

# 3D modeliranje unutarnjeg prostora primjenom Cinema 4D alata

---

**Pešić, Luka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Applied Sciences of Rijeka / Veleučilište u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:125:328465>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-05**



*Repository / Repozitorij:*

[Polytechnic of Rijeka Digital Repository - DR PolyRi](#)



**VELEUČILIŠTE U RIJECI**

Luka Pešić

**3D MODELIRANJE UNUTARNJEG PROSTORA PRIMJENOM  
CINEMA 4D ALATA**

završni rad

Rijeka, lipanj 2024.



# VELEUČILIŠTE U RIJECI

Stručni prijediplomski studij Telematika

## 3D MODELIRANJE UNUTARNJEG PROSTORA PRIMJENOM CINEMA 4D ALATA

završni rad

MENTOR

Dr. sc. socio. Ida Panev, v. pred.

STUDENT

Luka Pešić

MBS: 2427000012/21

Rijeka, lipanj 2024.

## SAŽETAK

Tekst, slika, zvuk, video i animacija mediji su koji prenose poruku. Kada se više njih kombinira, sredstvo prijenosa postaje multimedij. Ovaj završni rad bazira se na 3D animaciji, koja se integrirala sa grafikom, tekstom, zvukom da bi krajnji proizvod postao videozapis. Cilj projekta je animirano predstaviti precizno izrađene modele pogodne za tehničko planiranje. Animacija je umjetnost stvaranja iluzije pokreta. Da bi se modeli animirali kako dolaze na scenu, potrebno je iste modelirati. Faza modeliranja odrađena je u alatu Cinema 4D. Objekti su modificirani alatima za modeliranje poput *Extrude*-a i *Bevel*-a u srednjoj *poly* kvaliteti. Nakon što su kreirani, presvučeni su u teksture izrađene u Cinemi 4D ili Photoshopu. Photoshop je komercijalni alat za obradu rasterske grafike kompanije Adobe, koja je također razvila i Premiere Pro, alat za obradu i uređivanje videozapisa putem koga je završna animacija ozvučena i dodatno uređena. Svi se navedeni programi temelje na hijerarhiji i ključnim svojstvima objekata koje obrađuju. Animiranje objekata i kamere se vršilo po principu ključnih točaka u vremenskoj traci. Renderiranjem animacije u Full HD rezoluciji kompozicija scene je poprimila svjetlo. U završnoj su montaži dodani prijelazi, zvučni efekti i tekst te je ista izvezena u MP4 videozapis.

**Ključne riječi:** modeliranje, animiranje, tekstura, model, montaža

# Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. MULTIMEDIJSKI SUSTAVI .....	2
2.1 Animacija .....	3
2.2 Video .....	7
2.3 Zvuk .....	8
3. KORIŠTENI PROGRAMI .....	11
3.1 Cinema 4D.....	11
3.2 Adobe Photoshop .....	14
3.3 Adobe Premiere Pro .....	15
4. PROCES IZRADE .....	18
4.1 Ideja.....	18
4.2 Modeliranje .....	19
4.3 Teksturiranje.....	26
4.4 Animiranje.....	35
4.5 Montaža.....	37
5. ZAKLJUČAK.....	40
LITERATURA .....	42
POPIS SLIKA.....	45

# 1. Uvod

3D modeliranje moćno je oblikovanje informacija u realistične animacije. I dok animacije slove za vizualno atraktivne i dinamične prezentacije, modeli koji tvore njihovu kompoziciju tehničarima omogućuju precizno planiranje izvedbe tehničkog projekta. Kao tema ovog rada odabrana je realizacija unutarnjeg prostora 3D modelom čiji je završni proizvod uređena animacija. Kako se radi o replici iz stvarnog svijeta, modeliranje se može nazvati digitalizacijom. Realizirani je proizvod kreiran u sklopu stručnog završnog rada Veleučilišta u Rijeci, smjera telematike iz kolegija Multimedijски sustavi.

Kako je animacija jedan od multimedijских elemenata izražavanja, a sama izrada multimedijskog sadržaja ključni dio u procesu izrade multimedijskog sustava, ovaj je rad u potpunosti povezan s navedenim kolegijem. Osim same animacije, rad obuhvaća i ostale elemente multimedije koji su detaljno pojašnjeni u prvom poglavlju.

Svrha modeliranja prostora leži u izradi digitalnog dvojnika prostorije čime bi se olakšala analiza i pojednostavilo planiranje tehničkih sučelja i telematičke infrastrukture. Da bi se dvojnici vjerno replicirao, objekte je potrebno autentično modelirati kako bi vizualno njihove funkcionalnosti bile očite. Najveći fokus u realizaciji projekta stavljen je na rad u programu Cinema 4D, dok ostali programi služe kao podrška vizualnim ili zvučnim efektima same animacije.

Rad je koncipiran kao teorija multimedijских sustava s fokusom na multimediju, objašnjenje primjene i mogućnosti programa koji se koriste u izradi projekta i pojašnjenje samog procesa izrade projekta kroz faze. Ako se izuzme ručno snimanje popratnih zvukova i fotografiranje tekstura modela, rad je izrađen u potpunosti računalnim putem služeći se komercijalnim softverima specifične namjene. Korištene funkcionalnosti i princip rada u tim programima opisuju se kroz poglavlja procesa izrade na samim primjerima iz rada.

## 2. Multimedijski sustavi

Multimedij je složenica koja se sastoji od latinskih riječi multi i media. Medij je zajednički pojam za sve vrste prijenosnika informacije, dok prefiks označava višestrukost, u slučaju multimedije višebrojnost medija koji se koriste istovremeno (Handelwal, 2021.). Sustav po svojoj definiciji označava skup elemenata povezanih u cijelinu koja funkcionira (Hrvatska Enciklopedija, 2024.). Prema navedenim definicijama multimedijski sustavi predstavljali bi skup medija unutar multimedije, međutim to nije prava definicija istoga. Multimedijski sustav dimenziju sadržaja, multimedij, proširuje vizualnim dizajnom i tehničkim detaljima kako bi sustav postao funkcionalna cjelina s kojom korisnik može biti u interakciji (Lauc, Mikelić, 2005., str. 99). Multimedijski sustavi prema tome prikazuju različite medije, više nego što opisuju odnose između njih, kako bi se dalo naslutiti iz početnih definicija. Kako je jezgra multimedija informacija tj. podatak, čitav multimedijski sustav orijentiran je prema rukovanju multimedijским podacima. Rukovanje bi se odnosilo na obradu, upravljanje, pohranu, slanje i prezentaciju navedenih podataka.

Ovaj rad zaustavlja se na dizajnu sadržaja kao fazi razvoja čitavog sustava. Dizajn sadržaja u projektu uključuje izradu multimedijskog proizvoda. Prema tome, rezultat projekta neće postati sustav, već samo jednosmjerni multimedij, ali je važno napraviti granicu, budući da je izrađen u sklopu kolegija Multimedijski sustavi. Nastavno se pojašnjavanje odnosi na pojam multimedija. Osim spomenutog jednosmjernog multimedija koja je dijelom podjele na jednosmjernu i dvosmjernu, razlikuje se i podjela multimedija na linearni i nelinearni. Linearni je multimedij onaj u kojem korisnik ne može biti u interakciji sa sadržajem, primjerice označavati opcije i klikati na ikonice. Linearni multimedij najčešće je u srodstvu s jednosmjernim multimedijem u kojem sadržaj komunicira samo u jednom smjeru: sadržaj – gledatelj, ne i obratno. Smjernost u multimediju se asocira sa komunikacijom. Nelinearna multimedija oprečno linearnoj, korisnika potiče na sudjelovanje u sadržaju.

Multimedij je neizostavan dio digitalnog vremena i svoju primjenu nalazi u različitim sferama života: u edukaciji, u zabavi, u poslu, u tehnologiji, u umjetnosti, u inženjerstvu itd. Da bi medij bio dio multimedija potrebno ga je integrirati barem s još jednim medijem. Multimedij koristi medije teksta, grafike, animacije, zvuka i videa kako bi prenio informaciju (Handelwal, 2021.).



Znakovi se koriste kako bi se stvorile riječi i rečenice u tekstualnom obliku. Tekst direktno komunicira specifične informacije i koristi se kao dodatak za informacije podijeljene u nekim drugim formatom medija. Grafika je bilo koji oblik ne-tekstualne informacije, poput skice, grafa ili slike. Primjereniji je oblik za upijanje velikog broja informacija za razliku od teksta, iz tog razloga se koristi češće od teksta u slučajevima kada treba objasniti složeni koncept, pružiti informacije o kontekstu itd. Služenjem grafikom pojačava se efektivnost u prezentaciji onoga što se želi prenijeti (Handelwal, 2021.). Grafika se u projektu pojavljuje u obliku tekstura apliciranih na animirane modele. Animacija, video i zvuk objašnjeni su u sljedećim podpoglavljima.

## 2.1 Animacija

Animacija predstavlja umjetnost stvaranja iluzije pokreta nepokretnih objekata, skraćeno slika u pokretu (Katatikarn, 2024.). Taj se učinak postiže brзом izmjenom kadrova tj. sličica sličnih prethodnim. Prije vremena računala, animacije su bile analogne, a reproducirale su se fizičkim objektima za stvaranje iluzije pokreta poput *flip* knjige<sup>1</sup> i praksinoskopa<sup>2</sup>. Napretkom tehnologije, takve tehnike animiranja postale su zastarjele i izrada animacije većinom se u potpunosti se odvija digitalno. Primjer moderne analogne animacije bila bi stop animacija. Animacija izrađena *stop-motion* tehnikom podrazumijeva repetirano fotografiranje kadra u kome se nalaze fizički modeli koji se pomiču prilikom svake fotografije (Adobe, 2024.). Slikane se fotografije naknadno digitalno slažu u sekvencu čiji rezultat postaje animacija. Kako je i ova animacija renderirana i pohranjena digitalno, analognom bi animacijom mogli jedino smatrati dio njezine izrade. Računalne animacije istiskuju klasičnu činjenicom da se animacije u današnjem vremenu prikazuju pretežito digitalno, a istiskuju ju i samom jednostavnošću izrade. Pokrete i pomake objekta unutar kadra programi specijalizirani za animaciju lako i brzo pretvaraju u željenu animaciju. Da bi se objekt animirao, animator mu određuje početno i krajnje stanje u određenom razdoblju, dok računalo matematičkim proračunima ovisno o koordinatama producira međukadrove. Ovaj se princip animiranja zove *(inbe)tweening*. Produciranu međuanimaciju između ključnih kadrova moguće je naknadno izmijeniti (Adobe 2024.).

