam CGI (Computer-generated imagery) ili krace CG, se danas najviše odnosi upravo na ovu granu trodimenzionalne vizuelizacije – kompjuterski animirani filmovi i sekvence. Profesionalan softver i veće brzine računara su omogućile da pored manjih udruženja tj kompanija, individualni korisnici mogu napraviti svoja CGI ostvarenja. Ovaj pomak je čak napravio i malu internet podkulturu zvezda, klišeja i novih tehničkih izraza.²



Slika 3 - Matrix Reloaded (2003)

² http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-generated_imagery 6.6.2012

Chroma key Compositing ili skraćeniije *Chroma keying* predstavlja posebnu tehniku na polju specijalnih efekata. Ova tehnika se se iscrpno koristi u CGI industriji radi odstranjivanja pozadine sa slike ili videa. Ova pozadina je najčešće zelene i plave boje, a uz pomoć navedene tehnike, možemo obeležiti ceo ton zadate boje, i staviti umesto nje potpuno drugačiju, živu pozadinu – sliku ili čak animaciju. Treba napomenuti da je ova tehnika takođe dosta korišćena i u prenosu televizijskih (ili internet) vesti i video igrama. Chroma keying može da radi uz bilo koju boju koja je postavljena kao pozadina, međutim, zelena i plava se koriste najčešće jer se one najviše razlikuju od tonova boja ljudske kože, zbog toga, nijedan deo na sceni ne sme imati boju koja je namenjena za zamenu pozadine.³



Slika 4 – Pre/posle chroma key

U prenosu vesti, vremenske prognoze i aktuelnih događaja na televiziji (a sve češće i na internetu), specijalni post-produkcijski efekti su postali glavni alat kod vizualizacije. Navedenom Chroma key tehnikom, možemo ubaciti bilo kakav 2D ili 3D sadržaj u neki prenos. Najbolji primer je prenos vremenske prognoze kada voditelj stoji ispred velike mape, sa animiranim prikazom vremena na pojedinim prostorima, u tom i sličnim slučajevima, voditelj zapravo stoji ispred velikog platna u određenoj boji (plava ili zelena najčešće).



Slika 5 – Pre/posle chroma key

³ http://en.wikipedia.org/wiki/Chroma_key 6.6.2012

Primena Chroma key-a je definitivno najatraktivnija i najkorisnija u celoj multimedijalnoj industriji i industriji zabave. Kod filmova i video igara se koristi za specijalne efekte i interaktivne pozadine. Napredni stadijum trenutnog softvera kao što je Pinnacle Studio, Adobe Premiere ili Adobe AfterEffects, dozvoljava čak i individualnim korisnicima uz pristupačne početne setove plavog ili zelenog platna, da naprave atraktivne efekte i zamene pozadine uz ove tehnike.⁴



Slika 6 – Studijski set za chroma keying

Najveći izazov kod ove tehnike su definitivno senke, osvetljenje i ekspozicija. Kod pozadine sa određenom bojom koja će biti zamenjena kroz Chroma key, mora biti što manje dizbalansa u boji. Ovakvi uslovi nalažu da ne sme biti prejakih senki, koje se izbegavaju najčešće dobrim studijskim osvetljenjem, ili kvalitetnom obradom u postprodukciji.⁵

Pored dodavanja CGI sadržaja i efekata u igrane filmove, serije i druge oblike multimedije, neki od navedenih ostvarenja mogu biti kompletno CGI, to znači da su sve pozadine, likovi, kompletna fizika i animacija, zapravo trodimenzionalna vizuelizacija. U poslednjih par decenija, broj studia koji se bavi isključivo pravljenjem CGI filmova je sve veći i veći, kao što i kvalitet i fotorealizam istih prelazi granice naših očekivanja.



Slika 7 – WALL-E (2008)

⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Chroma_key 6.6.2012

⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/Chroma_key#Even_lighting 6.6.2012

2.2 Industrija video igara

Video igre su postale jedan od glavnih izvora zabave danas. Razvoj video igara je doveo do toga da razvoj istih postaje polako vid umetnosti, a celokupna scena – gaming industrija. Neizostavna komponenta i srž ovog vida zabave je trodimenzionalna grafika, bez koje nijedna video igra danas ne bi postojala.

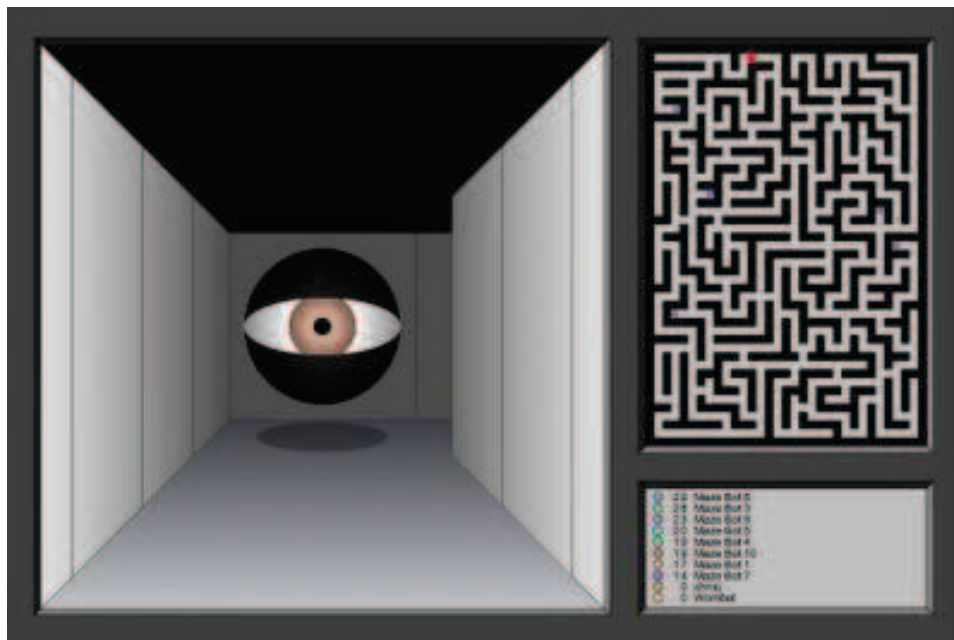
Trodimenzionalna grafika u video igrama je odgovorna za likove, svetove, pravila, efekte, doživljaj i sam dizajn. Počevši od svoje rane ekspanzije u 80tim godinama, video igre i dan danas sve više privlače ljude i prave najjaču industriju u svetu zabave. Posao jednog stručnjaka za 3D grafiku kod video igara, može biti ranozvrstan: dizajniranje likova, dizajniranje svetova, animacija, vizuelni efekti, motion capture (registovanje realnih pokreta tela koji se koriste za animaciju), kao i mnogi drugi manji poslovi koji doprinose razvoju jedne video igre. Računarska grafika u video igrama takođe napreduje iz godine u godinu, shodno sa neophodnim Hardware-om. U prilici smo da vidimo sve realnije svetove, uverljivije likove, kao i odličnu mimiku i glumu.⁶



Slika 8 – Wolfenstein 3D (1992)

⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Video_game 6.6.2012

Sam razvoj video igara potiče od uređaja namenjenim za tu svrhu – konzole. Konzole su hardverski uređaj koji je odgovoran za input (džojstik, džojped), procesuiranje i output (grafički prikaz na TV-u ili monitoru) jedne video igre. Hardverski napretci i poboljšanja su doveli do brze evolucije konzola, počevši od Atari 2600 pa sve do današnjih vodećih brendova kao što su Xbox360, PlayStation 3 i Wii U.



Slika 9 – 3D Maze

Evolucija konzola za video igre:

Razvoj i 3D grafika na konzolama je daleko dogurala od PACMAN-a, PONG-a i ostalih predaka današnjih igara. Već duže vreme, konzole nam dozvoljavaju da doživimo video igre u komforu našeg doma. Agresivno nadmetanje poznatih kompanija koje razvijaju konzole, je dovelo do munjevitog razvoja istih i do boljeg kvaliteta. Do današnjeg dana, postoji preko 70 poznatih konzola, a sledeća lista prikazuje one najupečatljivije.⁷

- **Brown Box (1967)** – Drvena konzola sa 2 prikačena kontrolera u obliku kutije (otud i naziv Braon Kutija). Tvorac je Ralph H. Baer, poznatiji kao „Otac video igara“. Konzola je sadržala svega 6 igara: stoni-tenis, tenis, rukomet, odbojku, igra jurnjave i pucanje svetlosnim pištoljem.

⁷ <http://www.hongkiat.com/blog/evolution-of-home-video-game-consoles-1967-2011/> 6.6.2012

- **Magnavox Odyssey (1972)** – Izlaskom “Brown Box”-a, konzola je kupljena i licencirana od strane Magnavox-a. Ovo je i prva zvanična kućna konzola, uz izuzetno primitivnu grafiku, ova konzola nije proizvodila zvuk.
- **Atari Pong system (1975)** – Atari je 1975. godine odlučio da od popularne arkadne mašine iz 1973. napravi verziju za kućnu upotrebu. Iste godine, Magnavox izbacuje nove verzije svoje konzole, 100 i 200.



Slika 10 – Atari Pong system (1975)

- **Nintendo i Coleco (1978-1980)** – Nintendo, firma koja će postati jedan od najvećih igrača u industriji video igara u naredne 3 decenije, izbacuje svoje prve konzole. **Color TV Game Series** je bila dostupna samo u Japanu. Ove konzole su pratile razvoj atari igara kao što su pong i dr. Rame uz rame sa Atarijem, Coleco je pravio nove unapređene verzije svojih konzola, sa većim izborom igara.
- **Nintendo (NES) i Sega (1981-1985)** – Zlatno doba industrije video igara. Nintendo i Sega u ovom razdoblju dominirali svojim napretkom i raznovršnošću. Predstavljanjem novih žanrova, i izbacivanjem pong-style igara, industrija video igara je u ovom razdoblju počela da napreduje brže nego ikad. Grafički prikaz je bio sve bolji i bolji, a potencijal trodimenzionalne grafike je polako počeo da se rađa. Prva Segina konzola je SG-1000 iz 1983. godine, a naslednik je čuvena Sega Master System iz 1985. Nintendo je u ovom razdoblju ipak dominirao sa svojim **Nintendo Entertainment System (NES)** konzolom, inače najprodavanijom u ovom razdoblju. Ova konzola je Nintendo obezbedila ime i



Slika 11 – NES

jedan od najprestižnijih statusa u industriji video igara danas.

- **SNES i Sega Mega Drive/Genesis (1986-1990)** – Borba između Nintendo i Sege se nastavlja. Obe firme su imale vrlo uspešne konzole u ovim godinama, Sega sa svojim **Sega Mega Drive i Genesis** sistemom 1988. godine, a Nintendo 2 godine kasnije sa **Super Nintendo Entertainment System**-om.
- **Commodore Amiga CD32 (1991-1993)** - Početkom 90ih godina, donela je promenu u korišćenju medija za video igre. Prelaskom sa kertridža na kompakt diskove (CD), omogućen je nekoliko puta veći razvoj za video igre, skladištenje istih i napredak u vidu grafike. Ovaj početak transformacije i zamene medija, obeležava sve brži prelaz iz 2D-a u 3D.



Slika 12 – Amiga CD32

- **Sony Playstation i Nintendo 64 (1994-1997)** – Sony je 1994. godine konačno prikazao jednu od najpoznatijih konzola dan-danas – **Playstation**. U ovom periodu se definitivno vidi ogroman pomak u trodimenzionalnoj grafici, sto je zasluga prelaska sa kertridža na kompakt diskove. Povećavanjem kapaciteta memorije, hardvera i video prikaza, trodimenzionalna grafika u video igrama je počela da biva sve kompleksnija i naprednija. Nintendo takođe nije zaostajao sa svojim **Nintendo 64** sistemom, koji je doduše ostao na kertridžima.
- **Sega Dreamcast, Sony Playstation 2, Nintendo Gamecube i Xbox (1998-2004)** – Sega je sa svojim Dreamcast sistemom iz 1998. godine prva omogućila korisnicima pristup internetu preko svog ugrađenog modema. Dve godine kasnije, Sony je napravio velik napredak izbacivši naslednika - Playstation 2. 2001. godine Nintendo je sa svog 64 sistema, konačno prešao na CD-medije sa svojim GameCube sistemom. Iste godine, Microsoft ulazi u industriju video igara sa svojom izuzetno uspešnom Xbox konzolom, koja je takođe omogućavala on-line pristup i igranje igara u mreži preko svog Xbox Live servisa.
- **Playstation 3, Xbox360 i Wii (2005-danas)** – Konačno, trenutna generacija konzola ima mesta za samo 3 nadmetača, a to su: Sony Playstation 3, Microsoft Xbox360 i

Nintendo Wii. Playstation i Xbox sa svojom punom podrškom za 1080p (1920x1080 rezolucija) i naprednim hardverom za renderovanje najlepše i najnaprednije grafike do današnjeg dana, i Wii sa svojim inovativnim senzorom za detekciju 3D pokreta u prostoru, su napravili najveći korak u razvoju trodimenzionalne grafike u industriji video igara. Sve 3 konzole su par godina nakon svog prvog prikaza razvile dodatke za detektovanje 3D pokreta u prostoru – WiiMotionPlus, Sony Move i Xbox Kinect.



Slika 13 – Nintendo Wii, Playstation 3, Xbox360

Sa pojavljivanjem ubrzanih 3D grafičkih procesora, video igre su u poslednje 2 decenije dobile proširene grafičke performanse, prelaskom iz 2D-sprite sličica, pa sve do pojavljivanja 3D perspektive i poligona. U ranom razvoju trodimenzionalne grafike, mnoge igre su koristile takozvani **FIXED 3D**, koji se koristio za neinteraktivne sadržaje, kao što su recimo pozadine, nebo i sl.

Industrija video igara izbacuje sve više i više grafičkih engine-a, koji su zaslužni za kompletan izgled i funkcionalnost trodimenzionalne grafike jedne igre. Zbog činjenice da se grafički podaci kao što su 3D modeli, senke, svetlo, materijali i texture obrađuju u realnom vremenu (**Real-time rendering**), hardverski kapaciteti i dan danas ne dozvoljavaju beskonačnu upotrebu grafičkih resursa i podešavanja. Jedan od većih problema i izazova jesu upravo ti resursi. Optimizovanje i konfigurisanje podataka, poligona, senki, količine rezolucije i drugih stvari, je postala posebna grana pa čak i zanimanje u ovom segmentu industrije. Modelovanje, materijali, osvetljenje i animacija u video igrama su dosta primitivniji od CGI filmova danas, zbog svog renderovanja u istom vremenu, i zahtevaju određene granice kao što su Low Poly Modeling, smanjivanje rezolucije materijala, senki i količina ispaljenih fotona iz svetlosnih izvora.⁸

⁸ http://en.wikipedia.org/wiki/Video_game 6.6.2012



Slika 14 – Vizualizacija igre Starcraft2 – *Branislav Bogdanović (2010)*



Slika 15 – Vizualizacija igre Starcraft2 – *Branislav Bogdanović (2011)*

2.3 Marketing

Impresivan napredak trodimenzionalne grafike i vizuelizacije kao i mogućnost da se dosta stvari prikažu foto realistično, privukle su poslednjih godina i marketing industriju. Reklame, džinglovi, bilbordi, katalogi i ostali propagadni marketinški materijal danas ne može da se zamisli bez ubacivanja nekog elementa koji je grafički obrađen i predstavljen trodimenzionalno.



Slika 16 – Vizuelizacija automobila

Danas je integracija CGI-a u reklame i džinglove postala opšta praksa, korišćenjem najsavremenijih tehnika modelovanja, materijalizacije, animacije i renderovanja, dobijamo ponekad i skroz foto-realistične prikaze, koji su izuzetno atraktivni. Trodimenzionalna grafika je svojom privlačnošću i napretkom definitivno pomogla marketinškoj industriji da svoje ideje vizualizuje potrošačima na trenutno najbolji mogući način.



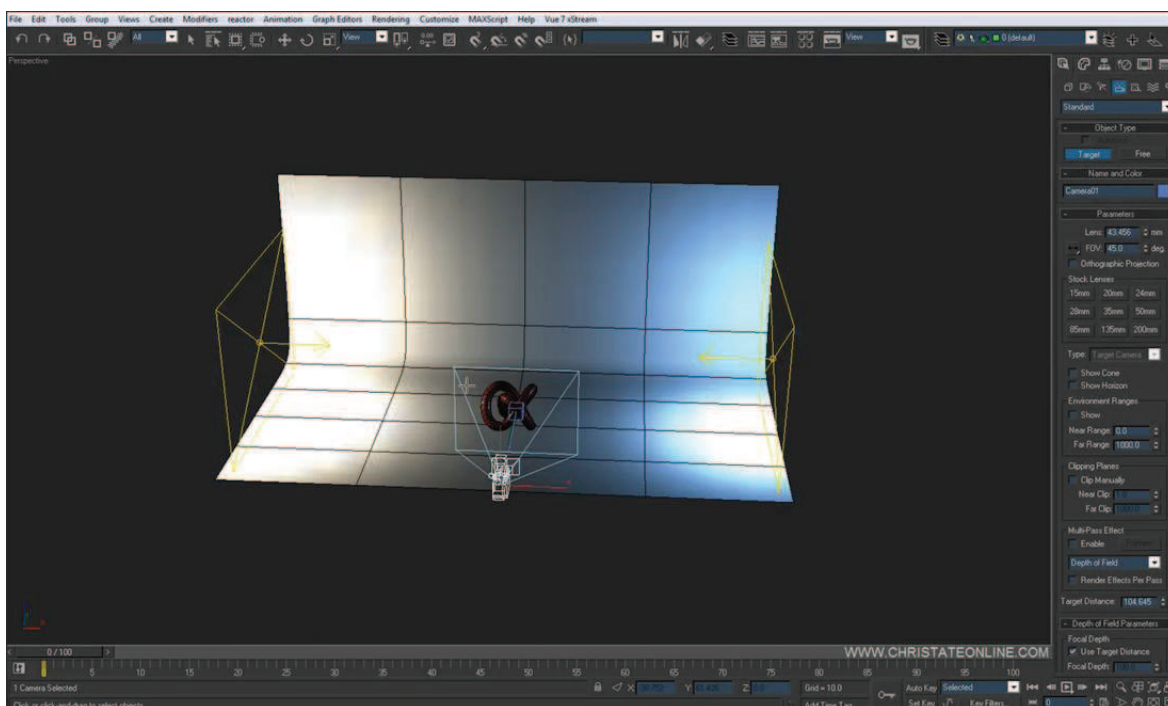
Slika 17 – 3D Vizuelizacija nameštaja – *Branislav Bogdanović (2011)*

Korišćenjem najsavremenijih softverskih alata kao što su 3dsMax, Maya, Cinema 4D i dr, možemo našu trodimenzionalnu scenu tj vizualizaciju uvesti u igrani deo nekog projekta. Najčešći i najpopularniji način za ovo je korišćenje pomenutog Chroma key efekta.

Napredak u osvetljenju i softverskim algoritmima koji realno generišu svetlosne fotone i izračunavaju njihovu putanju, omogućava nam da virtuelno svaki proizvod koji želimo da prikazemo javnosti i potrošačima, izgleda foto realistično.

Danas ne postoji nijedna grana u svetu koja u svojoj ozbiljnom marketinškom sektoru ne koristi trodimenzionalnu vizuelizaciju. Visoko kvalitetne prikaze možemo videti na foto realističnim automobilima, nameštaju pa čak i hrani.

Već pomenuti napredni 3d softver nam omogućava da neki proizvod prikazemo pod studijskim osvetljenjem, isto kao i u realnom svetu. Podešavanjem bele (najčešće) ovalne pozadine i pažljivo podešenih i usmerenih svetala, dobijamo naš virtuelni 3d studio, koji je u stanju da proizvede izuzetno atraktivne foto realistične slike i animacije.



Slika 18 – Postavka studijskog osvetljenja u 3dsMAX-u

2.4 Arhitektonska vizuelizacija

Jedna od najpopularnijih primena trodimenzionalne vizuelizacije na napšim prostorima je arhitektonska vizuelizacija (ArchViz). Kada je reč o prodaji nekog objekta, enterijera, nameštaja i drugih stvari, bitnu ulogu igra prezentacija. Uz pomoć savremenih tehnika trodimenzionalne grafike, ArchViz može doneti ogromnu zainteresovanost za dati objekat. Uglavnom se u saradnji sa arhitektama i projektantima, uzima 2D crtež, i dižu osnove, zatim, raznim tehnikama se modeluje i materijalizuje dati objekat, koji je na kraju spreman za plakat, ili neku drugu vrstu promotivnog materijala.

Poštovanje proporcija date vizualizacije je izuzetno bitna stvar u izradi foto realističnih fotografija, kako zbog realnog prikaza, tako i zbog savremenih softvera koji su odgovorni za kompletnu izradu. Trenutno najpopularniji 3D softver za ovaj vid vizuelizacije je definitivno 3dsMAX.

Trodimenzionalni foto realistični renderi, igraju izuzetno bitnu ulogu u investiranju i prodaji nekretnina. Ova vrsta vizuelizacije nam omogućava da sagledamo budući projekat na najbolji mogući način, pre njegove same izrade (u ovom slučaju, zidanja), a pritom ga možemo i menjati na sve moguće načine.⁹

Foto realistične 3D rendere možemo prikazati kroz:

- **2D slike (still images)**
- **Arhitekturna animacija, sprovođenje kamere kroz obejat (walkthrough)**
- **Virtuelni obilazak**
- **3D renderi u realnom vremenu (realtime 3D rendering)**
- **Panoramski renderi**
- **Renoviranje starih objekata**

Izrada trodimenzionalne vizualizacije u oblasti arhitekture se deli na 2 grane: Enterijer i Eksterijer. Pristup izradi jednog enterijera je totalno drugačiji od izrade eksterijera. Počevši od samog modelovanja, koje zahteva doradu i detaljisanje na različitim mestima, pa sve do postavke kamere i završne obrade, radi dobrog kadriranja. Definitivno najteži zadatak i ono što najviše deli ove 2 grane jeste osvetljenje.

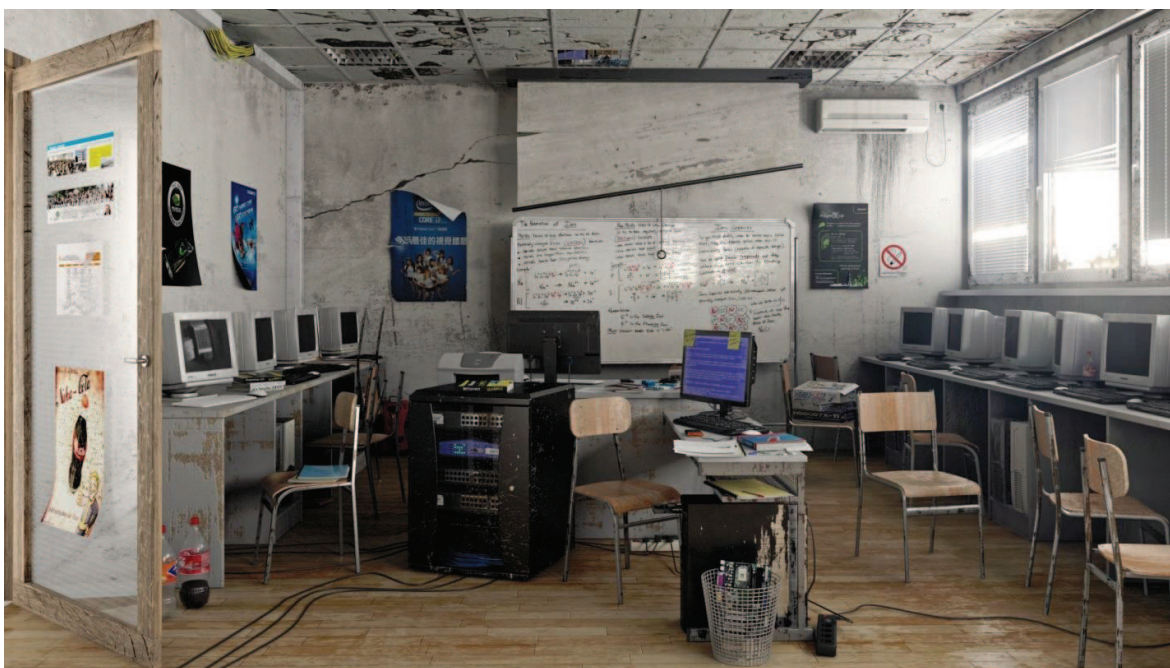
Postavka osvetljenja u enterijeru jer ključna za finalni izgled, ako naravno želimo da postignemo najkvalitetniji fotorealistični render, bilo da je animacija ili par kadrova 2D slika. Današnji savremeni softver za izradu 3D vizualizacije nam omogućava da uz dosta lakoće postavimo osvetljenje enterijera, koje funkcioniše slično kao u realnom svetu, poštujući određene zakone fizike kao što su: ispaljivanje i odbijanje fotona, indirektno osvetljenje, meke senke i dr.

Eksterijer zahteva totalno drukčiji set osvetljenja i podešavanja, kao i često ubacivanje pozadine, koja se mora uklopiti u render, kako po tonu boje, tako i po generalnom osvetljenju i ekspoziciji.

⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/Architectural_rendering 6.6.2012



Slika 19 – Arhitektonska vizuelizacija eksterija egzotičnog hotela – *Branislav Bogdanović (2012)*



Slika 20 – Arhitektonska vizuelizacija enterijera ostarele učionice – *Branislav Bogdanović (2011)*



Slika 21 – Arhitektonska vizuelizacija modernog enterijera – *Branislav Bogdanović (2010)*



Slika 22 – Arhitektonska vizuelizacija enterijera predškolske ustanove – *Branislav Bogdanović (2011)*

3. Postupci u izradi 3D vizuelizacije

Postoje mnogi načini da se zaobiđu klasični postupci u izradi jedne savremene trodimenzionalne vizuelizacije, radi unapređenja kvaliteta i brzine samog rada. Fleksibilnost pri izradi nam dozvoljava da neke stvari mogu da se urade na bolji, brži i efikasniji način, omogućavajući više vremena za početni deo kao što su ideje, planiranje, skice i dr.

Klasičan tok (workflow) u izradi 3d vizuelizacije:

- **Ideja i koncept**
- **Razvoj ideje i planiranje**
- **Modelovanje**
- **Materijalizacija**
- **Osvetljenje**
- **Animiranje**
- **Renderovanje**
- **Post produkcija**

3.1 Ideja i koncept

Deo od koga sve počinje – ideja, bilo da je u pitanju projekat ili neka vežba za lični portfolio, bez ideje nijedna vizuelizacija ne bi mogla da se razvije. Našu ideju možemo predstaviti uz pomoć konceptualnog crteža ili referentnih slika.



Slika 23 – Koncept i rana ilustracija ostarele učionice – *Branislav Bogdanović (2011)*



Slika 24 – Jedna od referentnih fotografija ostarele učionice – *Branislav Bogdanović (2011)*

3.2 Razvoj ideje i planiranje

Kada se rodi ideja, i prikupi dovoljan fizički materijal koji tu ideju prezentuje na najbolji mogući način, prelazi se na razvoj ideje u pravac u kome će se 3D vizuelizacija raditi. Ovaj segment postupka izrade 3D vizuelizacije se zapravo i odnosi na sam postupak (workflow), i u kome će smeru ići, kakve će se tehnike i pravila primenjivati.

U zavisnosti od samog rada i oblasti, primenjuje se niz različitih tehnika i prioriteta. Workflow je u svom kosturu jako sličan, bilo da se radi o izradi nekog CGI materijala, karaktera za video igru ili eksterijer budućeg stambenog objekta, uvek se polazi od ideje (koncepta), zatim izrade uz pomoć 3D softvera, i na kraju post produkcija, obrada i integracija u sam projekat.

- **Razvoj same ideje** predstavlja pažljivo sagledavanje svih aspekata konceptualnih slika koje smo obezbedili, kao i referentnih. Definiše se tok i najefikasniji način za dobijanje trodimenzionalne vizuelizacije našeg 2D koncepta. U zavisnosti od naše ili želje investitora, poslodavca, vizuelizacija nekada ne mora biti fotorealistična.
- **Modelovanje** je prvi korak pri izradi datog projekta. Zadatak je da se svaki objekat iz koncepta uz pomoć 3d softvera, napravi u virtuelnom trodimenzionalnom obliku. Sam predmet modelovanja nam daje opcije da li ćemo primenjivati tehnike poligonalnog, NURBS ili digitalsculpt modelovanja (3 najčešća načina).
- **Materijalizacija** nam omogućava da na date modele postavimo određene parametre koji definišu „od čega“ je model tj kako se odbija svetlost, koje je boje, teksture, reljefnost i sl. Ovaj deo u izradi može biti i opcioni, s obzirom da su nekad dovoljni samo modeli.
- **Osvetljenje** trodimenzionalne vizuelizacije direktno utiče na njen kvalitet. Ova faza u izradu je najviše odgovorna za to da li će naš finalni render biti foto realističan i da li će zadovoljiti prvobitnu ideju i koncept.
- **Animiranje** je takođe jedan od opcionih delova u izradi trodimenzionalne vizuelizacije. Dosta često, izrađujemo samo 2D rendere tj slike: arhitektura, marketing, 3D koncept, CGI pozadina i dr. Animiranje je izuzetno kompleksan posao koji zahteva praćenje samih zakona fizike, ako želimo da naša animacija lika ili neki walkthrough kamere bude prirodan.
- **Renderovanje** je finalni proces u pravljenju trodimenzionalne vizuelizacije koji izračunava celokupnu 3D scenu zajedno sa svim svetlosnim izvorima, podešavanjima i efektima.
- **Post produkcija** - nakon dobijene slike ili video materijala u trodimenzionalnom programu, finalni korak je obrada tog materijala. Taj proces se naziva postprodukcija, a spajanje više različitih rendera (npr spajanje senki i svetla u finalni render) se naziva kompoziting.

3.3 Modelovanje

3D modelovanje je proces kreiranja matematičke reprezentacije nekog trodimenzionalnog objekta. Ono što nastane naziva se 3D modelom. Kroz proces 3D renderovanja, može se dobiti 2D slika 3D modela iz jedne perspektive ili kao alternativa, 3D model se može iskoristiti kao resurs u real-time grafičkoj simulaciji. 3D modeli kao matematička reprezentacija, su u svojoj srži kolekcija podataka o tačkama u 3D prostoru (eng. vertex) i drugih informacija koje računar interpretira u virtualni objekt koji se iscrtava na ekranu. Kao takvi, ima više načina za kreiranje 3D modela, najkonvencionalniji način je korišćenje 3D paketa tj programa kao što su 3dsMax, Maya, SkecthUp i mnogi drugi. Korisnik može početi model od nekih zadatih primitivnih modela kao što su: Kocka, Sfera, Cilindar, Linija i mnogi drugi, zavisi od programa do programa. 3D umetnici često koriste referencu iz stvarnog sveta i skice modela da bi olakšali proces modelovanja. Što se tiče kompleksnijih formi i pojava iz stvarnog života poput volumetrijskih oblaka, eksplozija, tečnih supstanci itd. one se kreiraju uz pomoć particle (eng. particle - čestica) sistema koji zapravo generišu veliku količinu koordinata koji imaju određeni materijal i način ponašanja. Zbog velike količine podataka koje se tiču kreiranja ovakvih pojava, trajanje renderovanja ili iscrtavanja slike mogu se znatno povećati.

Proces modelovanja se može podeliti na 3 načina; Poligonalno modelovanje, NURBS i Digital Sculpt. Postoje i drugi načini, ali ova 3 su najopširniji i najčešće se koriste.

Poligonalno Modelovanje nastaje nizanem poligona. Polygon se sastoji od: Vertexa (tačka), Edge-a (linija) i Face-a (površ). Spajanjem 2 vertexa, dobijamo jedan Edge, a spajanjem 3 Edge-a dobijamo Triangle ili najprostiji Face. S obzirom da su poligoni ravne površi, potrebno je dosta poligona kako bi se dobila zakrivljena površ. Danas je poligonalno modelovanje najzastupljenije, i koristi se u dosta slučajeva: ArchViz, industrijsko modelovanje, modelovanje karaktera... Broj poligona direktno utiče na vreme dobijanja finalne slike (render) kao i naravno na kompleksnost samog modela. Metode i tehnike poligonalnog modelovanja su mnogobrojne. U procesu pravljenja određenog modela, može se koristiti više alata zarad uverljivijeg krajnjeg rezultata, npr Extrude (dizanje određene površi, tj poligona), Connect (spajanje linija ili tačaka), Detach (odvajanje poligona) i mnogi drugi. Popularan metod za poligonalno modelovanje je i Displace, korišćenjem Displace mape (crno-bela mapa), možemo dobiti odlične rezultate.¹⁰



Slika 25 – 3D vizuelizacija (wireframe prikaz) stolice

¹⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Polygonal_modeling 6.6.2012

NURBS (Non-Uniform Rational Bezier Splines) modelovanje koristi krive, koje za razliku od poligonalnog modelovanja, koriste kontrolne tačke i nudi parametar "težine". Povećavajući težinu kod jedne kontrolne tačke približiće krivinu bliže navedenoj. NURBS modelovanje je pogodno kod organskog modelovanja ili automobilske industrije jer automobili imaju zakrivljene linije zbog aerodinamičnih svojstava. Najpopularniji programi za NURBS modelovanje su Rhinoceros3D i Autodesk Maya.¹¹

Digital Sculpt je korišćenje 3D softwera koji podržava preciznije tehnike upravljanja poligonima kao što su: push, pull, smooth, pinch grab... Digital Sculpt nam zapravo dozvoljava da manipuliramo i vajamo objekat kao da je od gline. Ovakav proces modelovanja koristi prostiji Mesh (objekat od poligona) kao početnu tačku u vajanju. Korišćenjem raznih sculpting alata, dolazi se do sve većeg broja detalja i na kraju do finalnog modela. Digital Sculpt se najviše koristi za izradu hiperealnih karaktera (ljudi, životinje, čudovišta), detalje u okruženju ili samoj arhitekturi. Mnogi 3D programi uvode dodatne alate koji podstiču rad na Digital Sculptingu (3dsMax, Modo...), međutim, izbor alata i funkcija nije ni izblizu kompleksan kao što je u Zbrush-u ili MudBox-u. Korišćenje tableta za crtanje umesto miša i tastature je uslov za detaljno vajanje modela ovakvim tehnikama.¹²



Slika 26 – Proces u izradi digital sculpt modela u Zbrush-u – *Branislav Bogdanović (2010)*

¹¹ <http://en.wikipedia.org/wiki/NURBS> 6.6.2012

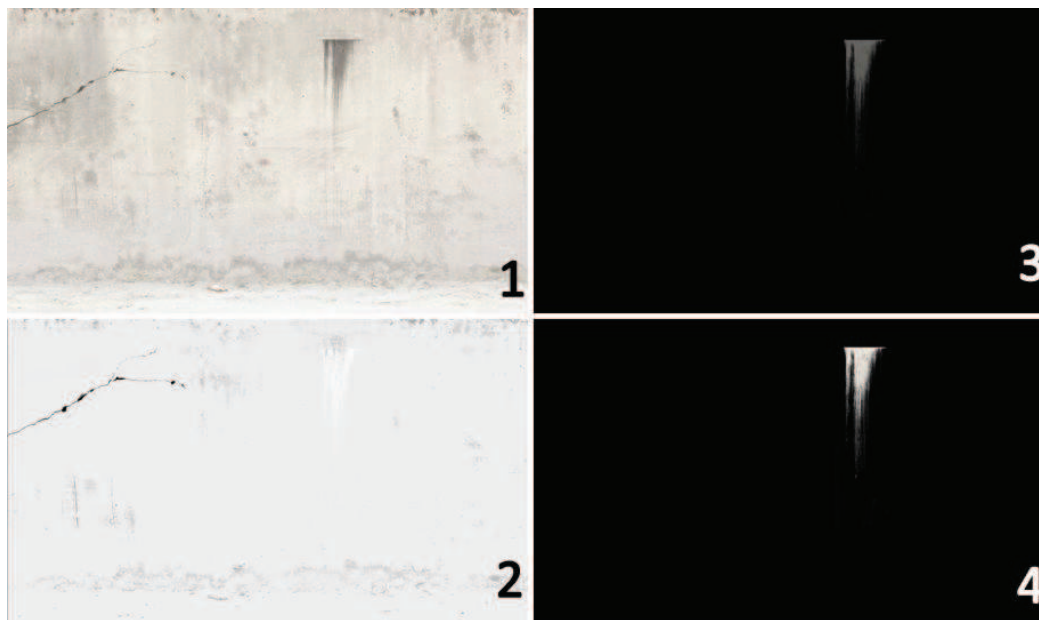
¹² http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_sculpting 6.6.2012

3.4 Materijalizacija

Iako modeli mogu izgledati poprilično detaljno, sam model bez tekstura i materijala, nije preterano realističan. Proces dodavanja tekstura na model naziva se "texture mapping". To su zapravo 2D slike koje se dodeljuju određenom segmentu 3D modela. Kao što 3D model ima koordinate (XYZ) kroz koje se kreće u 3D prostoru, tako i 2D tekstura ima svoje koordinate (UVW koordinate) koje određuju na koji deo površine modela se tekstura postavlja. Vrsta tekstura ima na pretek tako da se na model dodeljuje shader/materijal koji ima različita svojstva poput diffuse teksture, bump teksture, normal maps, displacement teksture, noise teksture itd.