U nastavku je opisana sažeta povijest animacije s osvrtom na modernu animaciju.

---

<sup>1</sup> Flip knjiga - serija slika koje se na svakoj idućoj stranici knjižice blago razlikuju, kako bi se rapidnim prelistavanjem stvorila iluzija pokreta

<sup>2</sup> Praksinoskop – optički uređaj koji rotiranjem simulira pokret zrcaleći nacrtane sličice

Industrija iza animacije nije oduvijek bila gigant procijenjen na desetke milijardi dolara, kao što je danas. Njeni počeci sežu daleko u prošlost, ovisno o tome što se smatra animacijom. Ako se pod animacijom podrazumijeva iluziju pokreta, ona datira još iz špiljskih vremena praljudi koji su crtali slike lovaca u pokretu na zidovima. Kasnije su se pojavili uređaji i igračke za stvaranje te iluzije, poput taumatropa iz viktorijanskog doba, zootropa i fenakistikopa, preteče zootropa. Ovi uređaji funkcionirali su na principu brze izmjene statičnih slika (NYFA, 2023.).

Početak 20. stoljeća razni amateri započinju s kreacijom kratkih animacija, među kojima se ističe „*Gertie the Dinosaur*“ Winsora McCaya iz 1914. godine. „*El Apostol*“, argentinski igrani film iz 1917. godine smatra se prvim dugometražnim animiranim filmom, koji je trajao 70 minuta s izmjenom od 14 slika po sekundi. Također drži i titulu prvog komercijalnog animiranog filma, ali film nije sačuvan. Tijekom idućeg desetljeća razvijaju se eksperimentalne tehnike poput rotoskopije<sup>3</sup>, svaka sa različitim stupnjem uspjeha (NYFA, 2023.).

Razvoj animacije doveo je do otvaranja malog studija u Los Angelesu – Walt Disney Studija. Danas veliko ime, Disney je postavio standarde animacije i zauvijek promijenio njen tijek. Prvi ručno nacrtani film, kojeg neki smatraju ujedno i prvim animiranim filmom zbog toga i zbog očuvanosti je *Snjeguljica i sedam patuljaka* iz 1937. godine. Druga velika prekretnica u povijesti animacije je *Priča o igračkama* iz 1995. godine, Pixarov film izrađen u cijelosti CGI-om (*Computer Generated Imagery*). Pojam CGI predstavlja računalno stvorene slike, scene ili efekte, a *Priča o igračkama* kao 3D film se temelji na animiranju ključnih pokreta virtualnih kostura (rigs) (Adobe, 2024.). Svoju realističnost moderna animacija može zahvaliti napretku računalne tehnologije (NYFA, 2023.). Da bi se realizam u animaciji postigao, potrebne su vještine animatora i prikladan softver za izradu trodimenzionalne animacije, jedan od kojih je i Cinema 4D koji je korišten za izradu ovog rada.

U nastavku su analizirane karakteristike dvodimenzionalne 2D i trodimenzionalne 3D animacije. Ono što je zajedničko 2D i 3D animaciji su digitalnost, umjetnički talent animatora te principi animacije poput ključnih kadrova. Unatoč sličnostima, postoje značajne razlike između istih. Prema tehničkoj osnovi, 2D animacija se temelji na vektorskoj grafici, dok se 3D animacija oslanja na piksele za kreiranje i manipulaciju modelima, što se najbolje može uočiti po završetku renderiranja 3D animacije. Dok se 2D animacija više oslanja na umjetničke vještine animatora i

---

<sup>3</sup> Rotoskopija – tehnika crtanja pokretnog objekta pomoću siluete nastale osvjetljavanjem stakla s papirom na kome se nalazi objekt

njegovu preciznost crtanja, 3D animacija zahtijeva dublje razumijevanje fizike i kretanja te posjedovanje tehničkih vještina za rad s računalnim modelima. 2D animacija je često brža i jeftinija za izradu dok je 3D animacija realističnija što zahtijeva više vremena i resursa, kako za izradu tako i za renderiranje. I dok se 2D animacija može tradicionalno izrađivati ručno s kasnijim ubacivanjem u softver za daljnju obradu, 3D animacija se isključivo radi softverski.

Objekti vrste animacije dijele procese stvaranja umjetničkih elemenata, animiranja istih i komponiranja scene, samo što se u 2D animaciji animiraju crteži i pozadine dok su u 3D animaciji to modeli. Kompozicija se kod 2D animacije radi u postprodukciji, a u 3D animaciji se vrši u realnom vremenu (Katatikarn, 2024.).

Orijentirajući se prema viziji i cilju projekta opisanim u poglavlju 3. odabrana je 3D animacija budući da je prikladnija za prirodu projekta. Na početku projekta bilo je potrebno odlučiti do koje će se razine detaljnosti 3D animacija modelirati. Modele od kojih se animira 3D animacija potrebno je izraditi ili preuzeti. Kako se proces modeliranja odvija digitalno, modeliranje može biti precizno, a samim time i razlika u detaljnosti (kvaliteti) modela. Gruba mjera kvalitete odnosno detaljnosti pojedinog modela opisuje se poligonima. Prema tome postoje modeli *low-poly*, odnosno modeli s malim brojem mnogokuta i *high-poly*, modeli s visokim brojem mnogokuta (Tiigimagi, 2024.). Razlika je uočljiva na fotografiji 1, gdje je lijevo stablo primjer *low-poly*, a desno *high-poly* modela.

Slika 1. Razlika *low-poly* i *high-poly* modela



Izvor: 3dstudio, <https://3dstudio.co/wp-content/uploads/2022/01/what-is-low-poly-and-high-poly-modeling.jpg>

Samim time što neki model posjeduje velik broj poligona (*mesh*) ne čini ga ujedno i high-poly modelom, već da bi bio high-poly mora biti i detaljno napravljen (Tiigimagi, 2024.). Analiza navedenih principa modeliranja po njihovim sličnostima i razlikama navedena je u nastavku.

Prvo, primjena 3D modela izravno ovisi o njihovoj strukturi. *High-poly* modeli izvrsno funkcioniraju za statične visoko rezolucijske rendere - lifestyle slike, silo rendere, close-upove, cut-outove te za animacije sa zumiranjem. To su CGI-jevi najviše kvalitete stoga ti modeli trebaju biti vrlo detaljni i precizno izrađeni. S druge strane, low-poly modeli koriste se za pokretne CG slike, poput interaktivnih 360° pregleda, 3D konfiguratora, igara i AR/VR (*Augmented Reality / Virtual Reality*) slika. Ovi modeli moraju učinkovito raditi s mašinama za renderiranje (*engine*) i mašinama igrica koje ih reproduciraju, stoga trebaju imati mali broj poligona kako bi ih bilo koja aplikacija mogla brzo obraditi.

Geometrija *high-poly* modela je vrlo složena jer se sastoji od mnogih poligona različitih oblika, osobito kada je riječ o zakrivljenim objektima. CGI umjetnici pažljivo grade geometriju i provjeravaju je nekoliko puta kako bi izbjegli greške poput oštećenja, vidljivih spojeva, rupa na površini itd. *Low-poly* modeli su jednostavniji u geometriji i imaju manje poligona. Ova karakteristika omogućuje im rad u aplikacijama i na svim digitalnim platformama. Da bi to postigli 3D modelom, kreatori bi trebali optimizirati geometriju retopologijom – procesom pojednostavljenija 3D modela uz zadržavanje visoke razine vizualne kvalitete.

Zahvaljujući naprednoj geometriji, *high-poly* modeli mogu biti vrlo detaljni s raznim ukrasima, dodatnim dekorom, složenim dizajnerskim elementima itd. Takav 3D model izgleda realističnije i sofisticiranije. Low-poly objekti ne mogu biti jako detaljni. Ako npr. namještaj ima puno detalja i okova, a potreban je za 360° prikaz ili 3D konfigurator, CG umjetnici moraju dodatno retopologizirati 3D model. Inače će njegova veličina biti prevelika i *engine* neće moći renderirati modele u stvarnom vremenu.

Teksturiranje *high-poly* modela je složen proces jer uključuje korištenje raznih mapa tekstura za realistične rezultate. Ako su potrebni *high-poly* 3D objekti CG umjetnici bi morali koristiti HD (*High Definition*) fotografije uzoraka tekstura. Bez obzira na to rade li prilagođene teksture ili koriste gotove uzorke, rezultirajuće teksture izgledat će savršeno čak i na HR (*High Resolution*) renderima. Materijali i teksture za low-poly objekte ne mogu biti tako složeni, inače bi im trebalo previše vremena za renderiranje.

*High-poly* modeli trebaju više vremena za renderiranje zbog složene geometrije, tekstura i detalja. Mašina koja ih renderira mora izračunati refrakciju svjetla sa svake površine i svih rubova *high-poly* 3D objekta. Stoga, izrada konačne slike može potrajati, dok će rezultat ispasti fotorealističan. *Low-poly* modeli su optimizirani za brzo ili čak renderiranje u realnom vremenu pa su svi njihovi dijelovi jednostavni i lagani. Tako se mogu trenutno obrađivati u mašinama za igrice, raznim VR/AR aplikacijama itd.

U konačnici, nema konkurencije između *high-poly* i *low-poly* modela; svaka vrsta 3D modela služi različitoj svrsi. *High-poly* objekti su složeni u smislu geometrije, detalja i tekstura, stoga su idealni za visoko rezolucijske rendere proizvoda za kataloge, oglase, liste i sl. *Low-poly* modeli se koriste za pokretna CG rješenja, VR/AR aplikacije i igre jer su lagani i zahtijevaju manje vremena za obradu (Lewis, 2024.). Za izradu ovog projekta odabrana je forma srednje razine kvalitete koja dijeli elemente i *low* i *high-poly* modela.

## 2.2 Video

Video paralelno s animacijom predstavlja sličice koje se izmjenjuju dovoljno brzo da bi ih osoba percipirala kao pokret. Osim što video traje u vremenu, s animacijom dijeli i karakteristike realističnosti i opisivanja. I dok animacije mogu biti doslovno opisne ili sugestivne, video se koristi da se vremenom prenesu temeljene informacije. Kao i animacija, dobro služi za pojašnjenje stvari, samim time odličan je izbor za ovaj rad. Videozapis svojom dinamikom više zadržava gledateljevu pažnju za razliku od teksta, a to postiže fokusiranjem, različitim kutovima i pokretima kamere, efektima itd. (Ankita, 2023.). Videozapis može obuhvaćati sve elemente medija, od teksta i slike do animacije i zvuka, samim time imajući mogućnost prijenosa velikog broja informacija ukoliko je kvalitetno napravljen.

Sam naziv video objedinjuje niz postupaka pomoću kojih se postiže snimanje, zapisivanje, obrađivanje, prenošenje i prikazivanje slika u pokretu (Panev, 2022.). Video se može podijeliti na dvije vrste: analogni i digitalni. Analogni video je sustav koji tvore električni signali koji amplitudom i oblikom sadrže informacije o slici. Video analognog formata uglavnom je korišten za prijenos televizijskih snimki (Blackbox, 2024.). Za razliku od digitalnog videa, pohranjuju se na magnetnu traku što ih čini pomalo neupotrebljivima u vrijeme digitalnih videozapisa i nelinearne montaže. Da bi se analogni dio pretvorio u digitalni potrebno ga je konvertirati putem

codeca, čija je doslovna kratica 'kodiraj – dekodiraj' (Gillis, 2024.). Digitalni je video pohranjen u obliku bitova na računalnom disku. Osim očitih razlika s analognim videom, digitalni video korisniku omogućuje interakciju sa sadržajem. Pohranjuje se u različitim formatima od kojih su najčešći MOV (QuickTime File Format), AVI (Audio Video Interleaved) i MP4 (Moving Picture Experts Group) (Hanna, 2022.).

Ključne karakteristike koje razlikuju pojedine videozapise su rezolucija, *fps*, *Bit Rate* i *Codeci* (Harrington, Krogh, 2015.). Rezolucija ili razlučivost predstavlja matricu piksela po širini i visini, *fps* je kratica za broj sličica u sekundi, *Bit Rate* je mjera za količinu podataka videozapisa u sekundi te direktno uvjetuje kvalitetu, dok različiti *Codeci* predstavljaju algoritme kojima se videozapisi sažimaju i pohranjuju.

Kako sadrže veliku količinu podataka, videozapisi se obično ne pohranjuju izvorno već komprimirano kako bi uštedjeli računalnu pohranu, gdje kompresiju vrše navedeni *Codeci*. Format MP4 komprimiran je *Codecom H.264*, koji je ujedno najrasprostranjeniji kompresijski *Codec* za digitalni video, specifično za *streaming* servise. MP4 format podržava gotovi svaki moderni uređaj (Canon, 2024.). Kompresija nije karakteristična samo za videozapise, već se koristi i za sažimanje fotografija i zvuka, o čemu više govori iduće poglavlje.

Završetkom faze animiranja animacija koja je bila u programu postaje videozapis koji se može dalje obrađivati, proširivati dodavanjem glazbene podloge, zvučnih efekata, natpisa i dr. Za obradu završne animacije montaža će se obavljati u Adobe-ovom Premiere Pro, više o kojem će biti riječi u nastavku rada.

## 2.3 Zvuk

Zvuk po definiciji fizike se definira kao mehanički val frekvencija koje ljudsko uho čuje, u što spadaju frekvencije 16 Hz do 20 kHz. Frekvencije niže od donje granice nazivaju se infrazvukom, dok one više od gornje granice slušnosti ultrazvukom. Da bi se zvuk širio prostorom potreban mu je medij odnosno sredstvo širenja. Ovisno o gustoći medija, zvuk se širi različitom brzinom. U zraku se širi brzinom od 343 m/s (Hrvatska Enciklopedija, 2024.). Zvuk kao medij u kombinaciji s ostalim medijima dodaje zvučni element vizualnim informacijama te stvara raspoloženje. Od svih medija najviše je podsvjestan te ga treba koristiti umjereno.

Digitalizirani zvuk je onaj zvučni zapis koji je pohranjen na računalu, a sam zapis sadrži nekoliko glavnih karakteristika. To su *sample rate*, *bit depth* i *bit rate*, koji su zaduženi za pohranu zvuka u što vjernijem izvornom obliku. *Rate* se prevodi kao mjeru te ove tri karakterističnosti uvelike određuju kako će zvuk biti pohranjen. *Sample rate* predstavlja broj uzoraka po sekundi. Prema Nyquistovom pravilu u obradi signala, uzorkovanje zvuka trebalo bi biti barem duplo brže od najviše frekvencije zvuka kako bi se točno mogao rekonstruirati signal zvuka (Wright, 2022.). Kako se radi o frekvenciji, mjerna jedinica za isti jest Herc (Hz). Neke od poznatijih vrijednosti bi bile 48 KHz korištene u DVD optičkom mediju i 44.1 KHz koja se koristi za CD optičke medije. Ljudski sluh ne čuje frekvencije više od 20 KHz te je razvidno kako se obje vrijednosti uklapaju u jednadžbu Nyquistovog pravila ( $44.1 > 2 \cdot 20$ ), samim time svaki signal koji ljudsko uho raspoznaje može se pohranjivati vjerno ovim brojem uzorkovanja (engl. *sampling*) PCModulacijom (*Pulse Code Modulation*). Mogu se koristiti i manji zapisi kako bi zapis bio manje veličine ili iz nekog drugog razloga. Ali da bi se zvuk pohranio potrebno ga je opisati digitalno, uz pomoć bitova. *Bit Depth* označava broj bitova koji opisuje uzorak. Česti su 16 bitni za CD i 24 bitni za DVD. Što se više bitova opisuje zvuk, njegova će kvaliteta biti vjernija zvuku koji se uzorkuje, međutim zauzimat će i više memorije. Treće svojstvo zapisa digitalnog zvuka jest *Bit Rate*, koji se obično definira kada se audio datoteke komprimiraju. On označava protok bitova po sekundi. Kakvoću zvuka definiraju konverzije poput 128 kbps, 192 kbps, 256 kbps i 320 kbps. Što je više bitova po sekundi, reproducirani će zvuk zvučati srodnije nekomprimiranom zvuku (Toh, 2023.).

Različiti formati za isti zvuk zauzimaju različitu količinu računalne pohrane, budući da se kvalitetom audio zapisa može upravljati mijenjanjem prethodno navedenih mjera. Nekomprimirani formati poput WAV-a (engl. *Waveform Audio File*) ili AIFF-a (engl. *Audio Interchange File Format*) zauzimaju osjetno više memorijskog prostora nego formati poput FLAC-a (engl. *Free Lossless Audio Codec*) i popularnijih MP3 (*Moving Picture Experts Group Audio Layer 3*) i WMA (engl. *Windows Media Audio*).

Kompresija audio datoteke predstavlja zapisivanje zvučnog zapisa s manje bitova od originalnog zapisa (Awati, 2021.). Komprimirani formati dijele se na one bez gubitaka i one s gubicima. Kompresijski algoritmi bez gubitaka audio sadržaj sažimaju na način da se prilikom dekompresije signala originalni signal može u potpunosti vratiti u izvorni oblik, dok algoritmi s gubicima nepovratno brišu manje važan dio informacija signala i metapodatke (Awati, 2021.). Razlika u algoritmima može se najbolje čuti kada se koristi profesionalna audio oprema.

Kada je zvuk pohranjen digitalno, njegov se zapis može obrađivati, mijenjati, proširivati zvučnim efektima odjeka, filtera, modulacija, i sl. Osim toga, moguće ga je integrirati s ostalim medijima zbog čega je i korišten u ovom radu. Zvuk je korišten u fazi montaže u obliku zvučnih efekata i glazbene pozadine. Zvučni efekti preuzeti su sa *royalty-free* web stranice ([freesound.org](http://freesound.org)) ili su snimljeni od strane autora.



### 3. Korišteni programi

Završni rad koji je u potpunosti digitalne prirode zahtijevao je izradu u računalnim programima različite specifične namjene, ovisno o fazi u kojoj se projekt nalazio. Kako bi bilo praktično nemoguće dobiti finalni rezultat projekta u jednom programu, za svaku određenu potrebu projekta odnosno fazu odabran je prikladan softver. Za potrebe modeliranja, animiranja i teksturiranja modela odabran je program za izradu digitalnih 3D animacija, Cinema 4D. Za uređivanje tekstura korišten je Adobeov Photoshop, dok je za finalnu montažu bio u funkciji Adobe Premiere Pro. Navedeni programi skupa sa svojom poviješću, primjenom i osnovnom funkcionalnošću objašnjeni su u idućim potpoglavljima. Svi oni su profesionalni računalni softveri, komercijalizirani, aktualnog životnog vijeka i podržavaju rad sa zajedničkim datotečnim formatima. Prema tome ih je moguće integrirano koristiti. Za potrebe izrade ovog rada nije bilo potrebno koristiti najžurnije verzije navedenih programa, budući da su kroz posljednjih par godina zadržali postojeće funkcionalnosti. Ne postoji isključivo jedan način kako se nešto u njima može napraviti. Samim time opisani načini kojima su dijelovi projekta izrađeni ne moraju biti optimalni niti jedini načini.

#### 3.1 Cinema 4D

Model prostorijske modeliran je i animiran u programu Cinema 4D kompanije Maxon. Cinema 4D komercijalan je program za preciznu izradu 3D modela te animiranje istih. Započeo je svoj razvoj ranih 90-ih originalno kao *raytracer*, program za računalno generiranje grafike praćenjem smjera svjetla koji se zvao FastRay. Imao je grafičko sučelje, ali još nije podržavao 3D pregled u editoru. Ubrzanim razvojem Cinema 4D 1993. godine izdana je za Amiga računala, dok za Windowse ulazi u opticaj tri godine kasnije zastarom Atari i Amiga platformi (Maxon, 2024.). Verzija u kojoj je izrađen projekt jest R21, inačica iz 2019. godine, dok je najnovija verzija R25 izašla u rujnu 2021. godine. Za potrebe izrade ovog rada prelazak na najnoviju inačicu nije bio neophodan.

Sučelje programa orijentirano je oko pregleda onoga što se modelira ili animira. U zadanom *Startup* rasporedu u kojem je obavljeno modeliranje na sredini sučelja nalazi se pregled rada, koji se može pregledavati u 4 načina; tlocrtom, bokocrtom, nacrtom te *live* pregledom u 3D prostoru. U svakom se prikazu mogu uključiti texture, dok se osvjetljenje generira renderiranjem scene. S

lijeve strane nalaze se modovi rada i pregleda, s gornje su strane alati organizirani po mapama, s desne strane se nalazi lista objekata ispod koje se mogu mijenjati svojstva označenim objektima. Ispod same scene nalazi se vremenska linija, ubačene ili kreirane teksture te PSR faktori geometrijskih tijela (*Position, Scale, Rotation*). Objekti koji se dodaju na scenu definiraju se i razmještaju u koordinatnom sustavu. Modeli se oblikuju po plohama, stranicama ili točkama ukoliko su prvotno učinjeni editabilnima. Svaki se objekt modelira putem navedenih veličina, broja poligona, alata za skulptiranje i dr. Slika 2. prikazuje zadano sučelje programa koje se otvara pri pokretanju programa.