Svojstva kao što su Specular (količina reflektivnosti), Glossiness (jasnoća refleksija), Opacity (prozirnost), boja itd. se određuju u samom shader-u (materijalu). Ukoliko umesto date boje na materijalu želimo određenu sliku, onda stavljamo spremljenu 2D Texturu pod Diffuse slot u materijalu. Diffuse textura ne može opstati sama, i ne daje preterano realističan prikaz bez ostalih tekstura i mapa. Ako želimo da naš model ima reljefnost, dodaje se posebna bump textura u bump slot. Isto važi i za reflektivnost - ako želimo da materijal na nekim delovima reflektuje manje, a negde više, stavljamo posebnu specular mapu u određen slot. Dodatne mape kao što su bump, specular, opacity, glossy itd. su zapravo mape sa nijansama crne i bele, npr. kod bump mapa, tamo gde je nijansa tamnija, površina će biti udubljena, a tamo gde je svetlija nijansa površina će biti izbočena.

3D stručnjaci mogu koristiti mape sa interneta ili lične fotografije za texture. Pre postavljanja texture na model, skoro uvek je potrebno da se ta textura obradi i prilagodi u nekom od software-a za obradu slike. Adobe Photoshop je najpopularniji izbor 3D umetnika za korigovanje i doradu textura.



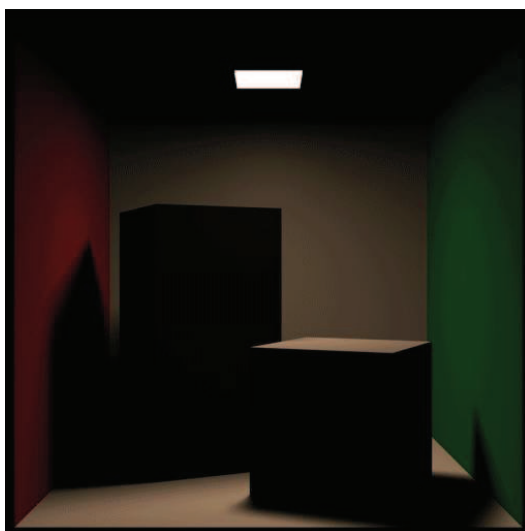
Slika 27 – Različite mape dodate na isti materijal: 1-Diffuse 2-Bump 3-Glossiness 4-Specular

3.5 Osvetljenje

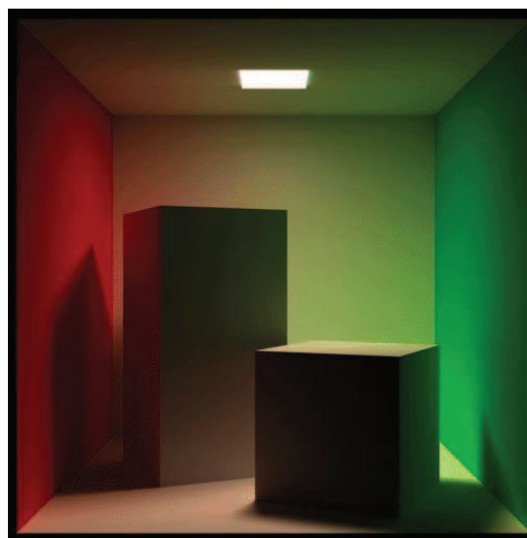
Osvetljenje u trodimenzionalnoj grafici je presudan aspekt za dobijanje kvalitetne i fotorealistične prezentacije. Svetlost u trodimenzionalnom svetu je samo nepotpuna simulacija svetlosti u stvarom svetu, koja je zasad poprilično nedostižna zbog kompleksnih kalkulacija koje bi trebale da se izračunavaju pri svakom koraku renderirovanja scene. Uzevši to u obzir, za pravilno osvetljenje potrebno je ponuditi više svetlosnih izvora. Postoje različiti tipovi svetla, poput directional lighta (svetlo sa smerom), point light (svetlost se "prosipa" iz jedne tačke u svim smerovima), itd. Svetlima se može podešavati intenzitet (u procentima ili čak prema poznatim merama - K, lm), doseg (daljina) itd.

Uz svetlo uvek idu i senke koje su takođe bitna stvar kod dobijanja dobrog rendera. Senke je moguće pojačati u ublažiti, u zavisnosti od potrebe. Jedna od bitnijih senki, a često kod početnika zapostavljenih, je ambient occlusion ili kontaktna senka.

Svaki od savremenijih paketa za renderovanje poseduje opcije za indirektno osvetljenje. Takvo osvetljenje najviše doprinosi prirodности i fotorealističnosti finalnom renderu. Indirektno osvetljenje skuplja fotone iz svetlosnih izvora i odbija ih po površinama. U zavisnosti od render paketa koji koristimo postoji više različitih tipova i algoritama indirektnog osvetljenja, kao što su npr. Final Gather, Indirect Illumination, Radiosity itd.



Slika 28 – BEZ indirektnog osvetljenja



SA indirektnim osvetljenjem

3.6 Animiranje

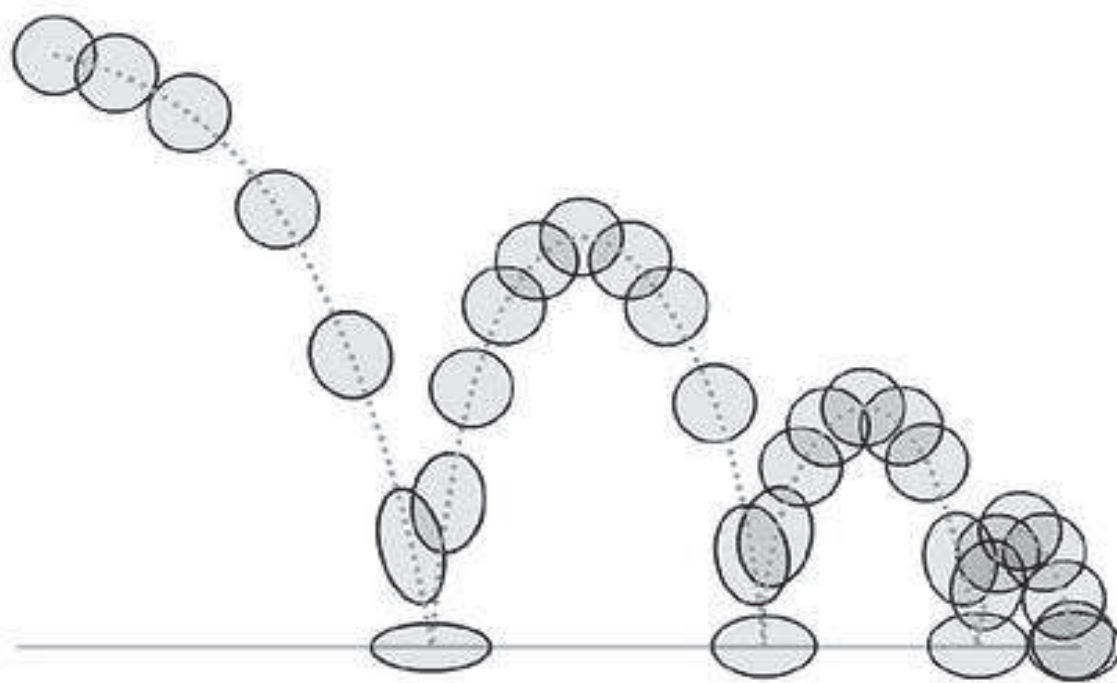
Animacija je brzo prikazivanje sekvenci 2D ili 3D slika ili pozicija modela postavljenih tako da stvaraju iluziju pokreta. To je ustvari optička iluzija pokreta zbog fenomena istrajnosti vida i može biti napravljena i prikazana na različite načine. Najčešća metoda prikazivanja animacija je slika u pokretu ili video program, kao i mnoge druge.¹³

Programska animacija stvara pokretnu sliku prezhodno editovanu i urezuje je na keyframe skalu, svaki pokret se može dodatno nameštati preko curve editor-a. Gotove animacije se mogu export-ovati dalje u sve poznatije video formate (avi, mov, mpg...), kodeke, ili kao image sequence (svaki frejm je jedna slika).

Trodimenzionalna grafika poseduje mnogo oblasti posvećenim animaciji kao što su: animacija likova tj. karaktera, animacija u arhitekturi, animacija sklapanja ili rasklapanja, itd. Animacija može biti potpuno zaseban deo u izradi nekog projekta, jer zahteva veštine koje se dosta razlikuju od npr. modelovanja, materijalizacije ili postavke svetala. Animatori moraju da poštuju određene principe animacije:

- Izobličenje objekata prilikom promene pravca kretanja
- Tajming i pokret - studiranje pokreta
- Anticipacija - predviđanje budućeg pokreta
- Staging - postavka okruženja oko aktera animacije: svelto, senke, elementi scene...
- Povezivanje animacione akcije sa prethodnim i budućim akcijama
- Usporavanje prilikom promene pozicije
- Kreiranje uzajamnih odnosa između aktera animacije
- Kreiranje dvonožnih i četvoronožnih likova po paraboličnoj putanji
- Sekundarna akcija (npr. dok konj trči, griva mu vijori)
- Exaggeration - preterivanje u nekoj fizičkoj osobini junaka animacije npr: junak ima prevelike uši
- Dambo, ili ima velike oči kada se plaši.
- Kreiranje harizme karaktera - karakterizacija animacionih likova
- Dobro poznavanje crtanja ili modelovanja, anatomije, svetla, dinamike...

¹³ http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_animation 6.6.2012.



Slika 29 – studiranje i predviđanje pokreta u animaciji

Napredak u animaciji je evidentan, danas postoje mnogi dodatni programi u trodimenzionalnim paketima koji pospešuju realističnost animacije, najpoznatiji su Havok i PhysX. Takvi programi uglavnom kalkulišu masu, brzinu kretanja i ostale parametre, kako bismo dobili realnije pokrete, reakcije i dinamičnost. Takođe, pod dodatne alatke spadaju animacija i kontrola likvidnih supstanci, koja je maltene dovedena do savršenstva. MotionCapture tehnologija nam omogućuje da prebacimo ljudske pokrete gotovo potpuno u animaciju. Senzori prikačeni na motioncapture "glumca", hvataju koordinate pokreta i prebacuju u 3D skelet na računaru, koji onda može da se veže za našeg junaka u animaciji (kretanje i mimika lika Gollum, iz filma Gospodari Prstenova, je urađena potpuno uz MotionCapture tehnologiju).

3.7 Renderovanje

Rendering je finalni proces u pravljenju trodimenzionalne grafike koji izračunava celokupnu 3D scenu zajedno sa svim svetlosnim izvorima, podešavanjima i efektima. Finalna slika ili animacija su smeštene u render buffer odakle se dalje mogu sačuvati u sve poznatije formate (jpg, tiff, png, avi...).

Brzina renderinga je uslovljena količinom poligona, materijala, svetala i ostalih podataka u sceni, a naravno i jačinom računara na kom se vrši render. Svakom 3D stvaraocu vreme rendera predstavlja problem zbog rokova izrade projekta, i zbog toga, postoje razne tehnike ubrzavanja rendera: sklanjanje nepotrebnih objekata, smanjivanje formata, smanjivanje kvaliteta oštine, kao i dorađivanje rendera u nekom od programa za obradu slike i video materijala. Pored toga, jake komponente u računaru mogu znatno smanjiti vreme render-a. Glavne komponente koje utiču na render vreme su CPU (procesor) i RAM (radna memorija), grafička karta takođe igra ulogu, ali u renderima koji koriste GPU (grafički procesor). Takozvane render-farme predstavljaju mrežu povezanih računara koja koristi sve moguće resurse tih računara radi bržeg rendera.

Neki od elemenata koji ulaze u kalkulaciju render-a:

- Shading (senčenje objekta i reakcija na svetlo)
- Mapiranje Textura
- Svetlosni izvori
- Bump mapping - mape za reljefnost
- Senke
- Soft Shadows (meke senke)
- Ambient Occlusion (kontaktne senke)
- Refleksije
- Transparencija
- Translucency (upijanje i izbacivanje svetlosti kroz objekat)
- Refrakcija svetlosti
- Indirektno osvetljenje
- Kontrola Ekspozicije¹⁴

Najpoznatiji render paketi su Mental Ray, vRay, Brazil, Maxwell, FinalRender itd. Svaki od njih može dostići zavidan nivo kvaliteta finalnog rendera.

Mental Ray je jedan od najkvalitetniji render paketa danas i integrisan je u mnoge softverske pakete za trodimenzionalnu grafiku: 3dsMax, Maya, Revit Architecture, XSI Softimage itd. Mental ray je zbog svoje integracije u ove pakete odličan izbor za početnike, ali i za napredne korisnike, što dokazuje njegova velika upotreba u hollywood-u i industriji igara.

Vray, takođe popularan render paket, verovatno i najpopularniji danas, koristi slične algoritme kao mental ray, ali dosta lakši za upotrebu. Vray je pored svega zaseban render paket i može se integrisati u sve poznate trodimenzionalne pakete. Takođe se koristi u filmskoj industriji i video igrima

¹⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/3D_rendering 6.6.2012.

3.8 Post produkcija

Nakon dobijene slike ili video materijala u trodimenzionalnom programu, finalni korak je obrada tog materijala. Taj proces se naziva postprodukcija, a spajanje više različitih rendera (npr spajanje senki i svetla u finalni render) se naziva kompoziting.

Izbor softvera u kome se može raditi kompoziting je veliki, a najpopularniji su trenutno Photoshop, AfterEffects, Composite itd. Proces postprodukcije nam omogućava i da ispravimo greške koje su se desile u renderu, da ne bismo čekali opet na dugotrajan render. Korekcija boja, nijansi, pooštavanje, zamućivanje i crop-ovanje su samo neke od funkcija koje možemo primeniti u obradi rendera.

Različite layer-e u kompozitingu možemo spojiti u finalnu sliku i tako dobiti realniji i lepši render. Layeri koji se najčešće koriste su ambient occlusion (layer sa kontaktnim senkama), Shadow layer (dodatno senčenje), zdepth (layer koji predstavlja dubinu slike, idealan za pravljenje lažnog Depth of Field tj dubine polja) itd. Kod postprodukcije i kompozitinga korisno je imati tablet za crtanje, zbog nekih pokreta koje je praktično nemoguće izvesti mišem.



Slika 30 –

Zdepth Layer



Ambient Occlusion layer



Finalna slika

1. Softver za 3D vizuelizaciju

Raspon programa koji se koriste za dobijanje finalne 3D slike je poprilično veliki. U oblast ulaze programi za 2D projektovanje (najpoznatiji AutoCad), programi vezani za obradu i pravljenje 2D slika (Photoshop, PhotoPaint, Corel...), programi za produkciju i aranžiranje video materijala (Premiere, AfterEffects, Vegas...) i naravno programi koji se tiču isključivo 3D grafikom, modelovanjem i renderovanjem: 3dsMAX, Maya, Blender, Zbrush i mnogi drugi. Navedeni software je naravno popularan kod većine korisnika, uz to, postoji još mnogo drugih, manje poznatih. Softverska firma koja trenutno drži monopol kad je u pitanju trodimenzionalna vizuelizacija i projektovanje, je definitivno Autodesk. Autodesk trenutno poseduje većinu najpoznatijih programa vezanih za projektovanje i 3D prikaz kao što su: AutoCad, 3dsMax, Maya i mnogi drugi pomoćni programi.¹⁵

Slika 31 – Poređenje najpopularnijih 3D software paketa

Aplikacija	Developer	Platforme	Najviše služi	Cena
3dsMax	Autodesk	Microsoft Windows	Animation, Modeling, Lighting, Rendering, Video Game	\$3,495
Blender	Blender Foundation	Microsoft Windows	Animation, Lighting, Modeling, Video Game Creation,	Besplatno
Cinema 4D	MAXON	Linux, Mac OS X, Microsoft Windows, Amiga OS	Animation, Lighting, Modeling, Visual 3D Effects	\$995 - \$3,695
Houdini	Side Effects Software	Linux, Mac OS X, Microsoft Windows	Animation, Lighting, Modeling, Visual 3D Effects	\$1995 - \$9945
Modo	Luxology	Mac OS X, Microsoft Windows	Modeling, Animation, Rendering	\$995 - \$1,195
Mudbox	Autodesk	Linux, Mac OS X, Microsoft Windows	Lighting, Sculpting	\$745
ZBrush	Pixologic	Mac OS X, Microsoft Windows	Lighting, Sculpting	\$595 ¹⁶

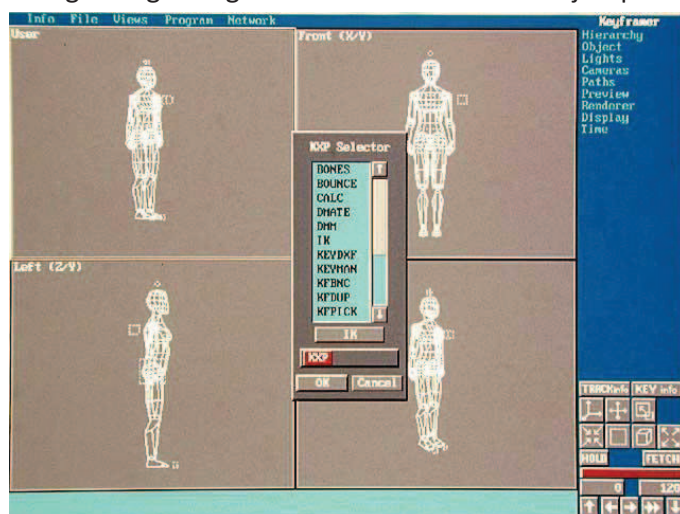
¹⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/3D_computer_graphics_software 6.6.2012

¹⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_3D_computer_graphics_software 6.6.2012

4.1 Autodesk 3dsMax

Autodesk 3dsMax, ranije poznat kao 3d Studio MAX, je softverski paket razvijen od strane Autodesk Media and Entertainment, namenjen modelovanju, animaciji i renderovanju. Najčešće se koristi u razvoju video igara, TV marketinškim studijama i u arhitektonskim studijama. Ne smemo zaboraviti ni ogromnu primenu u svetu filma, koja predstavlja pravljenje i kontrolu specijalnih efekata, animacije i vizuelizacije.¹⁷

3dsMax kao jedan od najmoćnijih softverskih alati namenjen za trodimenzionalnu grafiku, nudi mnogo različitih alata i sistema: alati za modelovanje, alati za animaciju, dinamičke simulacije, particle sistemi, sopstveni programski jezik, indirektno osvetljenje i mnoge druge mogućnosti. Rad sa modelima je uprošćen takozvanim modifier stack-om,



Slika 32 – 3dsMax DOS

koji nam omogućava da sve modifikacije na modelima i sceni, poredamo po prioritetu.¹⁸

Prvi 3D Studio program je napravila Yost Group, izdat od strane Autodesk-a i namenjen DOS platformi. Nakon četvrte verzije 3D Studija, program je prepravljen za NT platformu i tad dobio ime 3D Studio MAX. Tek u verziji 2009, softverski paket je dobio sadašnje ime - Autodesk 3dsMax.