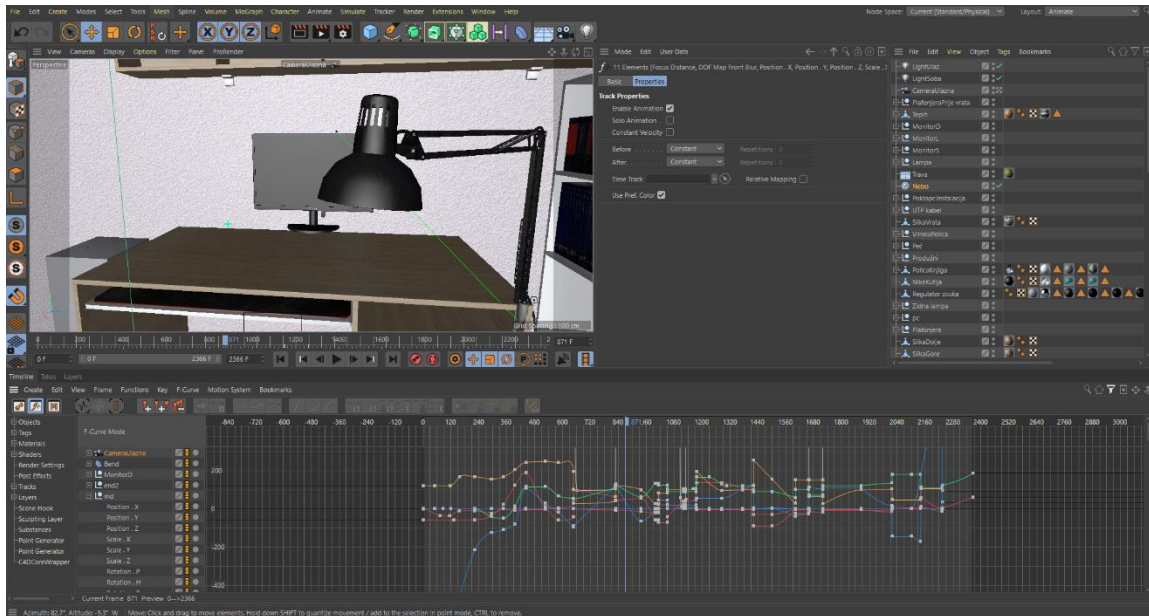
Slika 2. Sučelje Startup rasporeda programa Cinema 4D



Izvor: Autor

Objekti koji se koriste mogu biti osnovna geometrijska tijela, krivulje, operatori, kamere, svjetla, polja itd. Osnovni objekti su *null*, kocka, valjak, ploha i dr. Krivulje mogu poslužiti za detaljno oblikovanje stranica osnovnih objekata ili za volumeniziranje linija. Operatori su u službi inter-objektnih radnji, primjerice ako jedan objekt treba oduzeti od drugog ili ga simetrično projicirati. Program nudi pozamašan broj pomagala koja ne treba sva poznavati kako bi se izradila kvalitetna animacija, štoviše, većina alata i mogućnosti programa nisu korišteni u projektu. Program nudi opciju kreiranja vlastitih tekstura definiranjem svojstava poput boje, refleksije, prozirnosti i dr. Ovisno o fazi projekta, sučelje se može mijenjati različitim rasporedima. U fazi animiranja koristilo se sučelje *Animate* čiji je fokus na širokoj rešetkastoj vremenskoj liniji. Ostala sučelja nisu korištena u izradi projekta. Slika 3 prikazuje sučelje *Animate*.

Slika 3. Sučelje Animate rasporeda programa Cinema 4D



Izvor: Autor

Animiranje u Cinema 4D bazira se na principu *Keyframing-a*, odnosno ključnih kadrova (*tweening*). Ključne točke raspoređuju se u vremenskim intervalima po svojevrsnom koordinatnom sustavu. S lijeve strane nalazi se os za vrijednosti svojstva koja se animiraju, a s donje vremenska. Raspoređivanjem točaka dobivaju se linije koje se po svojem toku mogu definirati kao ravnu crtu ili krivulju. Na spomenuti način objekti se unutar kadra pomiču sukladno definiranim vrijednostima. Vremenska i vrijednosna razlika na grafu se interpolira, što rezultira slijednim pokretom. Po tom principu, definiraju se samo razlike u stanjima objekata, dok program računa među-pozicije objekata tvoreći animaciju.

Cinema 4D alat je širokih mogućnosti i u praksi se koristi za izradu modela i scena za igrice, modela za 3D printanje, animirane filmove ili efekte, arhitektonske vizualizacije prostora, ili u slučaju ovog projekta vizualizacije prostora radi lakšeg planiranja telematičke opreme. Projektne datoteke ovog programa dobivaju datotečni nastavak .c4d, dok se modeli mogu izvoziti u formatima .3ds, .obj, .fbx itd. Završetkom animiranja renderiranjem scene dobiveni su videozapisi MP4 formata koji prelazi u fazu videomontaže.

## 3.2 Adobe Photoshop

Adobe Photoshop softver je koji služi za uređivanje i postprodukciju rasterskih fotografija, ilustracija i ostalih oblika digitalnih statičnih slika. Prva verzija izašla je 1987. godine, dok je prodajom distributerske licence 1988. postao vlasništvom *Adobe Systems Incorporated*-a (Britannica, 2024.). Kao i ostali programi korišteni u ovom projektu, komercijalan je, a zajedno s Premiere-om i još desetak programa različite namjene dolazi u Adobe-ovom Creative Cloud paketu ukoliko se ne plati posebno.

Princip rada u Photoshopu bazira se na slojevima koji se uređuju izmjenom svojstava poput prozirnosti, obruba i sl., dok se sam sadržaj sloja uređuje alatima. Slojevi su u interakciji jedni s drugima mijenjanjem *blend* modova. Svaki objekt koji se želi upravljati trebao bi biti na posebnom sloju. Neki od često korištenih alata u programu su alati selekcije, alat za dodavanje teksta i alat za pomicanje objekta. Kao glavne funkcionalnosti programa izdvajaju se mogućnost slikanja kistovima, uređivanje teksta, apliciranje filtera, modificiranje boja kolorističkim postavkama, izrada oblika, mijenjanje opcija *blendiranja*.

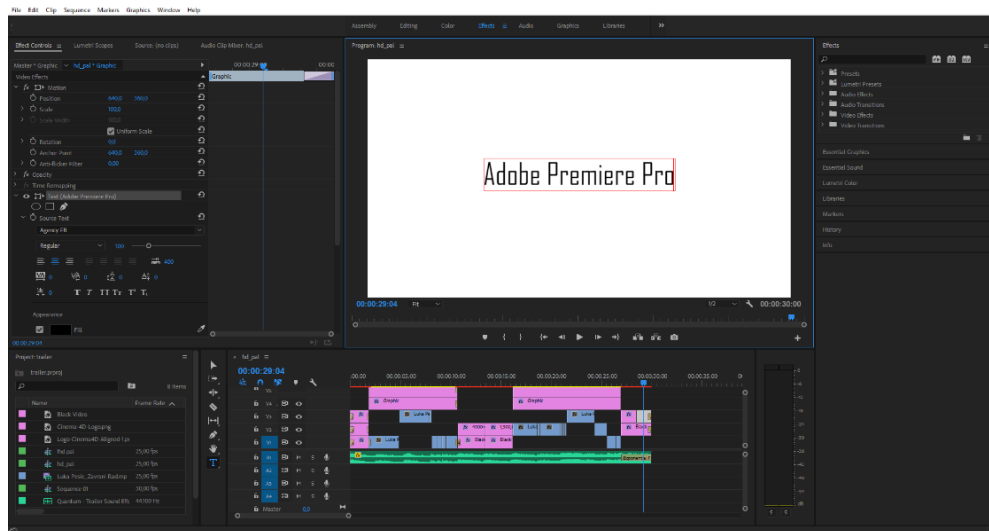
Kao program za obradu rastera, podržava rad s formatima kao što su JPEG (Joint Photographic Experts Group), PNG (*Portable Network Graphics*), GIF (Graphics Interchange Format), TIFF (Tagged Image File Format) i dr. Iz perspektive multimedijских sustava, Photoshop je alat koji se bavi formom grafike i teksta.

Primjena Photoshopa široka je budući da je glavno ograničenje kreativnost samog umjetnika pa tako da ga netko može koristiti za izradu jednostavnih kolaža od fotografije dok netko drugi može u istom detaljno naslikati zmaja. U projektu Photoshop je korišten skromno, u određenoj fazi teksturiranja modela kako bi se njime kreirale nove ili izmijenile postojeće teksture i to u verziji iz 2020. godine.

### 3.3 Adobe Premiere Pro

Završna faza rada u Cinemi 4D, animiranje, polučila je datoteku odnosno videozapis koji je potrebno završno urediti. Taj dio odrađen je alatom Adobe Premiere Pro, u verziji iz 2018. godine. Za potrebe završnog dotjerivanja, ta je verzija bila dostatna. Prema Adobe-ovoj službenoj stranici, Premiere Pro je alat kojim se mogu stvoriti savršene priče, dodavanjem upečatljivih efekata, izradom animiranih titlova, balansiranjem boje, miksanjem zvuka itd. (Adobe, 2024.). Premiere Pro je komercijalan softverski alat za profesionalnu video montažu kreiran od strane Adobe Systemsa. Svoju povijest započinje kao i Cinema 4D ranih 90-ih godina (1991.) na Mac operacijskom sustavu. U to se vrijeme zvao Premiere te je bio jedan od prvih programa za nelinearnu montažu. Nelinearna montaža kao pojam označava offline montiranje sadržaja u kome izvorni materijali ostaju neizmijenjeni, dok se montiranje i uređivanje odvija putem posebnog programa. Dio je Adobeovog Creative Cloud (CC) paketa kao i Photoshop te se bazira na vremenskom uređivanju u tzv. *timeline*-u, vremenskoj liniji u čije se trake postavlja video ili audio materijal. Premiere Pro može se koristiti za sve uobičajene zadatke video montaže potrebne za produkciju visokodefinicijskih (high-definition) videozapisa. Može se koristiti za import videozapisa, zvuka i grafike te za stvaranje novih, uređenih verzija videozapisa koji se mogu izvesti u željeni medij ili format za distribuciju. Kod kreiranja videozapisa u Premiere-u Pro, različiti videozapisi i statične slike mogu se kombinirati zajedno. Videozapisima se mogu dodavati naslovi, a mogu se primjenjivati i filtri te drugi efekti (Smith, 2024.).

Slika 4. Sučelje programa Premiere Pro



Izvor: Autor

Slika 4 prikazuje sučelje programa, koje se može prilagoditi ovisno o odabranom načinu rada od kojih su neki *Color*, *Effects*, *Editing*, *Audio* itd. Na temelju odabranog sučelja program će rasporediti, uključiti ili isključiti određene kartice (tabove) s vlastitim izbornicima, svojstvima i sl. Neki od tabova bi bili *Project Manager* koji upravlja materijalima unutar samog projekta te nudi mogućnosti uvoza (importa) novih materijala, izbornik s predlošcima, tranzicijama i efektima, kartica za pregled svojstava materijala s vremenskom linijom za ključne kadrove (*Effect Controls*), kartica s indikatorom jačine zvuka, kartica za reproduciranje pretpregleda montiranog materijala, kartica za timeline itd. Izbornici se mogu proširivati, sužavati, izmještati, dok se timeline može zumirati odnosno približavati i udaljavati.

Premiere Pro nudi opsežan broj kako vizualnih tako i auditivnih efekata, sadrži vlastite predloške za uređivanje, mnoštvo postavki za prilagođavanje, bilo korekcije boje ili podešavanja efekata. Trake u vremenskoj liniji posložene su hijerarhijski kao slojevi (engl. layers) pa će s tim principom materijal u traci iznad biti prikazan ispred onoga ispod. Navedeno pravilo vrijedi samo za video trake. Rad u slojevima tako je koristan kada je materijal iznad proziran, npr. specijalni efekt ili kartica s tekstom. Svi materijali koji se ubace u trake mogu se rezati, kratiti, ubrzavati, skalirati, maskirati itd. Rad u trakama tako je pogodan za montažu višeizvornih materijala. Organizacija materijala može se vršiti i unutar samog programa služeći se *binovima*, osim fizičkom distribucijom po računalnom datotečnom sustavu putem mapa.

Kako se u videoediting-u obično uređuje, spaja i montira više materijala odjednom, u većini slučajeva potrebno je napraviti odgovarajuću tranziciju. Tranzicije ili prijelazi se koriste na mjestima gdje se dva materijala spajaju, a u svrsi su blažeg „pretakanja“ dva kadra ili dvije zvučne snimke. Za vizualne materijale neki od prijelaza bili bi *Dip to Black*, *Additive Dissolve*, *Cross Zoom*, a za zvučne se mogu koristiti *Constant Gain* i *Exponential Fade*. Osim efekata za stapanje materijala, neki od vizualnih efekata bili bi *Color Key*, efekti zrnatosti, distorzije, turbulencije i sl. Efekti za kolorizaciju služe za podešavanje saturacije boje, RGB kanala, tonova, svjetline, dok se efekti za zvuk koriste za dodavanje jeke ili odjeka zvuku, punjenje lijevog s desnim kanalom (i obrnuto), limitiranje tona i dr. Svi se efekti mogu koristiti i kombinirati, pojačavati ili smanjivati ovisno o efektu, u većoj ili manjoj mjeri ovisno o željenom učinku.

Svaki materijal može se animirati po principu ključnih kadrova (engl. keyframes), što se prepoznaje kao intenziviranje ili deintenziviranje svojstava efekta, promjene veličine, pozicije, rotacije, prozirnosti itd. Proces videomontaže u Premiere-u Pro se započinje kreiranjem sekvence,

obrasca postavki po kojima će se krajnji proizvod eksportirati, a završava se renderiranjem, eksportirajući pritom montirani materijal vremenske linije u definiranom formatu.

Program podržava rad s mnoštvom datotečnih formata od kojih su za video najpopularniji MPEG, AVI, MP4, za zvuk MP3 i WAV, a za fotografiju PNG, JPEG, PSD (Adobe, 2024.). Datotečni nastavak koji datoteka dobije kada se projekt spremi u ovom programu je .prproj. Program je široke uporabe, tako da se njime služe i učenici i montažeri vijesti i filmova (Smith, 2024.).

## 4. Proces izrade

Projekt izrade završnog rada animacije odvijao se u nekoliko faza, u nekoliko programa. U idućim poglavljima kroz faze temeljito će biti objašnjene sve metode i procedure koje je bilo potrebno koristiti da bi rad ispao kakvim jest. Poglavlje 4.1 Ideja opisuje potencijalnu primjenu projekta, svrhu i motivaciju iza finalnog proizvoda. Faze modeliranja, teksturiranja i animiranja odvijale su se većinski u Cinemi 4D, dok je za završnu verziju rada animacija uparena s vizualno zvučnim efektima te montirana u Adobeovom Premiere Pro. Svaka faza zahtijevala je određenu vrstu organizacije budući da se radi o projektu s mnoštvom datoteka: teksture, fotografije, zvučne snimke, projektne datoteke i sl. Prvi korak nakon razrade ideje pojavljuje se u obliku modeliranja zidova. Sve o modeliranju nalazi se u poglavlju 4.2. Faza teksturiranja posebno je odvojena od faze modeliranja iako se zbivala u isto vrijeme, dok je faza animiranja objedinila prethodne dvije faze zajedno u jednu datoteku, na kojoj se temelji daljnja montaža.

Različiti mediji dodavani su i obrađivani u različitim fazama projekata. Kada se jedna faza završi, kaskadno se prelazi na drugu. Obrnuti princip ne bi bio moguć budući da bez animacije ne bi postojao glavni materijal za montažu, dok animacija ne bi bila moguća bez izrađenih modela, koje je bilo potrebno teksturirati. Završetkom jedne faze projekt prelazi u drugu, dok se faza teksturiranja odvija simultano s modeliranjem, ali sekvencijalno na mikrorazini, drugim riječima kada se jedan model napravi, potrebno ga je teksturirati, zatim se za izradu novog modela potrebno ponovno vratiti u fazu modeliranja, a tek kada su svi modeli gotovi prelazi se u fazu animiranja.

### 4.1 Ideja

Cilj izrade projekta predstavlja integracija tehničkog područja smjera telematike unutar multimedijskog sustava. Rezultatom toga postaje funkcionalan model prostora prema čijim je dimenzijama moguće analizirati i planirati potencijalna tehnička rješenja vezana uz taj prostor. Kada su izrađeni, nepokretni modeli ne posjeduju vremensku dimenziju, samim time ne mogu se smatrati animacijom. Multimedijски sustav po definiciji okuplja više vrsta medija koji zajednički oblikuju prijenos informacije. Animiranjem izrađenih modela te završnom video obradom animacije, zvuka i ostalih materijala projekt zahvaća svih 5 polja multimedije, čineći ga sustavom čiji svaki element teži istom cilju - prenijeti gledatelju poruku. Poruka koju prenosi krajnji



proizvod projekta nije duboka, već je informativna i služi kako bi se prikazao model prostorije na što vjerniji način. Nakon gledanja videozapisa, gledatelji će moći koncipirati prostor i objekte koji ga ispunjavaju, pratiti predmete koji su u njemu te razumjeti njihovu svrhu u tom prostoru. Tehničarima za planiranje opreme korisniji bi bio sam model čijim bi pregledom u programu mogli steći dodatne podatke o prostoru, primjerice točne pozicije utičnica itd. Cinema 4D dakako se može koristiti za dizajniranje elemenata kao i u nekom specifičnom CAD (*Computer Aided Design*) programu poput AutoCad-a, budući da sadržava alate potrebne za manipulaciju prostornim elementima točkaka, ploha i stranica u mjeru 3 decimale. Ali nakon što tehničar iskoristi model, medijski ga tehničar može pretvoriti u informativni video kao što je u projektu i učinjeno.

Model, sukladno tome i čitava animacija kompromis su realističnosti i funkcionalnosti. Baš iz tog razloga modeli nisu niti *low-poly* niti *high-poly*. Osobito su detaljni da njihova funkcionalnost bude raspoznatljiva, s druge strane dovoljno površni da postoji granica između animacije i realizma. Kako je fokus izrade bio na modeliranju cjeline koja se sastoji od više desetaka objekata, uzimajući u obzir vremenski rok za izradu, realno je očekivati da će svaki model biti izrađen do neke razine realizma. Da bi scena ostala konzistentna, modele treba držati na jednakoj razini kvalitete tj. na identičnoj poly-razini. Predetaljni modeli ne bi se uklapali u ostatak objekata modeliranih srednjim brojem poligona, štoviše vidno bi odudarali i ostavljali dojam nereda. Dojmu realističnosti doprinose teksture. Model čak i ne mora biti toliko podroban ako istu kompenzira detaljnost teksture, npr. model zida u projektu je jednostavna ploha sa fotografijom teksture zidne bijele boje. Pokušajte zamisliti koliko bi vremena bilo potrebno da se cijeli zid izmodelira reljefno te koliko bi računalnih resursa program trošio da renderira osvjetljenje na tom zidu. U oba slučaja štede se resursi, vrijeme animatora i resursi grafičke kartice, dok bi u suprotnom slučaju razlika u resursima većinski nadjačala razliku lijepljenja kvalitetne teksture na isti zid.

Pošto Cinema 4D ima ugrađenu opciju za detaljno dimenzioniranje, cijeli je projekt napravljen u dimenzijama metričnog sustava koji odgovara pravim dimenzijama objekata koje rad reprezentira.