3dsMax osnovne karakteristike:

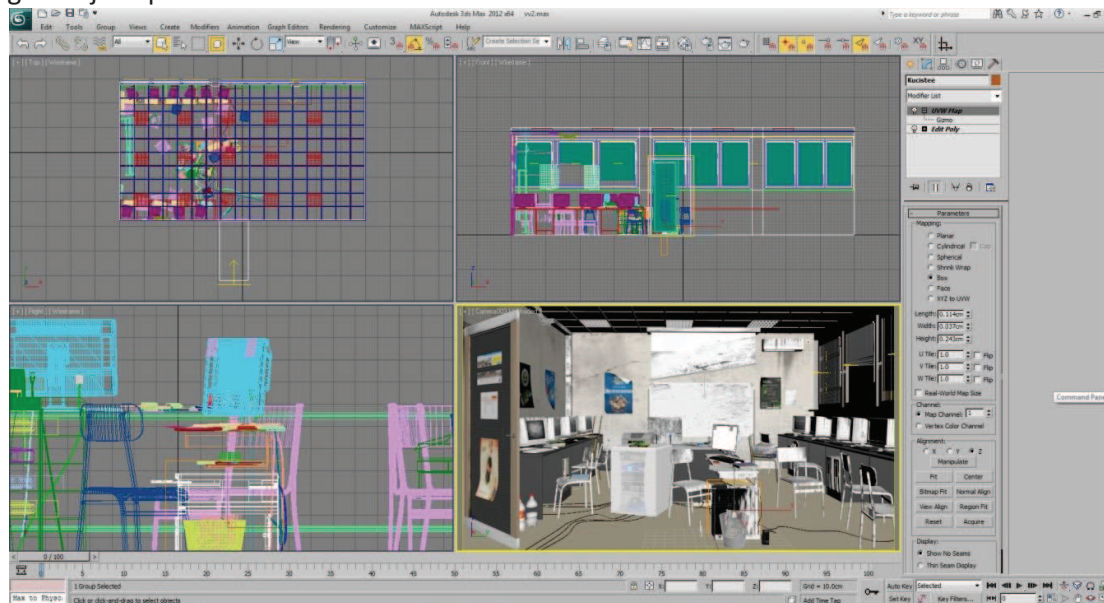
- MaxScript:** Max-ov ugrađeni jezik za skriptovanje, služi za pisanje skripti koje nam omogućavaju lakšu upotrebu u radnom okruženju, prilagođavanje interface-a itd.
- Character Studio:** Grupa alata pomoću kojih radimo animaciju dvonožnih i četvoronožnih bića. U tu grupu alata spadaju: Biped i physique modifier.
- Scene Explorer:** Alatka koja je zadužena za hijerarhijski prikaz, filtriranje i opštu manipulaciju resursa u sceni.
- Import:** Mogućnost za uvoz raznih datoteka u samu scenu MAX-a. Najkorisniji su definitivno DWG (AutoCAD) fajlovi, koje pritom možemo uvesti i parcijalno.
- Edit-ovanje Textura:** U sklopu svakog materijala možemo kroz poseban meni podešavati njegove texture. Tile, Mirror, Crop i manipulacija UVW koordinatama su samo neke od opcija.
- Keyframing:** Alatkke za keyframing (postavku ključnih promena) u animaciji. Postoje 2 moda: auto key i set key.
- Skinning:** "Oblačenje" karaktera na sistem kostiju, kako bi se dobile prirodne deformacije u modelu pri kretanju. Može se koristiti Skin ili Physique modifier.

¹⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_3ds_Max 6.6.2012

¹⁸ Vesna Živković, **Autodesk 3dsMax osnovni, napredni i animacija - skripte**, Vinča škola računara, 2010

-Skeletons & IK (Inverse Kinematics): Karakteri mogu biti rig-ovani (montirani) na posebne kosture, koristeći modele kostiju, IK solver-e i integrisani motion capture.

-Integrated Cloth Solver: 3dsMax poseduje specijalan plug-in koji proračunava simulaciju odeće (cloth) i tako je u stanju da od bilo kog objekta napravi simulira odeću, uz odgovarajuće parametre.



Slika 33 – Scena u 3dsMax-u 2012

Modelovanje u 3dsMax-u je olakšano mnoštvom savremenih alata, plug-in-ova i user interface-om. Kod poligonalnog modelovanja, možemo početi sa nekim od primitiva koje nudi 3dsMax: Kocka, Sfera, Cilindar i dr. Zatim, posebnim alatima kao što su Bevel ili Extrude, možemo dalje upravljati modelom. Od verzije 4, 3dsMax poseduje Editable Poly Object koji uprošćava mnoštvo operacija vezanih za modifikovanje i edit-ovanje objekta tj. modela. Verzija 7 nam donosi Edit Poly modifier, koji nam omogućava da modifikacije stavljamo u modifier stack i tako odredimo prioritet modifikacijama, ili da ih gasimo jednu po jednu. NURBS modelovanje takođe nudi mnoštvo opcija, trikova i sjajnih mogućnosti¹⁹.

U 3dsMax-u je moguće kreirati razne početne (standard primitives) i malo naprednije (extended primitives) modele, koje zatim možemo uz mnoštvo modifera oblikovati po želji. Svaki od kreiranih objekata dobija automatski svoj modifier pod istim imenom kao objekat, u kojem se nalaze osnovne opcije za manipulaciju tim objektom, kao što su: Dimenzije, broj segmenata po osama i mogućnost za isključivanje/uključivanje određenih delova.²⁰

Standard Primitives:

Box - Kreiranje pravougaone prizme ili ako su stranice jednake, kocke

Cylinder - Kreiranje cilindra

Torus - Kreiranje zatvorenog prstena sa debljinom (npr. guma, krofna)

¹⁹ Vesna Živković, *Autodesk 3dsMax osnovni, napredni i animacija - skripte*, Vinča škola računara, 2010

²⁰ Ted Boardman, *3dsMax 7 kroz primere*, Mikro Knjiga, 2005

Teapot - Kreiranje "maskote" 3dsMax-a, čajnika. Ovaj objekat ima specijalne opcije nakon kreiranja u svom modifijeru koje omogućavaju uklanjavanje ili vraćanje nekih od delova čajnika: drška, poklopac, telo ili sipaljka

Cone - Kreiranje kupe, pravilne ili naopake

Sphere - Kreiranje sfere, polusfere ili dela sfere

Tube - Kreiranje cevi sa debiljinom

Pyramid - Kreiranje piramide sa bazom kvadrata

Plane - Kreiranje površi

GeoSphere - Kreiranje sfere koja poseduje poligone od 3 strane (suprotno of sfere koja poseduje 4)

Extended Primitives:

Hedra - Kreiranje objekata iz familije polyhedra

ChamferBox - Kreiranje pravougaone prizme sa zakošenim ili zaobljenim ivicama

OilTank - Kreiranje cilindra sa konveksnim kružnicama

Spindle - Kreiranje konusnog cilindra (vreteno)

Gengon - Kreiranje višestranog-jednakostraničnog, istisnutog poligona, sa opcijom zakošenja ivica

Prism - Kreiranje trostrane prizme

Torus Knot - Kreiranje zamršenog Torus-a

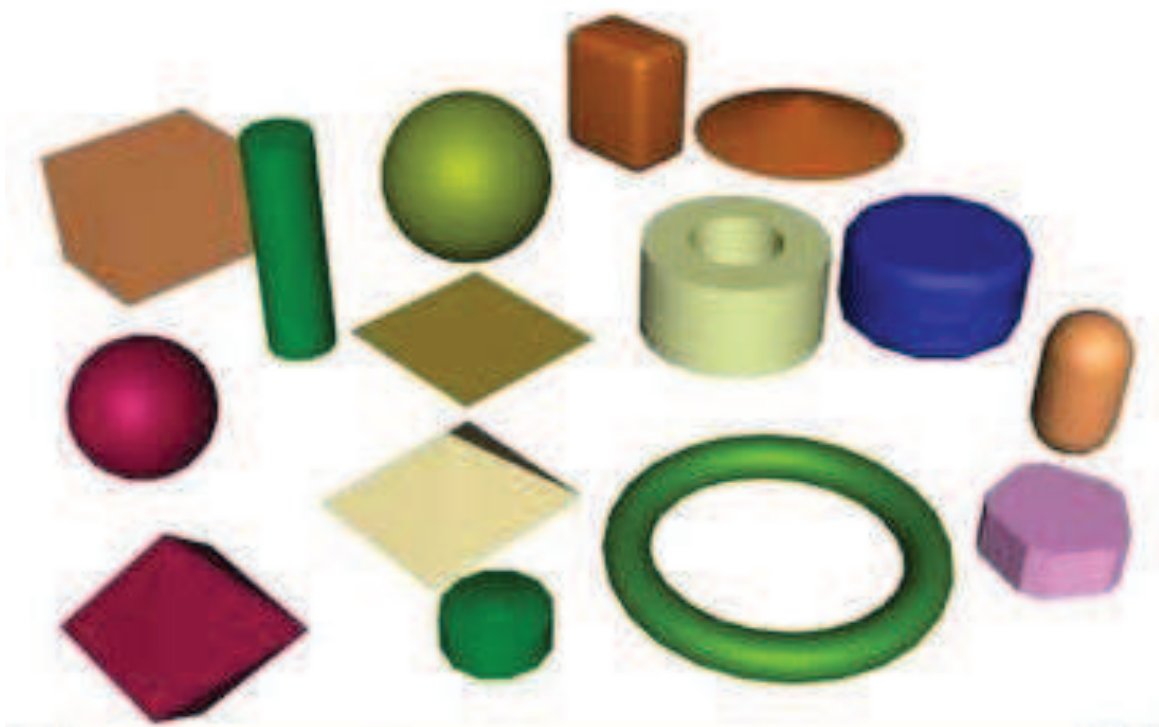
ChamferCyl - Kreiranje cilindra sa zakošenim ili zaobljenim ivicama

Capsule - Kreiranje cilindra sa hemisferičnim završecima

L-ext - Kreiranje istisnutog objekta u obliku slova L

C-ext - Kreiranje istisnutog objekta u obliku slova C

Hose - Kreiranje fleksibilnog objekta, sličnom opruzi



Slika 34 – 3dsMax primitivi

Pored primitiva, max nam omogućava automatsko kreiranje složenijih objekata kao što su: vrata, prozori, stepenice i drveće. Uz pomoć plug-inova, možemo proširiti ovu listu. Svaki od ovih objekata poseduje modifiere koji su uglavnom složeniji od onih koji imaju primitivi, poseduju mnogo više opcija za modifikaciju.²¹

3dsMax interfejs je izuzetno složen i može se podeliti na 5 delova:

Menu bar - Zauzima gornji deo, i kao u svakom programu, sadrže osnovne funkcije aplikacije

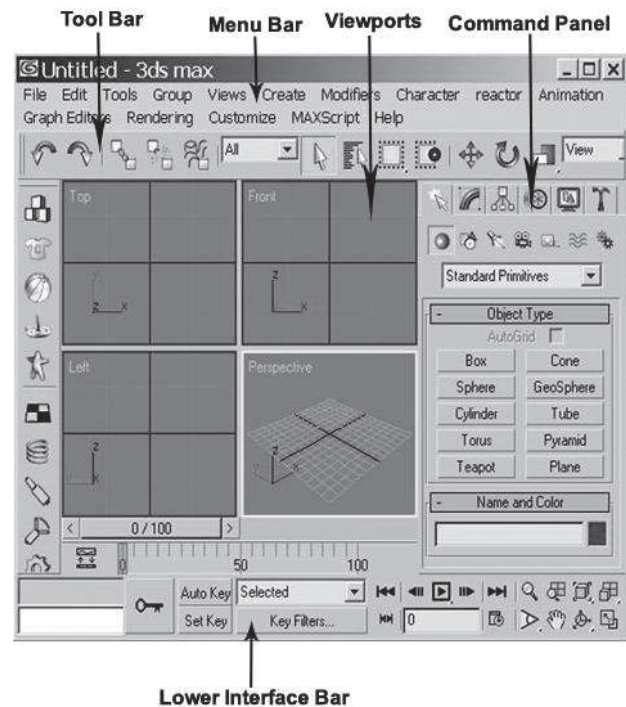
Toolbar - Po default-u se nalazi odmah ispod menija, može im se menjati pozicija bilo gde u interfejsu. Sadrže brz pristup (ikonice) ka alatcima i podešavanjima u sceni. Takođe se mogu kreirati posebni toolbarovi i moguće je dodati prečicu za pristup preko tastature.

²¹ Vesna Živković, **Autodesk 3dsMax osnovni, napredni i animacija - skripte**, Vinča škola računara, 2010

Viewports - Postoje 4 osnovna pogleda (viewport) u sceni koja se otvaraju po default-u: Top (gornji, ptičija perspektiva), Front (prednji), Left (levi) i Perspective (pogled u 3 dimenzije, perspektiva). Moguće je smanjiti broj prozora i menjati im pozicije.

Command Panel - Komandni panel je smešten sa desne strane i sadrži 6 osnovnih ikonica: Create, Modify, Hierarchy, Motion, Display i Utilites. Svaki od njih ima svoje pod-menije.

Lower Interface Bar - Nalazi se na samom dnu max-a, sadrži razne alate, najbitniji su alati za animaciju: skala sa vremenom, podešavanja za frame-ove i putanje. Pored toga, u donjem desnom uglu se nalaze alati za kretanje kroz viewport.

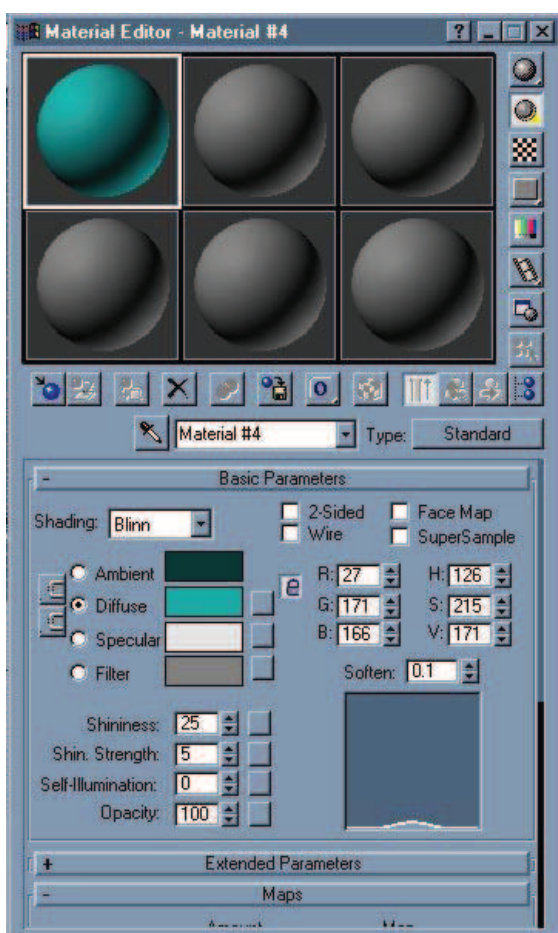


Slika 35 – 3dsMax interface

Material Editor je interfejs u 3dsMax-u koji nam omogućava da manipuliramo i stavljamo materijale i texture u scenu, i da uvozimo nove u scenu. Material Editor poseduje takozvane Sample Slotove, po defaultu sfere, na kojima možemo videti uzorak materijala. Broj slotova se može povećati do 24. Uz pomoć picker tool-a, možemo iz postojeće scene uvesti materijal u aktivan materijal slot. U zavisnosti od vrste materijala i samog render paketa, postoje mnogobrojne opcije za izmenu materijala i textura.²²

Rendering paketa u 3dsMax-u 2012 ima 4: Scanline, MentalRay, iRay i Quicksilver. Dok je Scanline najprimitivniji redner bez naprednog indirektnog osvetljenja, a Mental Ray najnapredniji render, iRay i Quicksilver su novi render paketi koji zajedno sa procesorom (CPU) angažuju i resurse grafičke karte (GPU) u cilju bržeg rendera, međutim, oba GPU rendera nemaju tako zavidnu moć kao MentalRay.²³

Postoje mnogi render paketi koji se mogu instalirati uz 3dsMax: vRay, FinalRender, FryRender, Brazil, Maxwell, Indigo.



Slika 36 – 3dsMax Material editor

²² D. Cvetković, Z. Kostić, **3D grafika i animacija**, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2007.

²³ Vesna Živković, **Autodesk 3dsMax osnovni, napredni i animacija - skripte**, Vinča škola računara, 2010

4.2 Autodesk Maya

Autodesk Maya ili češće oslovljavan samo sa Maya, je softverski paket namenjen 3d dizajnu, modelovanju, animaciji i renderovanju, razvijen od strane Alias Systems Corporation. Trenutno je dostupno na Linux, Mac OS i Microsoft Windows platformama.

Prva verzija Maya-e je napravljena 1998. god. U toku razvijanja Maya-e, Alias Systems je sarađivao sa Walt Disney studijima u cilju boljeg usavršavanja softvera. Autodesk je otkupio Maya-u 2005. god. i od tad nosi ime Autodesk Maya.

Ovaj softverski paket, kao i njemu slični (3dsMax, Cinema4D, Blender) se koristi u industriji filma, TV-a, video igara i u arhitekturi. Prilagodljivo korisničko okruženje je samo jedna od mnogobrojnih mogućnosti po kojima se Maya izdvaja, node graph architecture nam omogućava jedinstvenu manipulaciju resursima u sceni preko čvorova koje povezujemo. Za razliku od 3dsMax-a, Maya nema modifier stack, te su modifiori (alatke) raspoređeni po toolbar-ovima. Pored raznih simulatora za likvidne supstance, odeću, fiziku itd. Maya poseduje i svoj sopstveni jezik za skriptovanje pod imenom MEL (Maya Embedded Language).²⁴



Slika 37 – Model aviona u MAYA-i – Branislav Bogdanović 2008

4.3 Blender

Blender je besplatan open-source softverski paket namenjen 3d stručnjacima. Blender ima zavidan broj mogućnosti, obzirom da je besplatan paket: modelovanje, UVW unwrapping, texturing, skinning, rigging, simulacije dima i likvida, animacija, rendering, video montaža i kompoziting.

Među opensource, besplatnim, 3d softverskim paketima, Blender je na tronu bez premca. Njegov dijapazon alatki i mogućnosti može da se poredi sa licenciranim softverskim paketima srednje pa čak i highend klase. U početku je Blender bio namenjen ljudima kojima su 3d dizajn, animacija i modelovanje hobi, a ne studentima i profesionalcima, međutim, kako je vreme odmicalo, Blender je postajao sve ozbiljniji paket koji se danas u velikoj meri koristi, a pored toga, ostao je open source sa besplatnom licencom.²⁵

4.4 Cinema 4D

Softverski paket Cinema 4D, namenjen 3d-u, razvijen od strane MAXON Computer GmbH, ima mogućnosti slične svim ostalim high-end 3d softverskim paketima. Poseduje svoj sopstveni programski jezik C.O.F.F.E.E. koji služi za razvijanje platformi i plug-inova. Cinema 4D je poznat po svojoj popularnosti u filmskoj industriji i zaslužan je za specijalne efekte i 3D u nekim od naslova kao što su: BeoWulf, Inception, Spider-Man 3, Surrogates, Tron:Legacy itd²⁶

²⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Maya 6.6.2012

²⁵ [http://en.wikipedia.org/wiki/Blender_\(software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Blender_(software)) 6.6.2012

²⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Cinema_4D 6.6.2012

4.5 Zbrush

Zbrush je program za digital sculpting (digitalno vajanje) i materijalizaciju 3D modela razvijen od strane Pixologic-a. Glavna razlika između zBrush-a i ostalih softverskih 3D paketa je u tome što je zBrush specijalno naklonjen modelovanju.

Digital sculpting je glavni adut ovog fenomenalnog programa, i zapravo služi za organsko, detaljno, modelovanje, do čak 10 miliona poligona. Korisnici imaju priliku da prave karaktere i predmete za video igre (low poly) ili za animaciju (high poly) do fantastičnog broja detalja. Zbrush se takođe izdvaja od svojih suparničkih paketa po tome što je teži za učenje.

Osnovni alati za vajanje u zBrush-u, kao i u svim sculpting programima, su Push, Pull i Smooth. Alatom push guramo željenu lokaciju poligona na gore, pull ih ulubljuje, a smooth poravnava, tj ublažava razliku. Pored ovih alata tu su naravno i posebni drugi alati za preciznije i detaljnije modelovanje, koji su zapravo dosta slični brush-evima (četkicama) u Photoshopu i drugim programima za obradu slike. Polypaint omogućava bojenje poligona i pravljenje mapa za glossy, specular, normal itd. Mape koje razvijemo preko polypainta, možemo kasnije dorađivati u nekom od programa za obradu digitalnih slika.

Tehnike modelovanja i materijalizacije koje se koriste u ovom tipu 3d programa se razlikuju od drugih. Potrebno je odlično poznavati anatomiju, kretanje, kao i crtanje, jer, pre svakog modela, iskusan modelar napravi skicu, ili radi po nekoj već postojećoj. Korišćenje tableta za digital sculpting je prioritet²⁷

4.6 Autodesk Mudbox

Mudbox je intuitivni Autodesk-ov program namenjen isključivo digitalnom vajanju i polypainting-u. Dozvoljava savršenu saradnju i integraciju sa ostalim Autodesk 3d softverskim programima preko FBX fajlova.

Ovaj program ima dosta intuitivnije menije i alate od svojih suparničkih paketa. Vajanje brush-evima i polypainting se radi preko layer-a koji se stackuju jedni preko drugih, veoma slično Photoshopu. Intenzitet tih layera se može menjati po potrebi, tako da ako smo recimo na našem lika izvajali layer "rogovi", možemo ih smanjiti preko slajder-a 0-100. Mudbox takođe poseduje skromne opcije za osvetljenje i kamere.²⁸



Slika 38 – Model rađen u Mudbox-u 2010 – Branislav Bogdanović 2010

²⁷ <http://en.wikipedia.org/wiki/ZBrush> 6.6.2012

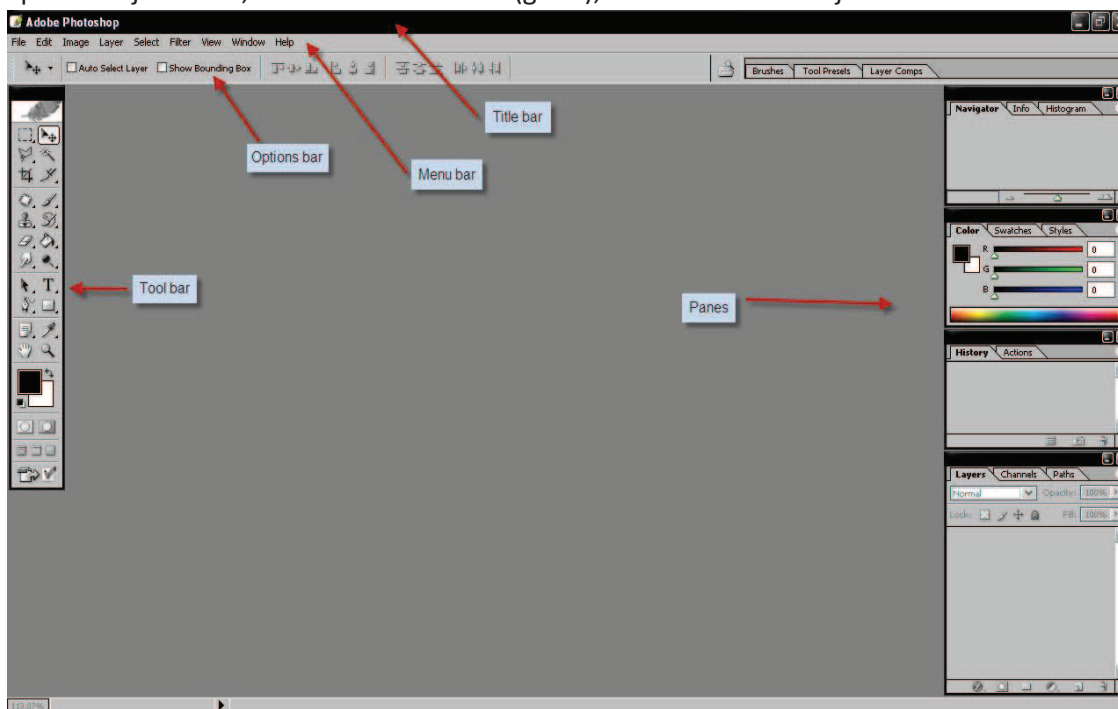
²⁸ <http://en.wikipedia.org/wiki/Mudbox> 6.6.2012

5. Softver za postprodukciju i koncept

5.1 Adobe Photoshop

Adobe Photoshop ili jednostavno Photoshop, je računarski program za obradu rasterskih slika. Autor programa je kompanija Adobe Systems. Trenutno je u verziji CS5, tržišni je lider među profesionalnim programima na polju obrade i pravljenja digitalnih slika. Prva verzija ovog programa izašla je u februaru 1990. godine i to samo na MAC OS platformi. Korisnici Windows-a su tek sa verzijom 2.5, koja je izašla u Novembru 1992. godine, dobili pristup ovom programu. Verzija CS5 je 12. glavno izdanje Adobe Photoshop-a i ima dva različita izdanja: Basic (osnovno) i Extended (produženo).²⁹

Zbog svoje profesionalne upotrebe i ogromnim brojem odličnih i preciznih alata, Photoshop je danas najpopularniji izbor za obradu 3D render slike. Današnji render paketi predstavljaju ogroman pomak na polju 3D fotorealnosti, ali bez naknadne upotrebe nekog od programa za postprodukciju kao što je Photoshop, taj nivo fotorealnosti se ne bi dostigao. Trodimenzionalne render slike ne treba da izgledaju onako kako mi našim očima vidimo prirodu (jer nam to tehnologija za sada ne dozvoljava), već treba da nam prikažu kroz objektiv foto aparata. Imajući to u vidu, 3d umetnici nastoje da u svojim render slikama, stavljaju greške fotoaparata koje se dobijaju na slikama radi bolje uverljivosti i fotorealnosti. Takve greške su recimo: Lens Flare (odbljesak), prevelika ekspozicija, pomeranje fokusa, zrnasti delovi na slici (grain), hromatska aberacija itd.

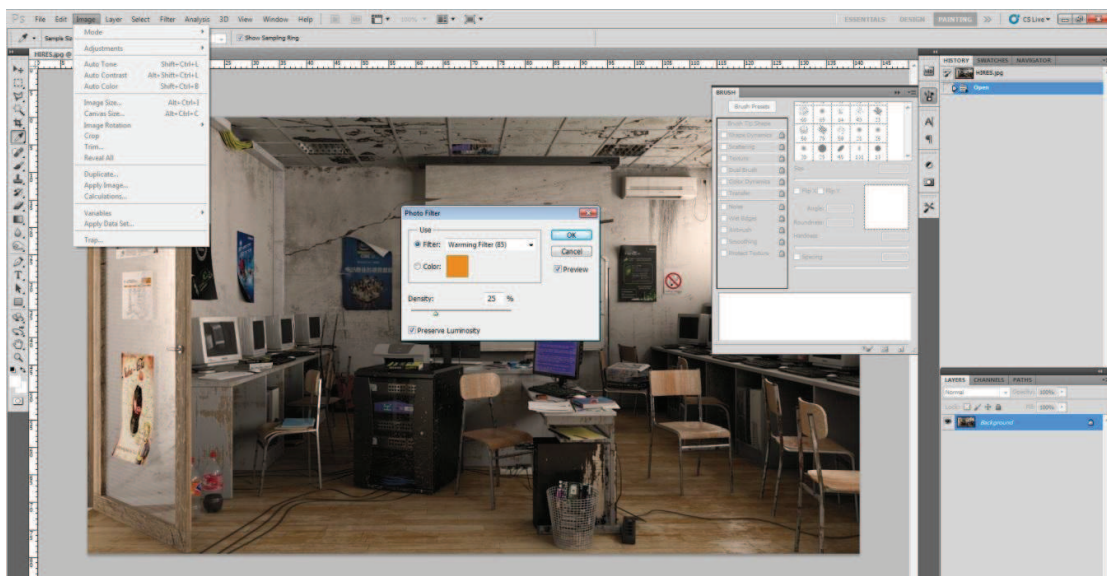


Slika 39 – Photoshop interface

Najčešće se upotrebljavaju korekcije boja i tonova: Levels, Color Correction, Photo Filter, Shadows & Highlights, Hue & Saturation, Color Balance i Exposure. Kroz rad sa alatima iz Adjustments menija, moguće je promeniti nijanse i celokupnu atmosferu render slike, i tako joj dati "život" i smisao. Kroz razne filtere, ispravljamo greške u renderu, a i

²⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop 6.6.2012

pravimo greške fotoaparata, kao što je ranije napomenuto. Blur filteri nam dozvoljavaju da delove na slici zamutimo, kako bi se dobio depth of field (dubina polja) efekat, tj izbacivanje određenih delova slike iz fokusa. Najčešće je skoro nemoguće prezicno i kvalitetno uraditi Blur na slici, u tom slučaju se renderuje zDepth layer slika iz našeg softverskog paketa, koja nam zapravo stavlja masku na sliku, koja prikazuje dubinu, i tim možemo lakše odrediti od kog dela ravni slika nije u fokusu. Ubacivanjem drugih layera iz rendera, možemo takođe poboljšati naš finalni izgled slike.



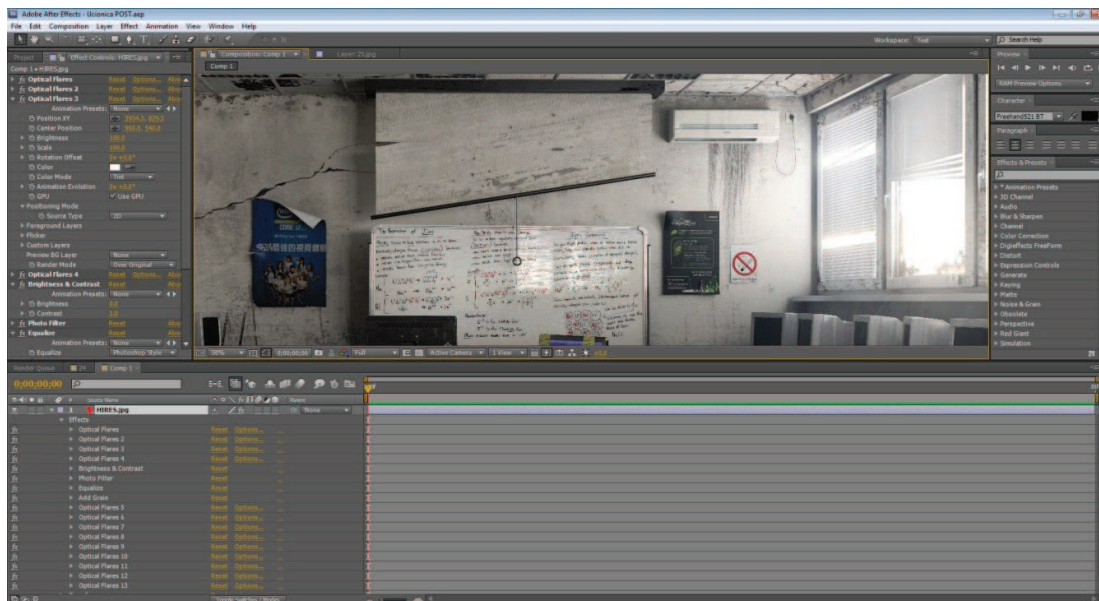
Slika 40 – Adobe Photoshop CS5 radno okruženje – *Branislav Bogdanović 2011*

Obrada i crtanje textura je takođe jedna od oblasti Photoshopa koju 3d umetnici u velikoj meri koriste. Uz PC tablet, brush četkice i razne druge alate, moguće je napraviti sjajne texture koje se mogu onda postaviti u 3D scenu. Downloadovanje texture je takođe vrlo lako moguće prepraviti, iseći i jednostavno prilagoditi korisničkim potrebama. Pravljenje UVW textura bi takođe bilo nemoguće bez programa za obradu kao što je Photoshop.

Raznim plug-inovima možemo proširiti vidik i poboljšati kvalitet naše postprodukcije. Postoje mnogobrojni kvalitetni plug-inovi koji poseduju raznorazne korisne alate koji u osnovnom Photoshop paketu ne postoje.

5.2 Adobe AfterEffects

AfterEffects je program za obradu digitalnog video materijala i slika, 2D animaciju i postprodukciju (TV, Film, 3D). Ovaj Adobe-ov program poseduje izuzetno napredne alatke za postprodukciju i pravljenje efekata, i spada među sam vrh programa za digitalnu obradu. Primena AfterEffects-a je evidentna svugde oko nas: reklame (TV, propagandni materijali), Filmovi, Video igre, Serije, Muzički spotovi, itd. Alati za pokretnu 2D grafiku omogućavaju pravljenje najkvalitetnijih 2D animacija, logo-a, džinglova, efekata i mnogih drugih digitalnih poslastica.³⁰



Slika 41 – Adobe AfterEffects CS5 radno okruženje – *Branislav Bogdanović* 2011

³⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_After_Effects 6.6.2012

6. Primeri 3D vizuelizacije

Shodno sa trećim poglavljem ovog master rada, i njegovom strukturom, napravićemo praktični prikaz i proces u pravljenju par 3D vizuelizacija. U zavisnosti od cilja tj zadatka, tehnike koje su korišćene su raznovrsne, ali prate sličnu nit, jer su od istog autora.

Enterijer ostarele učionice

- Ideja i koncept

Počevši od ideje da treba da se izmodeluje učionica koja je 10ak godina starija i u dosta gorem stanju od postojeće, bilo je potrebno utvrditi osnovne mere prostora u učionici, i svih ostalih većih predmeta u njoj. Pored toga, neophodno su bile i referentne slike učionice.



Slika 42 – Referentne slike - *Branislav Bogdanović 2011*

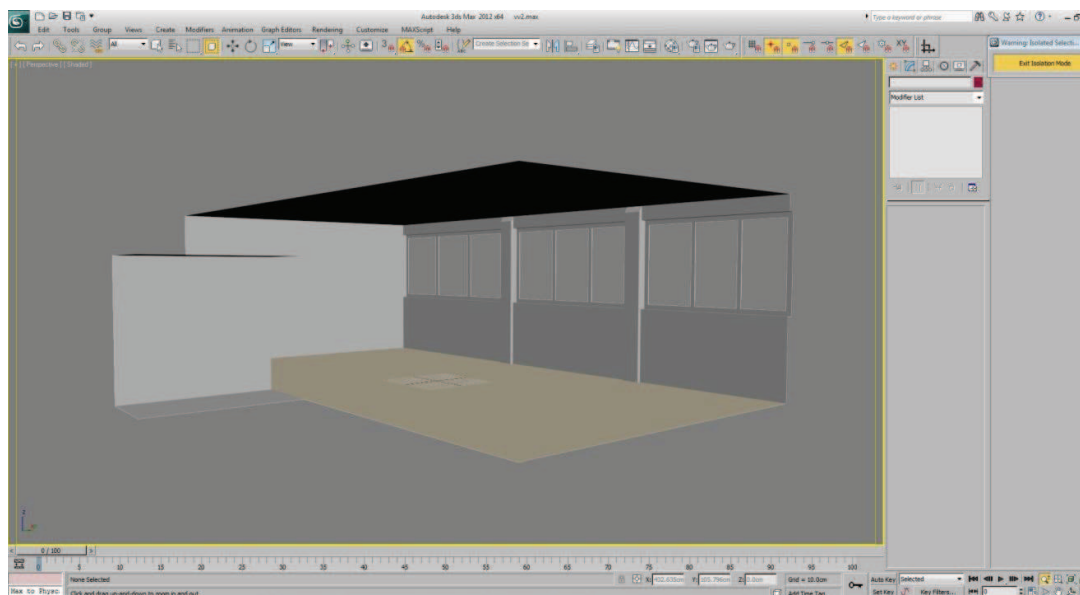
Cilj naravno nije bio 100% detaljno preslikavanje, već nešto što dosta liči na postojeću prostoriju, a i uostalom, prošlo je 10 godina od sadašnjosti, stvari su se promenile. U početku je bila ideja da se skroz preslika učionica takva kakva je, međutim autor diplomskog rada je smatrao da to nije dovoljno veliki izazov, te je ideju digao na viši nivo koji je zahtevao dodatno učenje novih stvari tokom izrade samog diplomskog rada.

- **Razvoj ideje i planiranje**

Rad je prvobitno rađen u 3ds Max verziji 2011, zbog boljih performansi u viewport-u i još nekim poboljšanjima, rad je prebačen u verziju 2012.