## 4.2 Modeliranje

Modeliranje je inicijalna faza završnog proizvoda. Da bi se napravila animacija, potrebno je animirati objekte. Objekte je potrebno prvo dovesti na scenu, odnosno izmodelirati. Svi elementi osim dva su ručno modelirani u projektu, dok su modeli tipkovnice i miša preuzeti s interneta i

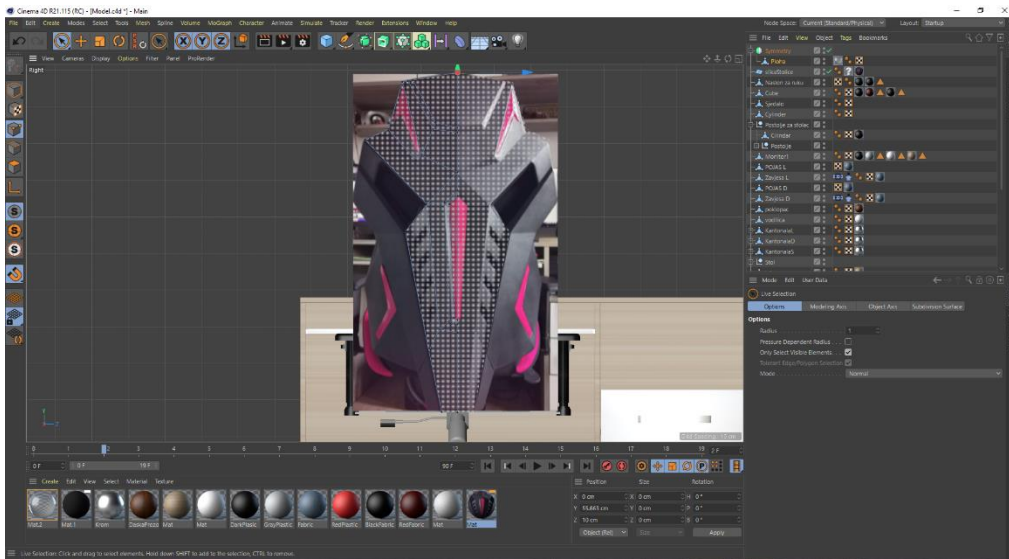
ubačeni u projekt zajedno s njihovim teksturama. Svi elementi napravljeni su kao replika stvarnog svijeta. Iako reprezentiraju stvarni svijet, određeni dijelovi modela nisu rađeni do pretjerane razine podrobnosti, što zbog same (ne)vidljivosti istih, drugim dijelom zbog nepostojanja potrebe za hiperrealističnosti npr. utikač je raspoznatljiv po svojoj funkciji bez obzira što nije stopostotna replika stvarnog utikača. Kako sama ideja govori, modeli su kompromis realističnosti i funkcionalnosti. Modeli su detaljnosti rađeni konzistentno, tako da se previše ne distanciraju međusobno narušavajući sklad scene. Olakotna je činjenica u izradi kako je dobar dio elemenata bio jednostavan za izraditi, npr. polica za knjige, krevet, polica za vino itd. Koliko god se vremena štedilo na takvim modelima, bilo je potrebno posvetiti znatno više vremena modelima koji su zahtijevali detaljnost i zakrivljene linije kako bi bili reprezentni, npr. modeli utičnice, zvučnika, stolne lampe itd. Određeni modeli tražili su više vremena za istu razinu detaljnosti, ali to ovisi o kompliciranosti samog modela. Brava vrata jednake je razine detalja kao i stolna lampa, međutim ona zbog svoje građe zahtjeva mnogo više vremena da bi se čitava izradila u poly-razini.

Modeli koji su isti na sceni izrađeni su jednom, pa su kopirani, dok su neki izvedbe postojećih, npr. šalter i UTP utičnica izvedene su iz modela obične utičnice. Osim što se štedi vrijeme na taj način, zadržavanjem zajedničkog dijela modela čuva se i koherencija cjeline. Svaki model koji je izrađen od nepomičnih dijelova nastoji biti izveden od jednog osnovnog objekta. Neka se uzme za primjer monitor. Monitor je pravokutan, međutim sadrži cilindrično postolje. Iako se na prvu čini da je sastavljen od više različitih objekata, on je u biti izveden iz osnovnog geometrijskog tijela kocke. U suprotnom modeliranje bi mogli nazvati slaganjem osnovnih geometrijskih objekata, što ono nije. Osim što nije pravilno, troši resurse budući da se određeni dijelovi moraju preklapati, nije upravljivo, tromo je za mijenjati, vremenski je zahtjevnije i može ostavljati rupe iza sebe ukoliko nije precizno povezano.

Ovaj rad ne objašnjava kako je svaki model individualno napravljen, već se u nastavku navode primjeri modela ili njihovih dijelova za određeni alat programa koji je korišten u izradi. Valja napomenuti kako bi pojedini načini izrade bili potencijalno ne ekonomični u slučaju da se radi o *high-poly* modelima. Također načini na koji su modeli izrađeni nisu jedini načini kako bi se isti modeli mogli modelirati, samim time možda nisu niti optimalni.

Modeliranje započinje izradom zidova od osnovnog objekta jedne plohe (engl. plane), s orijentacijom na os X. Osim same orijentacije, u izborniku objekta postavlja joj se visina i širina koja odgovara visini zida u prostori, dok joj se zadani broj segmenata smanjuje na 1 za svaku dimenziju. Tipkovničkim prečacem C ploha je učinjena editabilnom i moguće joj je izvlačiti nove stranice. Po označavanju *Live Selection* alatom u modu *Edges* rub plohe držanjem tipke Ctrl i povlačenjem jedne od tri aksonometrijske strelice izvlači se nova ploha u smjeru strelice. Ctrl je prečac za alat *Extrude* kojim se nove stranice izvlače iz postojećih. Prilikom izvlačenja držeći tipku Shift nova se ploha izvlači za cijeli broj centimetara. Izvučenu plohu potrebno je prerezati kako bi se nastavilo izvlačiti potrebne stranice za vrata i prozor koje su kraće od kompletne visine početne plohe. Rezanje po osi vrši se alatom *Loop Cut*. *Loop cut* unosi jednu ili više linija duž čitave jedne osi te se može vizualizirati kao rezanje kroz čitav objekt, a ne samo jednu stranicu. S desne strane otvara se izbornik za taj alat, u kome se može namjestiti metražu na kojoj će prerezati, ili odrediti broj ako je potreban veći broj jednako razmaknutih rezova. Obje funkcionalnosti korištene su u projektu. Prva funkcionalnost koristi se gotovo za svaki precizni rez kada je točno određen centimetar na kome će se napraviti rez. Druga funkcionalnost više jednakih rezova koristila se prilikom izrade UTP utičnice gdje je unutar same utičnice bilo potrebno izvući 8 jednakih igli. Proces izvlačenja prisutan je gotovo u svakom modelu budući da se od jednog inicijalnog tijela kreira detaljan model. Osim običnog izvlačenja alatom *Extrude* korišten je i alat *Extrude Inner*. Njegov princip rada jest skaliranje stranica sa zadržavanjem omjera na način da se postojeći poligon dijeli iznutra. Kada se stranica označi, povlačenjem miša prema unutra ili unosom smanjenja u izborniku alata stranica se dijeli na isti poligon samo manje dimenzije. Suprotan alat od *Extrude Inner*-a bio bi *Scale Tool* u kombinaciji s *Extrude*-om. *Scale Tool* koristi se za promjenu veličine po jednoj ili više osi objekta. Kada se drži tipka Ctrl, skaliranjem označene površine držanjem označenih osi izvlači se nova ploha u ravnini tih osi. Na taj način je napravljeno postolje monitora. Osim što je direktan prijevod alata *Extrude* istiskivanje, ako se radi o 3D objektu tipa kocki, istim se alatom može selektirati objekt utiskivati, praveći tako stranice dubine okomite na stranicu koja se utiskuje. Slika 5 prikazuje stolicu čiji je naslon modeliran na način da se rubovi ploha izvlače.

Slika 5. Modeliranje naslona stolice



Izvor: Autor

Osim samog izvlačenja plohe, da bi se dobio željeni rezultat potrebno je razmještati i točke (engl. vertices). Modeliranje naslona stolice specifično je po tome što je rađeno po slikanoj fotografiji. No ako bi htjeli izvući oblik kruga iz kvadratne plohe potrebno je prvo isti izrezati. Istiskivanje kruga iz kvadratne plohe monitora obavljeno je na idući način: u izborniku krivulja odabire se kružnica. Kružnici se u izborniku određuje radijus i ravnina. Zatim se *Move Tool*-om povlači do ravnine plohe koja se reže. U *viewportu* je uključen *Snapping*, samim time krug praktično postaje dio iste ravnine kada ga se privuče dovoljno blizu postojećih točaka. U glavnom prikazu potrebno se pozicionirati na način da se gleda u plohu i kružnicu. U izborniku desnog klika odabire se *Line Cut* te u objektima označava i kružnicu i objekt koji se reže. Potrebno je još označiti *Points Mode*, nakon čega držanjem tipke *Ctrl* i klikom blizu kružnice kada se duž kružnice pojave narančaste točke ista se reže na plohi. Kružnica se sada može obrisati, dok je originalna ploha zadobila nove točke i linije kojima se može manipulirati. Osim kružnice, istim postupkom može se istiskivati tekst kao što je to učinjeno na monitoru ili na HDMI kabelu.

Alat *Split* jedan je od alata za manipulaciju poligona, a koristi se za kopiranje novog modela sačinjenog od označenih stranica. U animaciji je određene dijelove modela bilo potrebno animirati, međutim oni su bili dio cjeline elementa. Ovim alatom ti su elementi izdvojeni te su podložni individualnom animiranju.

Interobjektni operatori korišteni su u projektu kada je trebalo kreirati nove objekte iz postojećih sa zajedničkim obilježjima svakog. Primjerice postolje stolice sastoji se od 5 istih krakova pravilno raspoređenih oko centralne osi stolice. Raspored jednakih elemenata uređuje operator *Array*, koji instancira postojeći objekt zadani broj puta. Iako se postolje stolice moglo napraviti jednostavnim kloniranjem s još 4 kopije te rotiranjem istih, takav način nije skalabilan iz dva razloga. Prvi razlog je moguća brojnost objekata, dok je drugi naknadna promjena kopiranog objekta. Relativno je jednostavno kopirati objekte i posložiti ih kada ih je malo, no ovisno o slučaju može ih biti na desetke. Također, ako se htjelo naknadno urediti postojeći objekt, a da se promjena primijeni i na ostale, ne korištenjem *Array*-a morao bi se mijenjati svaki model pojedinačno, što može biti vremenski zahtjevno. Drugi operator koji je korišten u projektu operator je simetrije, koji projicira kopiju poligona u strani osi simetrije. Operator je korišten za izradu vješalice i naslona stolice. Idući korišteni operator u projektu bio je *Bool*, operator koji ovisno o modu isključuje ili uključuje preklapajuće ili nepreklapajuće dijelove modela. Korišten je kada je bilo potrebno izrezati *array* pilula iz kućišta lampe. Na tom je primjeru uočljiva mogućnost međusobne kombinacije više operatora.