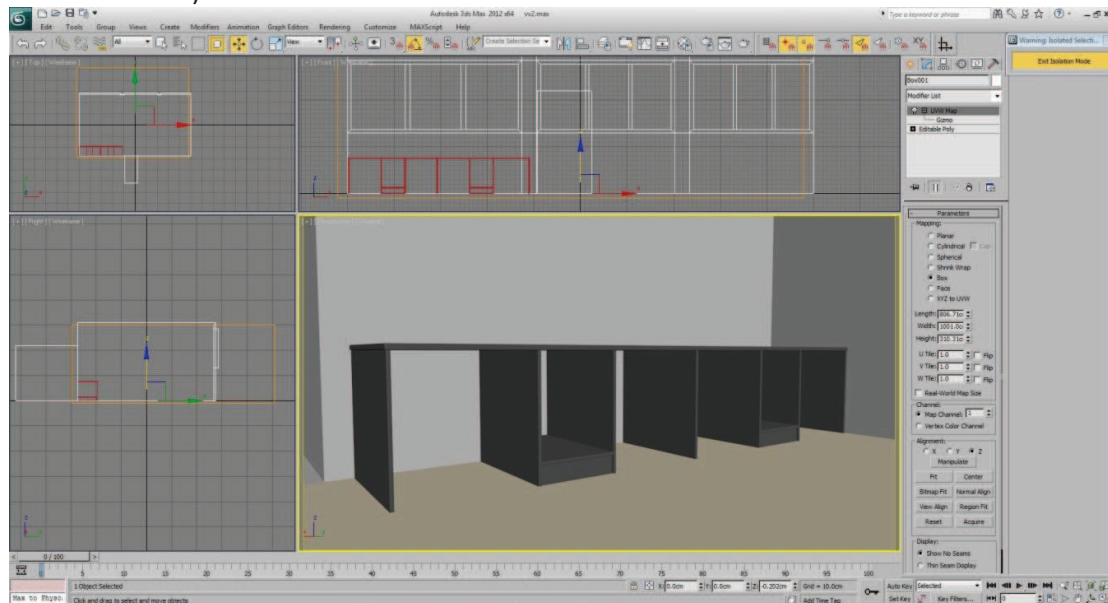
Pre samog početka modelovanja, bilo je potrebno da se radno okruženje u Max-u prilagodi potrebama. Postavljen je user interface iz max-a 2009 (zbog preglednosti koje autor rada preferira), Gamma correction na 2.2 i merne jedinice postavljene u centimetre. Nakon set-ovanja max-ovog interfejsa, u TOP viewportu se iscrtala osnova sa realnim merama prostora, spline tool-om i orthosnap-om. Uz pomoć modifier-a extrude, unosimo visinu prostora. Kako bi prostor bio otvoren sve vreme ka našem pogledu, potrebno je dodeliti mu modifier normal, i u display tab-u štiklirati backface cull. Postavka rupa za prozore je urađena preko ProBoolean operatora.

Ovim koracima, dolazimo do prostora koji je spreman za dalju postavku modela i uređivanje.



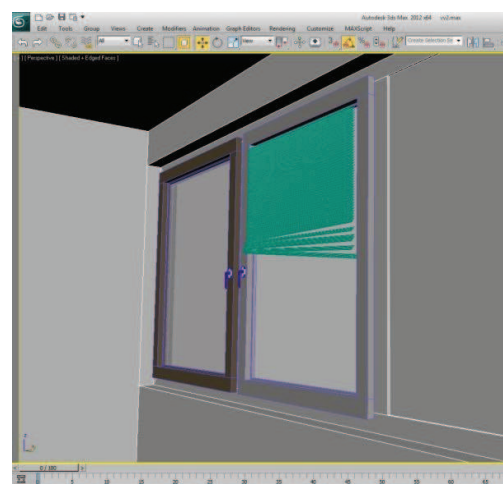
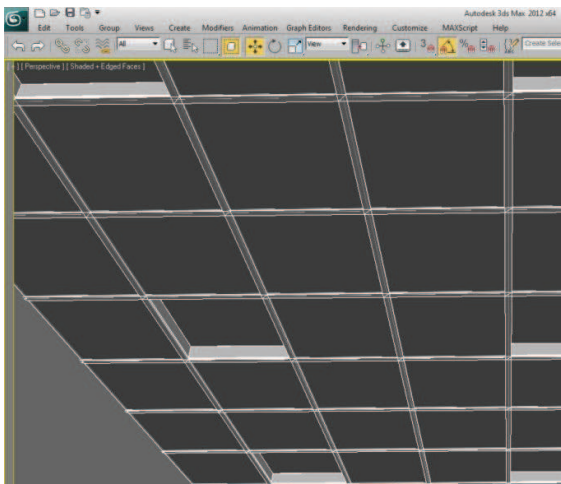
- Modelovanje

Proces modelovanja je zapravo počeo postavkom samog prostora. Svaki predmet u učionici je modelovan u 3ds Max-u, počevši uglavnom od nekih primitiva ili spline (linije). Iz autorovih prethodnih radova, uvezeno je par modela (npr. venecijaneri, vrata, kvake i tastature).



Modelovanje predmeta je počelo pravljenjem stolova, po realnim merama. Stolovi su najobičniji box primitivi.

Na plafonu su postavljene lajsne i aluminijski ramovi za svetla. Lajsne su zapravo napravljenije od plane-a, čiji je poligon bio veličine jednog segmenta na plafonu. Zatim se svaki poligon inset-ovao (kloniranje granice poligona ka unutra), preko modifier-a Edit Poly.

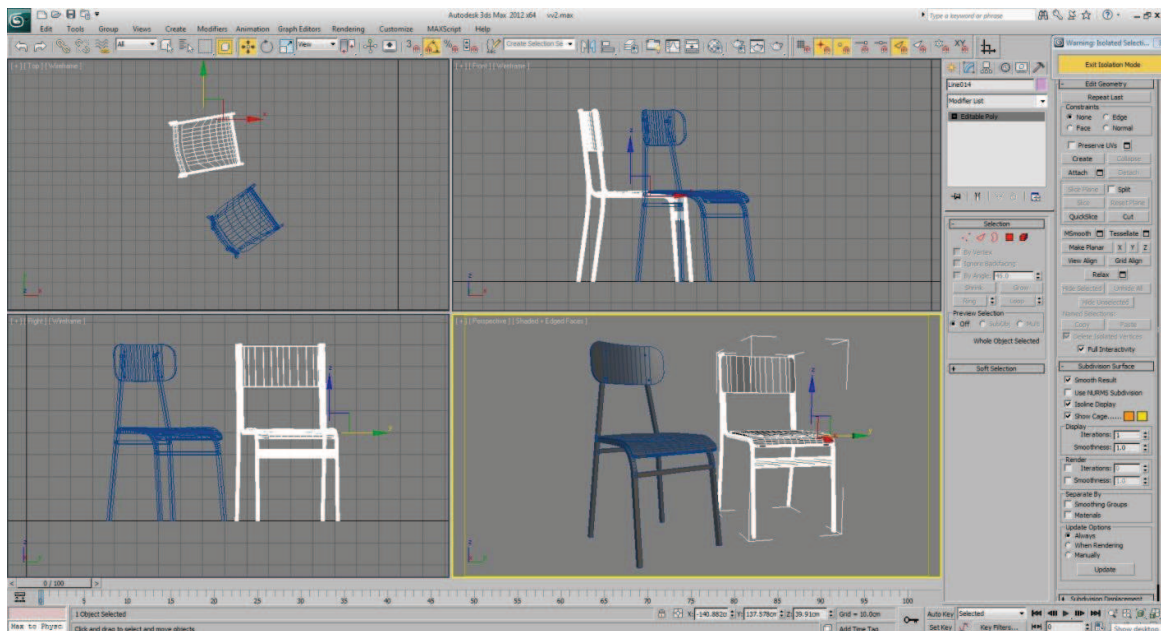


Prozori su zapravo Window predefinisani objekat iz max-ovog create panel-a. Podešavanjem modifier-a window, dolazimo do željenih mera i uklapanja prozora u venapravljene rupe.

Nakon modelovanja ostatka većih stolova, table i vrata, došao je red na stolice. Učionica ima 2 tipa stolica koji su veoma slični. Stolice su rađene po realnim merama i

referentnim slikama. Za gvozdeni ram stolice poslužila je linija (spline) kojoj je dodeljena renderable opcija, čime dobija zadebljanje. Baza naslona za stolice je modelovana takođe od linije a zatim extrude-ovana. Kosine na naslonima su urađene preko FFD (Free Form Deformer) modifier-a. Gumirani završeci na ramu stolice su obični cylinder primitivi, a šrafovi extended primitive - capsule. Kada su se svi elementi stolice izmodelovali, spojili su se preko Edit Poly modifier-a i njegove opcije attach. Pre toga je bilo potrebno sve spline delove konvertovati u Editable Poly (desni klik na model - convert to), zato što Attach opcija ne prepoznaje splines.

Kada je modelovanje stolica završeno, postavljene su proizvoljno po učionici i



izotirane. Neke od stolica imaju blago savijeniji ram, polomljene i iščupane naslone, sve u cilju što detaljnijeg prikaza starenja učionice.

Monitori su napravljeni od jednog prostog box-a, koji je zatim u više koraka izvajan modifier-om Edit Poly. Pod modifier-om edit poly, korišćeni su alati za vertexe, edge, face i polygon, kao i soft selection. Nakon detaljnijeg modelovanja monitora, na mestima gde su ulubljenja, iskorišćen je ProBoolean operator.

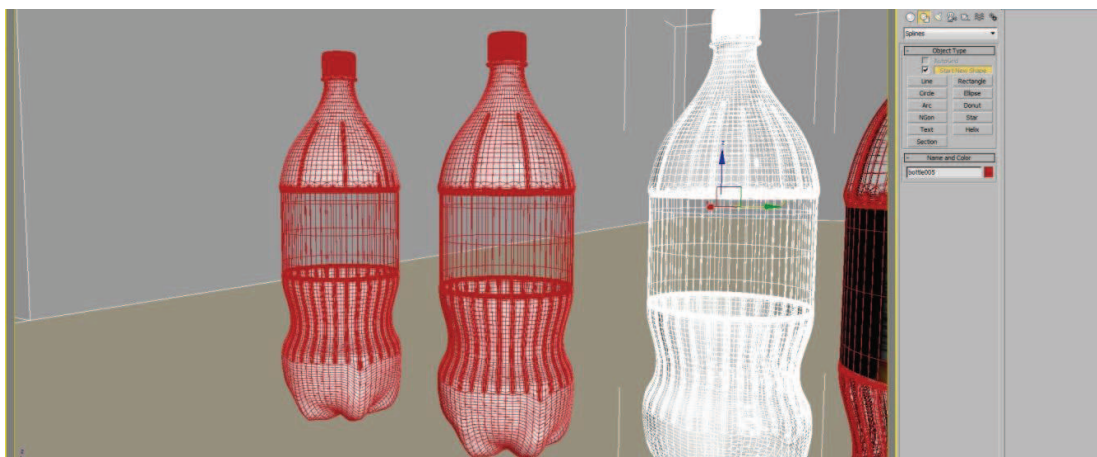


Na sličan način kao i monitori, su modelovane tastature (neke importovane), miševi, štampač, klima i kućišta. Edit poly alat je dista korišćen uz FFD modifier gde treba. Svaki model je naravno rađen uz referentne slike. Poster i su plane-ovi (površ) savijeni modifier-om Bend.

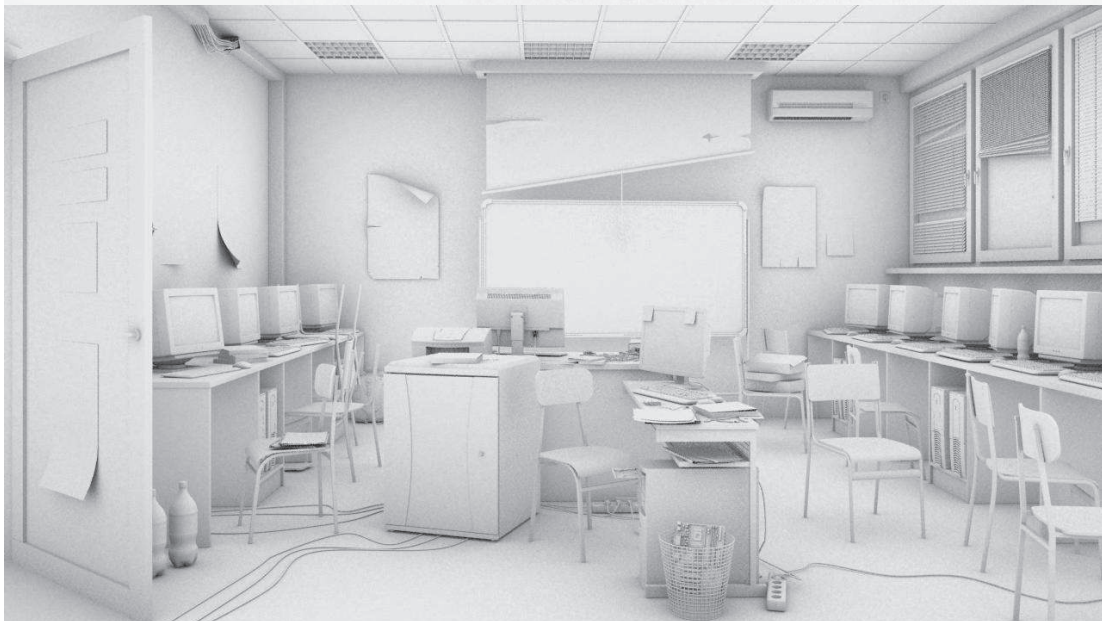
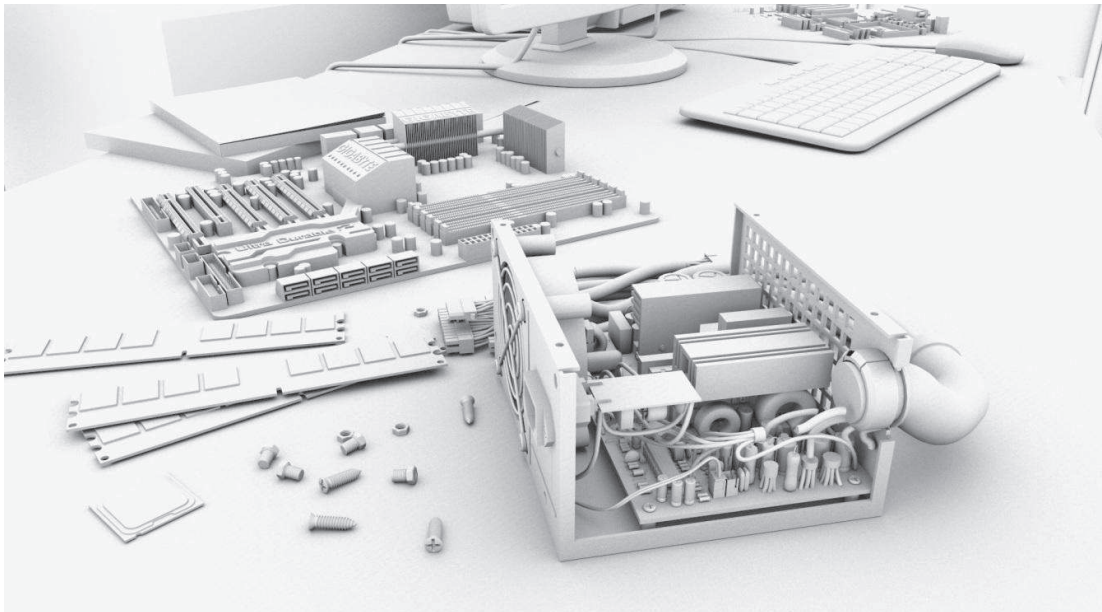
Serverska mašina koja se nalazi blizu centra scene je modelovana parcijalno. Baza je box, prilagodjen edit poly modifier-om, dok su vratanca napravljena od spline-a a zatim extrude, prozor je običan plane, a ključaonica cylinder koji je modifikovan sa edit poly modifier-om. Unutar serverske mašine se nalaze switch-evi sa lan port-ovima, diodama itd. Svaki je rađen po referentnim slikama. Kablovi na dnu serverske mašine su zapravo spline - Helix (namotaji), kojima je dodata debljina preko opcije renderable i show in viewport. Svi ostali kablovi u sceni su urađeni preko spline-a.



Knjige, USB stick-ovi, papiri i kutije, su modelovani takođe sa lakoćom. Korišćeni su primitivi (box, cylinder, capsule) i edit poly modifier. Flaše koka kole su se modelovale na malo komplikovaniji način. Naime, predmeti kao što su čaše, flaše abadžuri, tanjiri i sl. se modeluju uz pomoć modifier-a Lathe. Potrebna nam je polovina preseka datog predmeta po visini, koji se pravi uz pomoć linije (spline). Liniji zatim dodelimo modifier Lathe, koji taj presek zarotira 360 stepeni i tako napravi pun objekat.

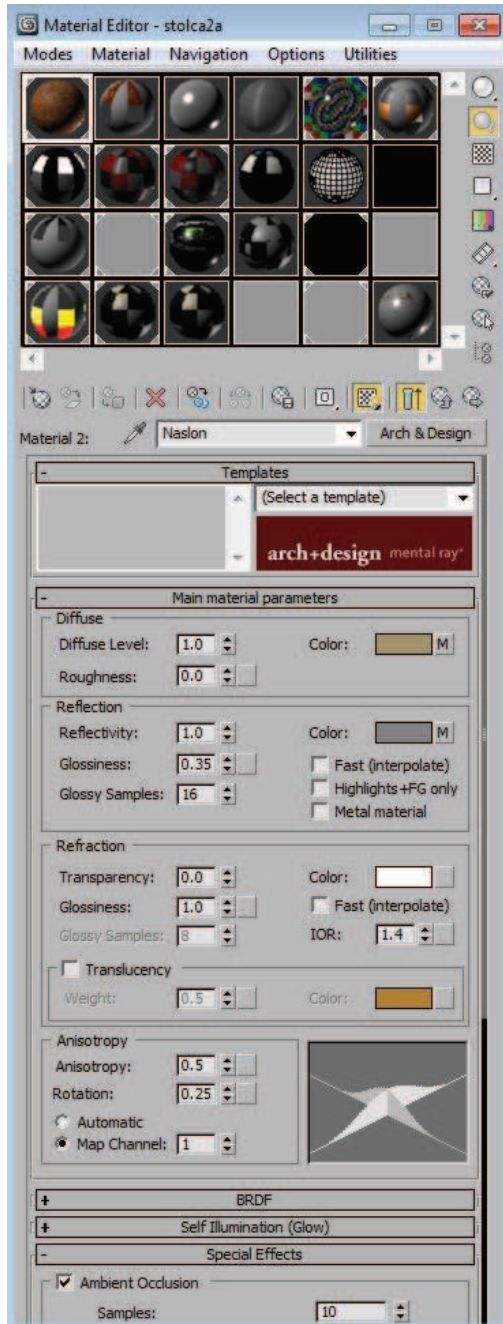


Najdetaljnije modelovanje je definitivno bilo na centralnom stolu, gde se nalaze razne sitnice kao što su: otvoreno napajanje, matična ploča, šrafovi, memorije itd. U suštini, modelovanje tog dela nije bilo komplikovano, već je vremenski bilo zahtevno. Kao i u većini učionice, ovde se takođe kretalo od primitiva Box i Cylinder, i uz pomoć spline-a. Modifikacije su vršene uz pomoć alata edit poly, FFD, Bend i operatora ProBoolean.