Posljednji korišteni operator bio je *Atom Array*, koji se koristio za izradu mrežice niskotonskog zvučnika. Nakon što se višepresječna ploha izrezala cirkularno, ubačena je u operator koji je njene linije volumenizirao, a stranice ispunio praznim prostorom. U alatu se definira radijus linija i točaka koji u mreži postaju kružne spojnice i cilindrične veze.

Da bi se operator ponašao, potrebno je u hijerarhiji objekata pod isti umetnuti objekte čiji se odnos uređuje. Objekti koji su u operatorima i dalje ostaju izmjenjivi.

S druge strane osim operatora za pojedino procesno moduliranje u projektu su korištena i dva alata za modificiranje poligona, *Bend* i *Bevel*. Kada se u *Bend* ubaci editabilni model, podešavanjem radijusa i kuta moguće je model zakriviti, kao u slučaju prozorske kvake. Da bi ovaj alat funkcionirao glatko, preporučljivo je imati mnogo presjeka po osi po kojoj se zakrivljuje. Zakrivljenju se može mijenjati rotacija i oštrina skaliranjem ili rotiranjem *Bend*-a.

I dok *Bend* zakrivljuje čitav model u zadanu stranu, *Bevel* otupljuje označene rubove. *Bevel* je korišten mnogo puta u projektu za zaglađivanje oštih rubova stola, prozorske daske, kutije i dr. Modeli koji se sastoje od više objekata pri završetku njihove izrade objedinjeni su u zajednički *null* objekt, čime im se osigurava grupna manipulacija. Primjerice, ladice stola stavljene su u zajednički *null* objekt skupa sa stolom tako da se pri pomaku ili rotaciji istog ladice kreću ovisno

o poziciji stola. Stavljanje objekata pod drugi objekt, u ovom slučaju *null*, predstavlja hijerarhiju objekata. Taj odnos se zove *parent - child*, gdje je *parent* tzv. objekt roditelj. Repozicioniranjem roditelja repositioniraju se sukladno i svi *child* objekti, tzv. djeca. Kada se modeli grupiraju, objekt se prikladno imenuje te mu se postavlja središte osi. Bez točnog kotiranja središta osi, rotiranje objekata bilo bi nepredvidivo i u određenim slučajevima neprirodno. Svaki objekt ima svoje središte osi, i dok je ono uglavnom na dnu ili na sredini objekta, pojedini objekti koji se rotiraju u animaciji imaju središte osi na rubu objekta, npr. ulazna vrata ili vrata police.

Objekti se obično grupiraju kada postoji više objekata koji se žele individualno kontrolirati, npr. dijelove lampe ili kabele napajanja za monitore.

Kabeli su izrađeni na način da ih je moguće rastezati, s dovoljno točaka hvatišta kojima im se zakrivljuje putanja. Za izradu samog kabela korišteni su idući alati *Sweep* i *Tracer*. *Tracer* je alat koji povezuje objekte u krivulju (engl. spline), dok *Sweep* uzima putanju i po čitavoj njenoj dužini projicira presjek objekta. Prvi korak u izradi kabela bila je kreacija 5 *null* objekata koji su razmaknuti da tvore liniju. Liniju stvara *Tracer* kada se u njega ubaci napravljene objekte. U postavkama *Tracera* potrebno je u načinu praćenja (engl. tracing) odabrati mod rada *Connect all Objects*, kao i željeni rezultat krivulje – *B-Spline*. Označavanjem vrste krivulje *B-Spline null* objekti se sada mogu pomicati dok će *Tracer* interpolirati fino zakrivljenu liniju između *null* objekata. Nakon toga kreira se nova krivulja - kružnica i postavlja joj se željeni radijus - to će biti ispuna kabela. Kružnica i *Tracer* povlače se u *Sweep* objekt koji kreira kabel - putanju s volumenom. Pomicanjem *null* objekata na putanji kabela zakrivljuje se i izdužuje kabel. Na taj način prilikom animiranja dobija se prirodno kretanje kabela. Iako ovaj način nije najpravičniji, u ovom je slučaju najpogodniji. Pravilnost kretanja nadoknađuje se detaljnim animiranjem kabela. Animiranje kabela kao i ostalih modela opisano je u poglavlju 4.5.

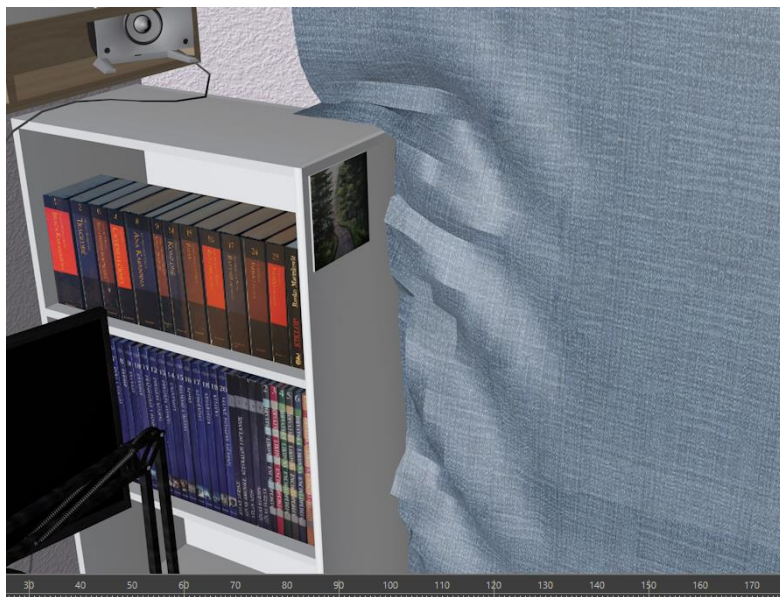
Nakon izrađenog kabela potrebno je modelirati i konektore koji se spajaju na kabel. Osim već korištenih tehnika modeliranja, tipično je za konektore bilo koristiti alat *Bevel*. Tim alatom se zaobljuju rubovi bilo na iznutra ili van. U izborniku alata moguće je ručno unijeti radijus i broj dijeljenja (engl. subdivisions). Kada su konektori modelirani, pozicioniraju se na *null* objekt kabela sa svake strane istog. U krajnje *null*love se dodaju ograničenja (engl. constraints) desnim klikom na objekt *Rigging tags – Constraint*. U postavkama ograničenja uključuje se kućica *Parent* te se u kartici *Parent* postavlja *Targetom* željeni objekt. Sada je taj *null* objekt povezan s konektorom, što

znači da kabel prati gdje god se povuče konektor. Na konektor se postavlja identično ograničenje s targetom na monitor na koji se dotični konektor spaja.

*Constraint* je jedan od *Rigging* tagova. Služi za ograničenje kretanja, u ovom slučaju ne dopušta kretanje roditeljskog objekta bez djeteta. Tagovi su metode koje se dodaju svojstvima ili atributima objekta koje taj objekt ne bi inicijalno sadržavao. Potencijalna svojstva ili atributi koje objekt može sadržavati poprilično su velika te kao takva mogu biti teška za upravljanje. Iz tog razloga se svojstva objektima dodjeljuju putem tagova, kako bi objekt dobio one attribute ili svojstva koja se žele posjedovati (Cineversity, 2024.).

Osim ovog svojstva, pojedinim je objektima bilo potrebno dodijeliti neke druge tagove, primjerice zavjesama. Svaka zavjesa sadrži dva taga: *Belt Tag* i *Cloth Tag*. *Belt Tag* zavjesi omogućuje spajanje na objekt koji funkcionira kao pojas koji zavjesu drži obješenom, dok *Cloth Tag* zavjesi omogućuje prirodno ponašanje u dodiru sa objektima koji sadrže tagove *Cloth Collider*. Da bi se zavjesa vijorila, potrebno ju je napraviti od plohe s mnogo poligona jer joj upravo oni omogućuju fluidnije savijanje, kao što je vidljivo na slici 6.

Slika 6. Savijanje zavjese djelovanjem tagova



Izvor: Autor

Što se više poligona koristi animacija će izgledati prirodnije međutim to zahtjeva mnogo više resursa grafičke kartice za renderiranje. Da se pretpregled ne bi usporio, tagove je moguće *Cacheati*. *Cache* je datoteka koja se stvara kada se želi sačuvati rezultat neke animacije ili simulacije za lakše ponovno korištenje i dosljedne reakcije. Kada se kalkulira *Cache*, program

zapamti kako se zavjesa ponaša te to ponašanje može jednostavno ponovno reproducirati u vremenskoj liniji, uštedjevši na taj način vrijeme potrebno za ponovno renderiranje (Cineversity, 2024.). To se odražava u brzini reprodukcije animacije, koja se sada kreće brže jer je prikazana u realnom vremenu, ne u vremenu simultanom s renderom. Kada bi se npr. promijenilo kretanje zavjese, *Cache* bi trebalo ponovno izračunati kako bi se inicijalno kretanje zamijenilo promijenjenim.

Modeli tipkovnice i miša preuzeti su sa interneta kao .c4d datoteke. Povlačenjem istih u projekt otvaraju se u novoj kartici skupa sa svojim teksturama. Kopiranjem objekata od kojih su sastavljeni modeli u datoteci projekta, oni se prenose skupa s vlastitim teksturama koje se sada mogu koristiti u ovom projektu. Preuzete je modele bilo potrebno prilagoditi veličinom. Čest slučaj u praksi jest kupnja modela i preuzimanje tuđih modela, iz tog razloga dobro je upoznati se s praksom kako iste ubaciti u vlastiti projekt.

Završetkom izrade svih modela bilo je potrebno podesiti atmosferu kako bi se stvorio realističan ugođaj. To je involviralo dodavanje vanjskog i unutarnjeg svjetla, neba i vanjske pozadine. Svjetlo je dodano pri završetku animiranja modela kako bi se u svakom trenutku moglo podešavati ovisno o osvjetljenosti animiranih modela. Objektom *Light* pozicioniranim ispod plafonjere prostor je dovoljno rasvijetljen. Nebo je dodano objektom *Skybox* te su mu dodani sunce i oblaci. Iako je model orijentiran na modeliranje unutarnjeg prostora, pozadina (*Floor*) i *Skybox* dijelovi su vanjskog prostora koji je vidljiv kroz prozirnu teksturu staklenog prozora.