- Materijalizacija

S obzirom da se rad renderovao preko mental ray rendering paketa, logičan izbor za materijale su bili Arch&Design shader-i, koji su poznati po svojim odličnim performansama i realističnom izgledu. Za razliku od max-ovog "Standard" materijala, arch & design materijali imaju daleko više opcija i kvaliteta. Vrlo često se kretalo od template-a koji materijali nude (zid, plastika, mermer, drvo...), a nakon toga su se opcije štelovale po potrebi. Među bitnim opcijama su Difusse Color, Reflection, Glossiness, Ambient Occlusion, Round Edges, Refraction, Transparency i naravno slotovi za mape. Materijali su se takođe nameštali u odnosu na svetlo, kako direktno tako i indirektno.



Bitne opcije kod Arch&Design materijala:

- Diffuse Level:** Kontrola osvetljenosti osnovne boje, Color-osnovna boja
- Roughness:** Kontrola mešanja osnovne boje sa ambijentalnom
- Reflectivity:** Range 0-1, 0-nema refleksije. Color - boja osvetljenih površina
- Glossiness:** Range 1-0, 1-perfektno ogledalo, 0-glossiness diffuse
- Refraction Transparency:** Nivo refrakcije
- Refraction Glossiness:** Oštrina refrakcije
- IOR:** Indeks refrakcije, 1-vazduh, 1.5 do 1.7 - staklo, 1.33 - voda
- Translucency:** Vidljivost objekata iza neprozirnih objekata, Weight- % providnosti (0.3 - 30%), color-boja koja se generiše
- Anisotropy:** Zaobljenost krive osvetljenja
- BRDF:** Zavisnost refleksije od ugla gledanja
- Ambient Occlusion:** Zasenčenost materijala na mestu dodira dve površi, Samples-broj zrakova koji učestvuju u senčenju (kvalitet), veći broj-sporiji render, Max Distance - širenje dodirnog zračenja
- Round Corners:** Zaobljava oštre ivice u renderu za geometriju koja ima ovaj materijal, Fillet radius-ugao zaobljavanja
- Special purpose maps:
- Bump:** Uređenje reljefnosti
- Displacement:** Mesto za učitavanja mape za izobličenje objekta
- Cutout:** Pomoću opacity mape, uklanjanje dela diffuse mape
- Environment:** Učitavanje mape okruženja

Texture, tj mape, koje su se koristile u radu, su uglavnom skidane sa interneta, ili iz

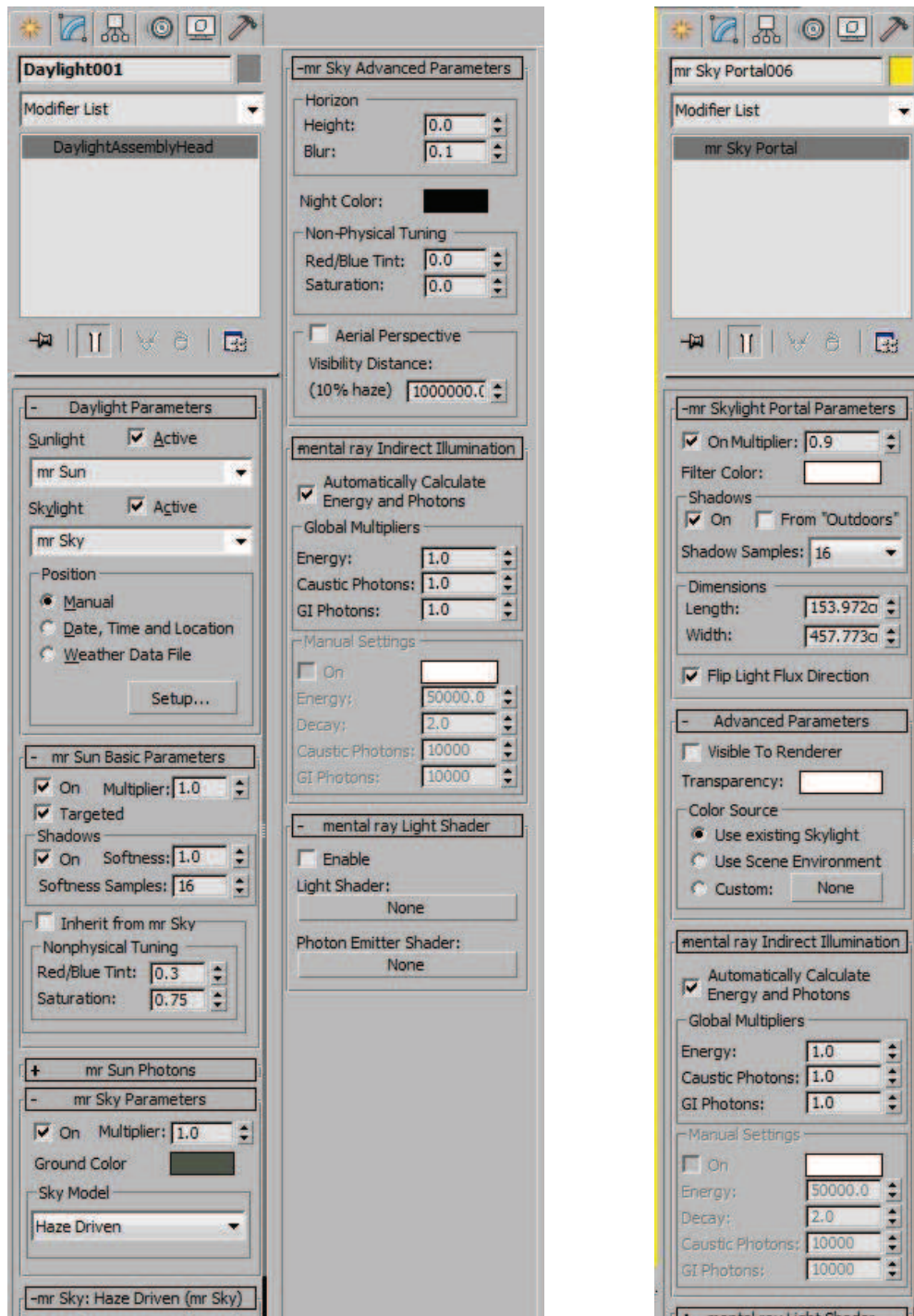
lične kolekcije autora rada. Svaka mapa je morala da se doradi i prilagodi materijalu, taj deo posla je rađen u Adobe Photoshop-u, i uglavnom uz pomoć grafičke table.

Proceduralne mape koje su korišćene su Multi SubObject, Blend, Smoke, Tile itd. Za kontrolu mapa nad objektom su korišćeni UVW map i UVW unwrap modifier-i.



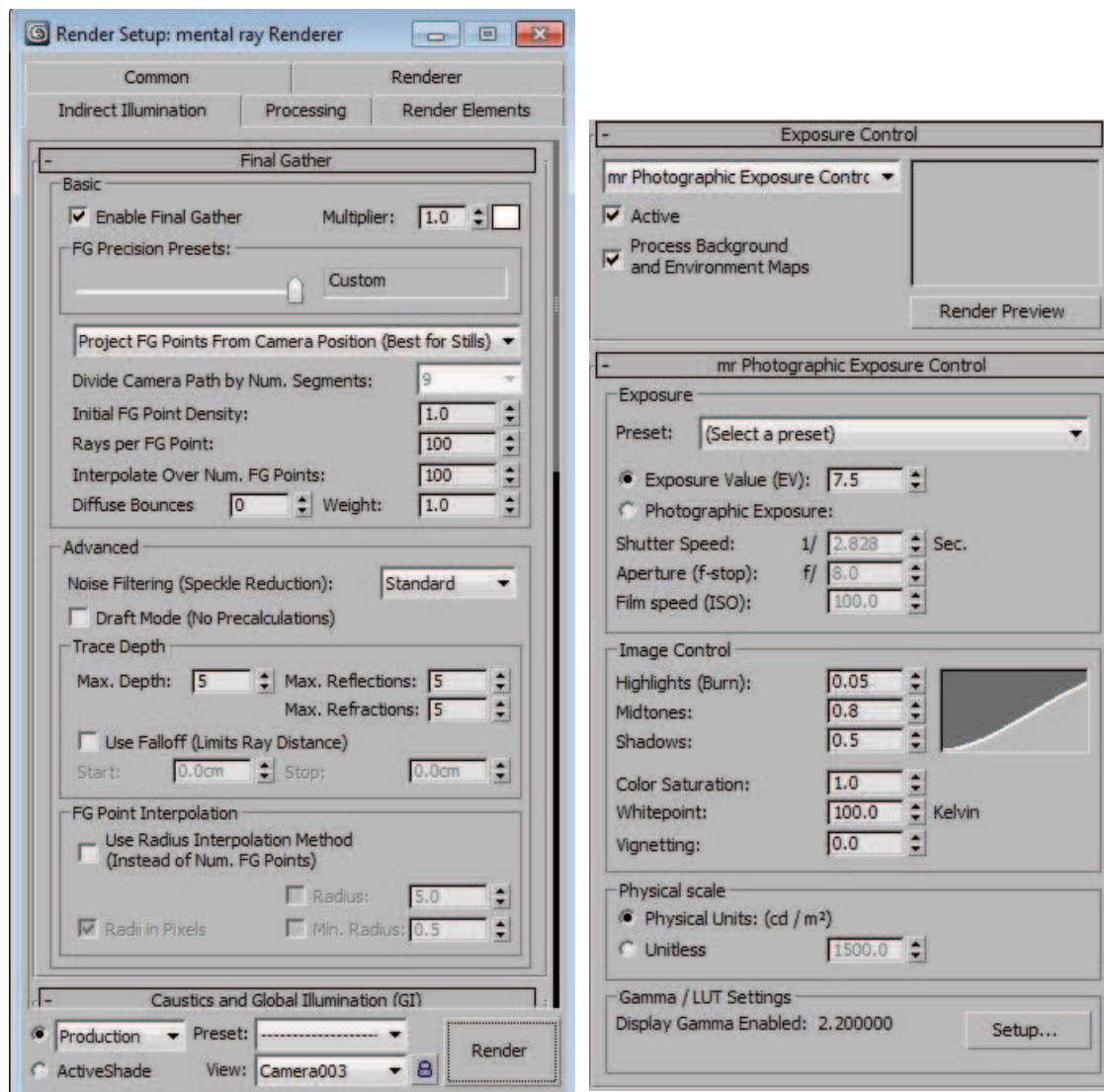
- Osvetljenje

Za direktno osvetljenje u sceni je korišćen sistem Daylight, sa Mr Sun suncem i Mr Sky environment nebom. Kod prozora su postavljeni Mr Sky Portal-i. Ovo postava svetala uopšte nije toliko komplikovana, i uvek je dobra za dnevno osvetljenje enterijera.



Za dobar, fotorealistični render, potrebno je podesiti dobro indirektno osvetljenje i kontrolu ekspozicije. Za indirektno osvetljenje korišćen je Final Gather algoritam ili skraćeno FG. Za kontrolu ekspozicije, korišćena je Mr Photographic Exposure Control, koja se i preporučuje uz mental ray i korišćenje Daylight sistema.

Svi bitni parametri za kvalitet osvetljenja, su za test-rendere bili smanjeni znatno, jer, svetla su jedan od najjačih gutača resursa u sceni. Kod finalnog rendera, podešavanja su dignuta na maksimum, radi boljeg kvaliteta.



- Render

Za renderovanje ovog rada, korišćen je render paket MentalRay, koji je deo 3dsMax-a. Render podešavanja obuhvataju zapravo sve od početka modelovanja. Kod materijalizacije objekata u sceni, svako podešavanje u Arch&Design materijalima je bitno za finalni render. Dobri materijali i mape ne mogu opstati bez dobrog osvetljenja, kako postavke direktnog svetla, tako i podešavanja indirektnog svetla, ali i kontrole ekspozicije.

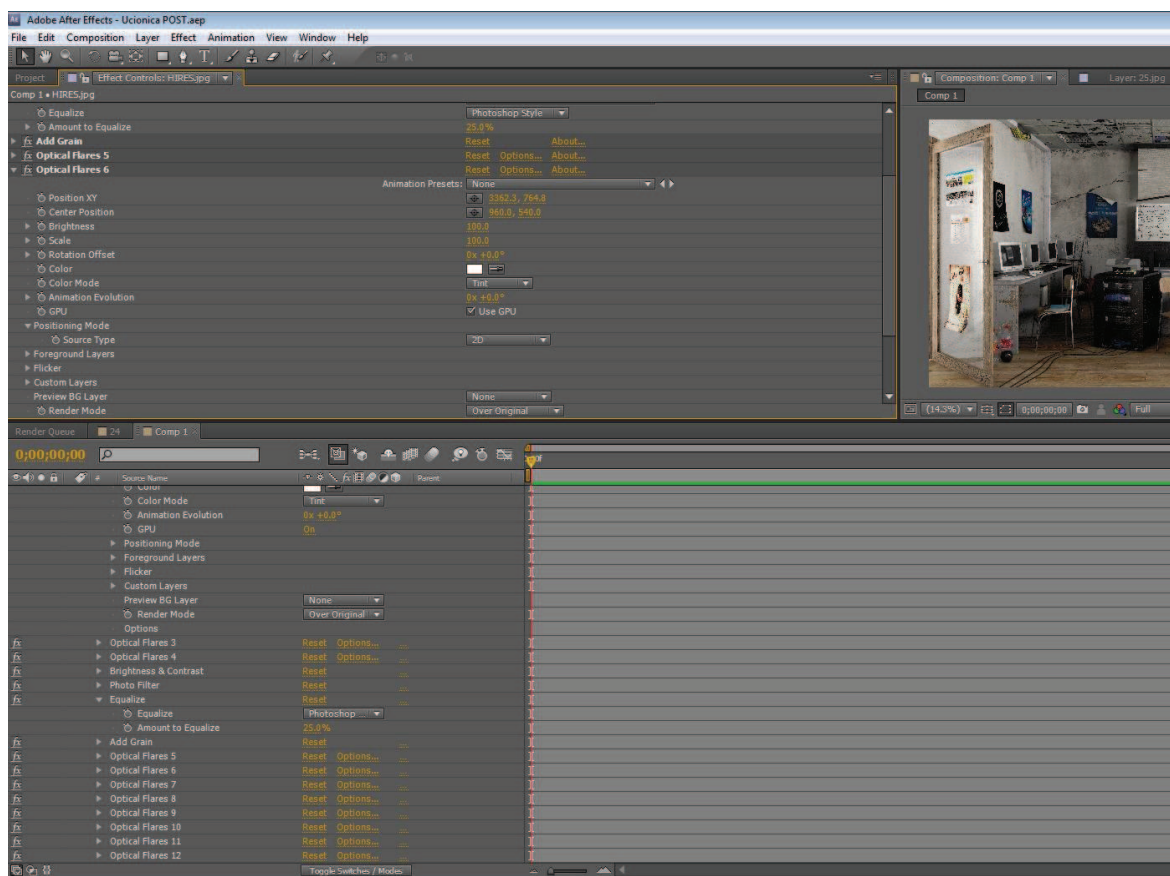
Rad je renderovan i testiran i fazama, kada se napravi određen broj modela, i kada se materijalizuju, radi se test render, ispravljaju se greške, a onda se radi finalni, i stavlja u arhivu. Finalnih test rendera za učionicu je do sada 26, uključujući i finalni završni render, koji je prošao i kroz postprodukciju.



- Postprodukcija

Postprodukcija je rađena u Adobe AfterEffects CS5, sa plug-inom VideoCopilot Optical Flares. Zbog dobrih podešavanja u samom renderu, osvetljenju i materijalima, ispravke boja u postprodukciji nije bilo. Bačen je veliki akcenat na svelost koja izbija iz prozora, jer je to inače slučaj sa fotografijama rađenim u ovakvom enterijeru, zbog prevelike ekspozicije. Svetlost na prozorima je zapravo LensFlare (odbljesak) posebno modifikovan u plug-inu Optical Flares. Dodat je takođe blagi grain efekat, ali samo na mračnim delovima na slici, jer se to inače takođe ponekad dešava na pravim fotografijama, zbog kompenzacije osvetljenja. Pored ovih efekata ubačene su veoma blage vrednosti za Contrast i Equalize. Na kraju, dodat je blagi Photo Filter, efekat koji daje slici malo dodatne topline.

Za dodatna dva kadra, pored glavnog, urađena je veštačka dubina polja (Depth Of Field), uz pomoć zDepth crno-bele mape, izrenderovane u 3dsMax-u, koja zapravo mapira 3d dubinu na slici.



Eksterijer egzotičnog hotela

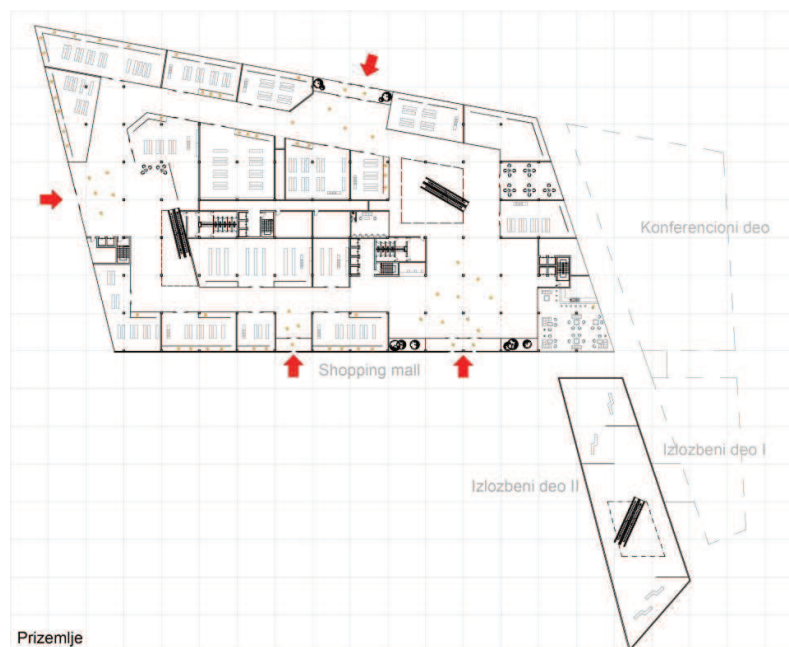
- Ideja i koncept

Zadatak ove vizuelizacije je da se prikaže eksterijer hotela, tržnog centra, parkirališta i okolnih parkova. Ceo kompleks se pritom nalazi na obali, tako da je potrebno uklopiti adekvatnu sliku u pozadinu.



- **Razvoj ideje i planiranje**

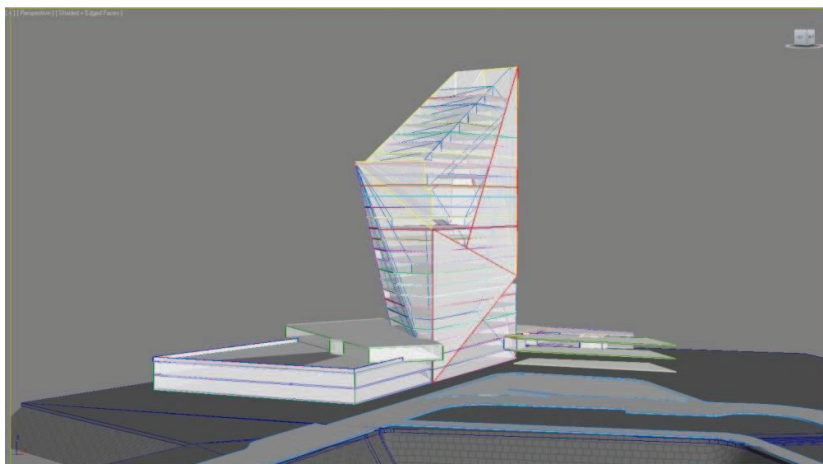
S obizorm da nam je zadatak kristalno jasan, i da smo prikupili dovoljno referentnih fotografija, neophodni su bile 2D osnove čitavog kompleksa. Ove osnove nam obezbeđuju lakši uvid u situaciju same vizuelizacije, tako što postavljamo prioritete izrade samog rada, od modelovanja pa do završnog rendera.



- Modelovanje

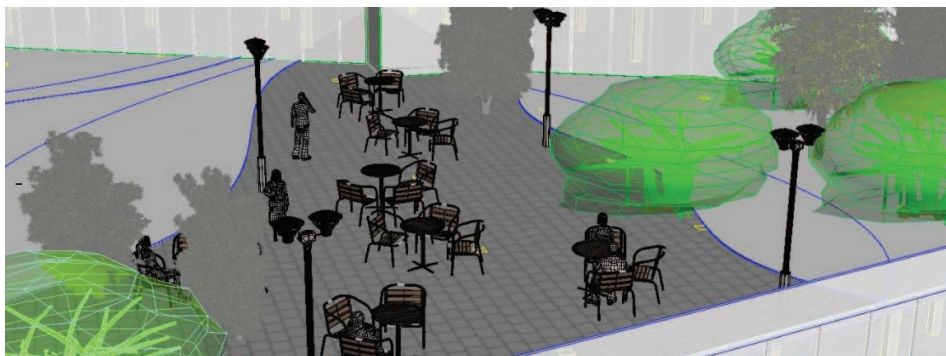
Nakon pažljivog sagledavanja osnove, pristup modelovanju može da počne. Velike površine (samo ostrvo, putevi, parkovi, travnate površine i parkinzi) su bile prioritet za prvobitno modelovanje. Korišćenjem ptičije (TOP view) perspektive i u pomoć linije (Line) u 3dsMax-u, preslikana je 2D osnova dobijena iz AUTOCAD-a, a zatim uz modifier Extrude, dobijen i 3d prikaz osnove. Povlačenjem poligona unutar osnove, dobijamo puteve, prostor za glavni objekat i parkove.

Dizanje glavnog objekta sa osnove predstavlja izazov za korišćenje 3dsMax-ovih modifera za poligonalno modelovanje. Korišćeni su modifieri Extrude, Lattice i najviše Edit Poly. Unutar Edit Poly modifera, objekat možemo transformisati do najsitnijih detalja, po određenim merama utvrđenim naravno preko prvobitne 2D skice i referentnih slika.



Prateći referentne slike, bilo je potrebno da se ubace raznorazni detalji koji se uklapaju u ambijent samog objekta. Poželjno je da se uvek vodi računa o detaljima, zbog uverljivosti finalnog rendera, tj postizanja fotorealizma. U te detalje ulazi: drveće (više vrsta), stolice, klupe, prevozna sredstva, ulično osvetljenje, kante, brodovi, ljudi (u raznim pozama i odeći).

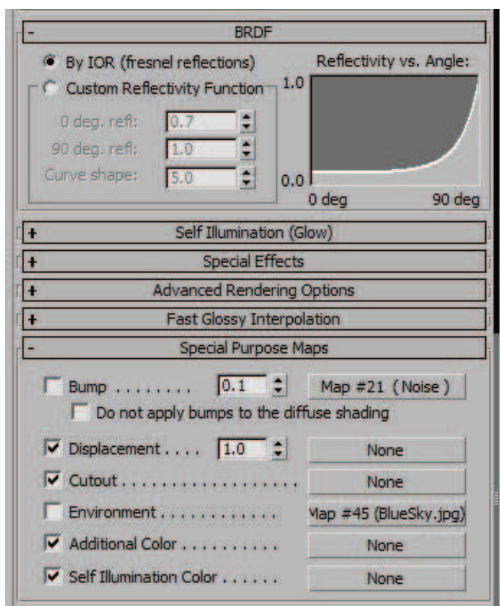
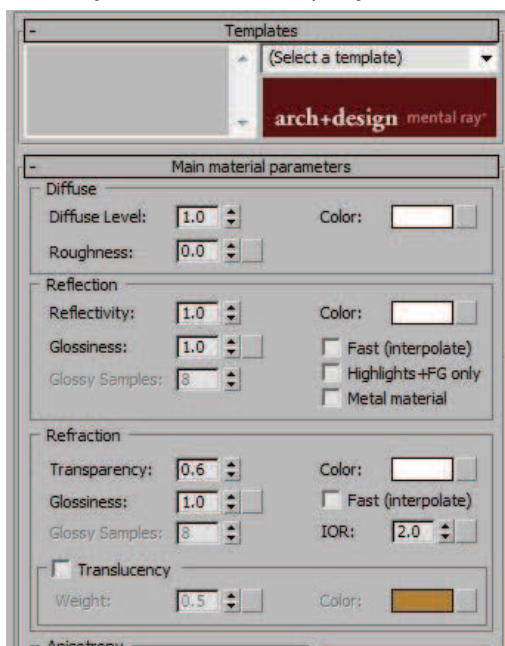
Svaki detalj mora biti i pozicioniran različito, dal je to prosta rotacija ili repozicioniranje je nebitno jer generički izgled ne doprinosi foto realizmu.



- Materijalizacija

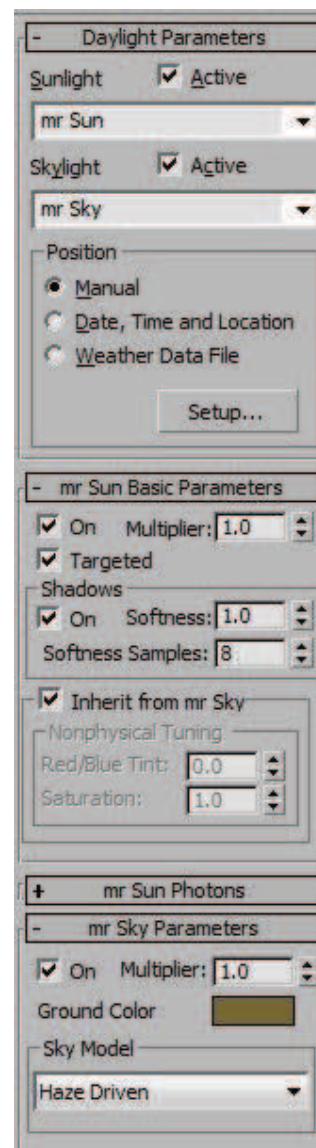
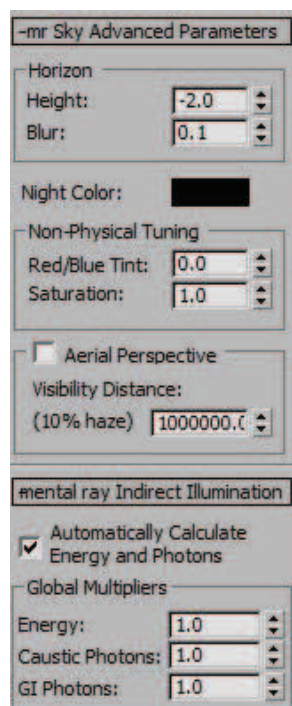
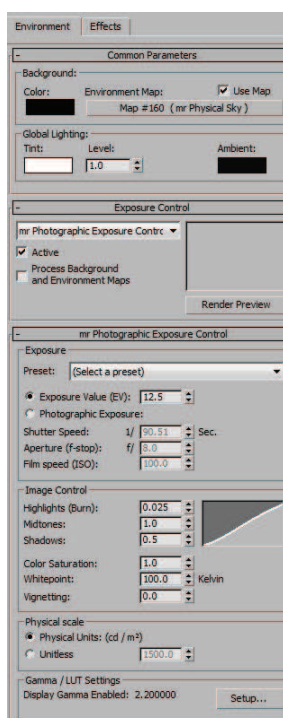
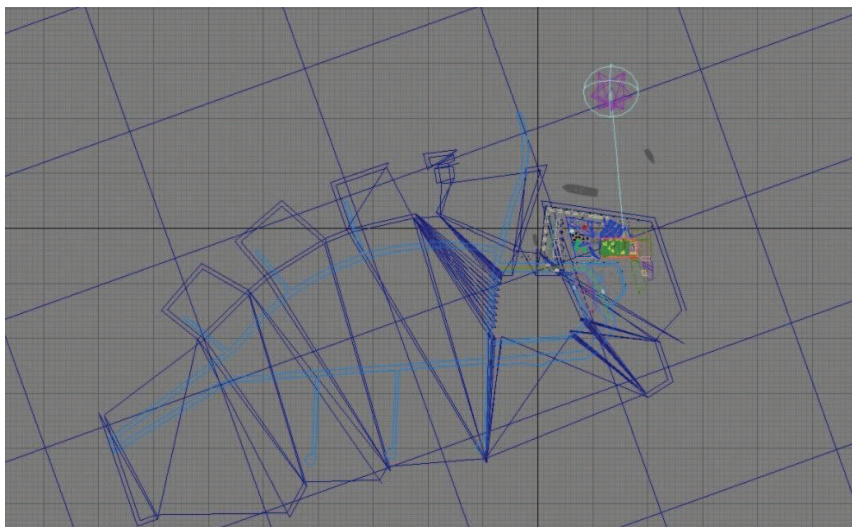
Za kompletnu materijalizaciju rada je odgovoran 3dsMax-ov material editor, a s obzirom da je rad renderovan preko MentalRay render engine-a, korišćeni su Arch&Design materijali. Generalna podešavanja materijala su direktno povezana sa sistemom osvetljenja koje koristimo, tako da u ovom slučaju moralo da se prilagodi osvetljenju eksterijera.

S obzirom da je arhitekturna vizualizacija u pitanju, na dosta mesta je stavljen materijal bez ikakvih mapa tj tekstura, najčešće velike površine hotela, restorana itd.

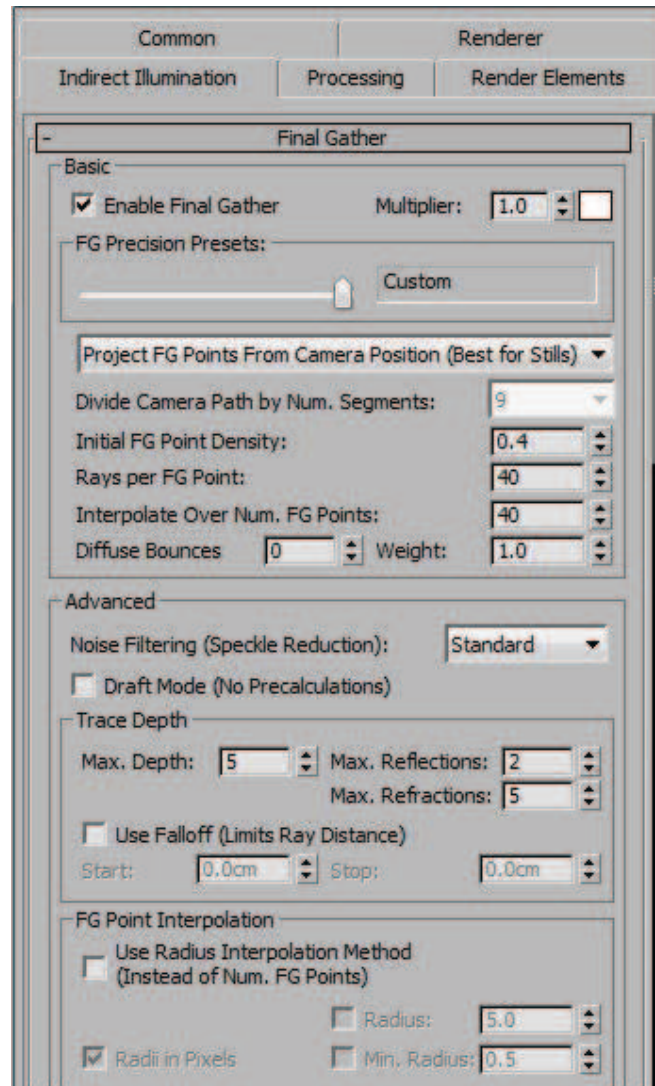


- Osvetljenje

Za direktno osvetljenje u sceni je korišćen sistem Daylight, sa Mr Sun suncem i Mr Sky environment nebom. Imajući u vidu da je predmet vizualizacije postavljen na neki tropski predeo, potrebno je da se takođe podesi „sunce“ tj MrSun u korektnu poziciju radi realističnijeg svetla eksterijera.



Za indirektno osvetljenje korišćen je Final Gather (FG) algoritam. Kao i kod enterijera, ovo je odličan izbor, daje precizne i tačne opcije, koje se mogu konfigurisati s lakoćom u toku izrade i testiranja rendera. Za finalni render su korišćene dosta jače opcije, koje su ujedno i povećale vreme samog rendera.



- Render i Postprodukcija

Render engine korišćen za ovu trodimenzionalnu vizuelizaciju eksterijera je MentalRay. Svojim fenomenalnim Arch&Design setom materijala i opcija za iste, naprednim osvetljenjem kao i algoritmima za izračunavanje odbijanja fotona, predstavlja jedan od najboljih izbora za vizuelizaciju eksterijera.

S obzirom na velike prazne površine (pozadina i nebo), vreme rendera je dosta skraćeno, što se odrazilo na brže i učestalije testiranje osvetljenja, materijala i integracije novih objekata u scenu.

Za kompletnu postprodukciju ove vizuelizacije je korišćen samo Adobe Photoshop. Zbog nedostatka pozadine, neke refleksije na objektima pa čak i u vodi su morale „veštački“ tj van rendera da se dorađuju u samoj postprodukciji. Korišćenjem višestrukih layera, spajanjem i mešanjem istih, dobijamo jednu sasvim solidnu obradu rendera.



4. Zaključak

Trodimenzionalna grafika i vizuelizacija je najobimnija i najsavremenija grana računarske grafike, koja se nezaustavljivo širi iz dana u dan. Grafički dizajneri imaju na raspolaganju pravljenje čitavih svetova, likova, predmeta i ubacivanje života, animacijom, u iste. Vrlo često se zbog originalnosti, broja detalja i posvećenosti, nekim 3d radovima daje kompliment da su umetnički.

Kod modelovanja trodimenzionalnih objekata, postoji more tehnika i alata, što ovaj deo trodimenzionalnog umeća čini veoma zanimljivim. Modelovanjem raznih objekata, vidimo zapravo koliko je naš svet jednostavan, a opet kompleksan na mnogo načina.

Izrada tekstura i korigovanje materijala je posebna veština, koja vrlo često zahteva odlično poznavanje boja, crtanja i grafike.

Proučavanje fotografija sa različitim tipovima osvetljenja, napravljenim u različitim okruženjima, i poznavanje fotografije kao discipline, su neophodne veštine za dobijanje dobrog osvetljenja i finalnog izgleda trodimenzionalnog rendera.

Veliki projekti zahtevaju određen broj ljudi, i vrlo često se posao u trodimenzionalnoj grafici deli na modelare, animatore, special effects supervizore itd. Dobra saradnja ovih stručnjaka i njihovih veština dovodi do kvalitetnih ostvarenja u trodimenzionalnoj grafici.

Projekti prikazani u ovom master radu su zahtevali iscrpno planiranje i sakupljanje svih korisnih informacija pre samog početka izrade. Bez ideje i dobre vizuelizacije pre svega u glavi, ne bismo umeli da primenimo adekvatne tehnike i najbolji način za izradu.

Enterijer učionice je bio jedan veliki izazov, jer je zahtevao višestruke tehnike modelovanja, pravljenja tekstura, osvetljenje, kao i završnu obradu u AfterEffects-u. Spajanje ovih zadataka u jednu celinu je proizvelo jednu fotorealističnu prezentaciju, koja je takođe podložna brzim i lakim promenama, i implementaciji novih materijala i objekata unutar iste.

Izrada eksterijera i bavljenje problematike oko postavke objekata (koji zalazi i u posao arhitekta) su definitivno tražili šire poznavanje 3dsMax-a, a završna obrada, dosta naprednih tehnika Photoshop-a.

Svaka izrada nekog novog projekta, nebitno na kom polju 3D vizuelizacije, dovodi do usavršavanja već poznatih koraka za izradu, tehnika modelovanja i materijalizacije, kao i zalaženje u potpuno nove opcije i mogućnosti 3d programa (u ovom slučaju 3dsmax-a). Kreiranje izmišljenog okruženja iz oblasti naučne fantastike (sl.14 i sl.15 – Starcraft 2), zahtevaju korišćenje svih mogućih alata unutar 3d softvera, jer imaju vrlo malo referentnih slika i crteža, ali puno mašte.

5. Literatura

- [1] D. Cvetković, Z. Kostić, **3D grafika i animacija**, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2007.
- [2] D. Cvetković, Z. Kostić, **3D grafika i animacija - praktikum**, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2007.
- [3] Sham Tickoo, Nirupama Gupta, **3ds Max 2008: sveobuhvatni vodič**, Mikro knjiga, 2009
- [4] Ted Boardman, **3dsMax 7 kroz primere**, Mikro Knjiga, 2005
- [5] Vesna Živković, **Autodesk 3dsMax osnovni, napredni i animacija - skripte**, Vinča škola računara, 2010
- [6] Autodesk 3dsMax Training courses - Lynda.com
- [7] CgSociety.com
- [8] Wikipedia.com