### 4.3 Teksturiranje

Faza teksturiranja odvijala se prilikom ili neposredno nakon modeliranja određenog objekta te je uključivala nanošenje fotografije, materijala ili čak videozapisa na plohe modela. Teksturiranje ploha se ne zaustavlja na lijepljenju neke teksture ili boje na poligone elementa, već i prilagođavanje svojstava vezanih uz samu teksturu. Svaki model u radu ima svoju teksturu, makar običnu boju kako bi osim svojstva trodimenzionalnosti i teksturom podsjećao na realni objekt. Ako je rad u ravnoteži između koncepta i realistične replike, pojedini modeli koriste zajedničke teksture. U cjelini svih elemenata, ono što ih najviše razlikuje su njihove teksture. Osim same animacije, teksture doprinose oživljavanju scene te diversifikaciji njenih elemenata. Kada elementi ne bi bili teksturirani, finalna animacija bila bi crno-bijeli film gdje glavnu ulogu igra osvjetljenje.



Pošto je rad rađen postupno teksturiranje bi obično označavalo završni potez u izradi određenog objekta. Takav se pristup između ostalog pokazao korisnim kada se plohe različitih ili istih modela preklapaju. Do preklapanja dolazi kada su dvije teksturirane plohe u istoj ravnini kao njihove dvije osi. Preklapanje u procesu modeliranja može biti poželjno jer indicira suvišne poligone koji se mogu ispraviti brisanjem ili izmještanjem točaka. Također je poželjno ukoliko se provjerava da je objekt savršeno nalegao na drugi, npr. ima li između zida i slike na zidu praznog prostora. Preklapanje se negativno odražava u aspektu završne animacije i optimizacije. Ako se preklapajuće teksture ostave, u toj će verziji animacije iste treperiti kako se kamera orijentira, kao na slici 7.

Slika 7. Preklapanje dviju tekstura



Izvor: Autor

U ovom primjeru se radi o dvodimenzionalnoj plohi koja je u ulozu zida na koju savršeno naliježe polica. U slučaju da se vidi samo zid, značilo bi da polica nije pozicijom točno na zidu, a kada bi se vidjela samo polica, značilo bi da pozicijom prolazi kroz isti. Budući da se u završnoj animaciji kamera ne kreće izvan zidova, ovo preklapanje je vidljivo isključivo u programu.

Teksture utječu na vrijeme renderiranja animacije, kao i na sam pretpregled u programu. Bez obzira na to kako se kamera miče po prostoru s teksturiranim modelima, tekstura na svakom modelu mora ostati konzistentna. Obzirom da završni rad predstavlja videozapis animacije, optimalnim teksturiranjem može se uštedjeti djelić vremena na renderiranju. Na optimizaciju bi trebali više paziti kada bi npr. teksturirali modele za videoigru budući da ondje u realnom vremenu teksture direktno utječu na brzinu same igre, kao i njen izgled. To obično uključuje brisanje

dijelova tekstura koje igraču neće biti vidljive, upravljanje kvalitetom samih fotografija ovisno o udaljenosti s koje će biti vidljive, korištenjem pojedinih formata datoteka, služenjem knjižnicama materijala itd. (Desoky, 2024.).

U nastavku su opisani procesi teksturiranja kojima su modeli bili presvučeni teksturama u ovom projektu. Najjednostavniji način za teksturiranje modela jest izrada osnovne teksture u samom programu. Neka se uzme za primjer model kućišta koji na sebi ima utore za slušalice i mikrofon sprijeda. Kako bi se raspoznavali bilo je potrebno obojati ih u jednostavne boje, rozu i zelenu. Tražiti točnu boju na internetu bilo bi nepraktično, nepotrebno i samo bi zauzimalo pohranu obzirom da je slika. Kako su to jako mali modeli koji se jedva vide, jednostavnost boje postiže se kreiranjem novog materijala. Jedino svojstvo koje je bilo potrebno promijeniti jest sama boja putem slajdera. Svojstvo koliko materijal sjaji ostavljeno je zadano. Materijal je preimenovan adekvatnim imenom te započinje selekcija poligona koje će materijal zastupati. Kada su svi poligoni označeni, tekstura se jednostavno povuče na iste. Svi označeni poligoni sada su u boji koja je učinjena materijalom. Određeni materijal može se koristiti više puta, ali bi eventualna naknadna izmjena istog promijenila teksturu svim poligonima koji ju koriste. Ako se isti poligoni presvuku u više tekstura, kao što se vidi na slici 8, biti će vidljiva ona tekstura koja se nalazi najviše s desna u traci svojstava objekta.

Slika 8. Hijerarhija materijala objekata



Izvor: Autor

To je pogodno ukoliko se točno teksturiraju dijelovi modela te se zatim čitavi model presvuče u neku teksturu, što automatski svim dijelovima bez teksture dodijeli zajedničku. Na prvu, cijeli se objekt presvuče u istu teksturu, što se ispravlja pomicanjem teksture ulijevo na traci svojstava. Kada se određenim poligonima dodijeli tekstura, na istoj se traci pojavljuje trokutić, koji predstavlja selekciju poligona koji dijele tu teksturu. Ako se dodijeljena tekstura želi zamijeniti

nekom drugom, u otvorenom izborniku klikom na kuglicu s teksturom samo se povuče drugi materijal. Materijalima koji su boja odnosno koji su napravljeni u samom programu responzivnost nije problem. Veličina površine ne uvjetuje kvalitetu prikaza takvim materijalima zbog toga što su monolitni, za razliku od fotografije koja pri ubacivanju često zahtjeva dodatnu prilagodbu.

Prilikom presvlačenja određenog modela npr. stola u teksturu drveta potrebno je materijal drvene teksture prilagoditi određenim ploham. Iracionalno je očekivati da će program sam shvatiti kako CGI umjetnik želi prikazati teksturu te ju aplicirati na identičan način na svim ploham modela. Model stola nema stranice jednake duljine, npr. gornja ploča je duža od ploče okomite na nju, samim time imaju i različitu rotaciju. Apliciranjem teksture drveta na stol nastaje problem; određene plohe su izdužile ili skupile teksturu, čak se vidi i jasan prijelaz fotografije. Teksturi će se najprije promijeniti projekcija. Zadana projekcija za teksture jest *UVW Mapping*, koji zadano projektira teksturu na objekt praveći se da je ploha, dok za treću dimenziju objekta, visinu, izdužuje piksele na rubu teksture (L.Y., 2021.). Način na koji su objekti teksturirani u ovom projektu jest drugom projekcijom – kubičnom. Kubična projekcija za razliku od UVW mapiranja sve plohe obloži istom teksturom bez vidnog prijelaza. Nakon označavanja poligona i apliciranja teksture s kubičnom projekcijom, u Cinemi 4D se koristi teksturni način rada, u kome se teksturi pristupa osnovnim alatima za skaliranje i rotiranje. Sada se izdužena tekstura stola skalira i rotira na željeni način. Za prijelaze se može uključiti svojstvo *seamless*, koji zrcaljenjem čini da fotografija nema jasne prijelaze ukoliko je premala. Kod većih površina s malim teksturama primjerice drveta moguće je uočiti repetitivnost teksture. Da bi se to izbjeglo najbolje je u početku pronaći dovoljno detaljnu teksturu velikog formata.

U radu je bilo potrebno i zalijepiti prozirnu teksturu kao naljepnicu na neku drugu teksturu. To se postiže na idući način. Fotografija u PNG formatu se ubacuje među materijale te joj se u svojstvima pod stavkom *Alpha* u teksturu ubacuje ista datoteka. Na taj način fotografija postaje prozirna i moguće ju je „zalijepiti“ na objekt na identičan način kao i bilo koju drugu teksturu. Nakon što je „naljepnica“ aplicirana, ukoliko već nije u hijerarhiji, postavlja se na desni kraj trake kako bi bila prikazana ispred ostalih tekstura. Ako se želi isključiti ponavljanje naljepnice, u tag svojstvima joj je potrebno isključiti svojstvo *tile*.

Jednostavne i generičke teksture koje nisu rađene u editoru materijala preuzimane su sa web stranica bez *copyrighta*. Specifične teksture vezane za prostoriju fotografirane su mobitelom, izrezane i ubačene u projekt, primjerice fotografije knjiga i slika na zidu. Ako nije bila preuzeta,

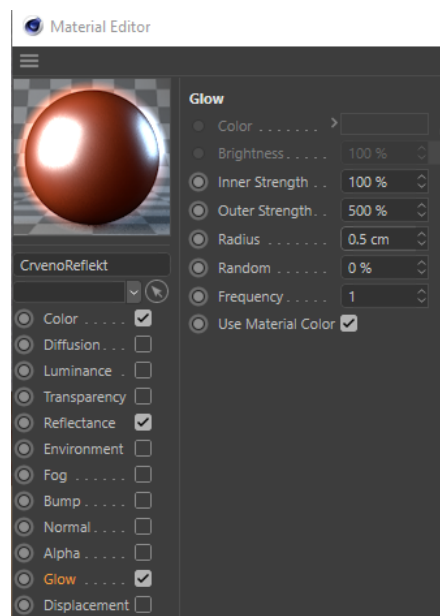
fotografirana ili kreirana u editoru materijala, tekstura bi bila napravljena u Photoshopu. Tekstura koja se izdvaja kao takva bila bi ona za registrator. U nastavku je objašnjen postupak izrade iste. Prvi korak je stvaranje nove projektne datoteke u Photoshopu po potrebnim dimenzijama, budući da je projekt u realnim metričkim dimenzijama. Klikom na *Create New* odabire se bilo koji dokument čija se visina i širina prilagođava. Kao mjera postavljaju se centimetri, definiraju se formati stranica i prikladno se imenuje dokument koji se stvara gumbom *Create*. Veleri logotip ubacuje se u slojeve te ga se pozicionira *Move Tool*-om po sredini horizontale. On savršeno sjeda u sredinu budući da je u Photoshopu ranije uključen *Snapping* u izborniku *View - Snap*. Ispod njega tipkom T i klikom na radno platno dodaje se novi tekstni okvir u koji se upisuje tekst. Označivši čitav tekst („office“) boja ga se u boje logotipa Velerija *Color Picker*-om klikom na logotip. Tekst se skalira po bilo kojoj točki kada ga se označi kao sloj te se pozicionira na željeno mjesto. Na isti način napravljen je i barkod koji je u biti font. Za napraviti početnu liniju koirsti se *Line Tool*. U postavkama tog alata određuje se širina linije kao i boja. Linija se povlači s jednog kraja na drugi držeći tipku Shift kako bi linija bila pod točnim kutom od 90 stupnjeva. Linija se označava i pozicionira se na sredini horizontale ispod logotipa. Držeći tipkovničke prečace *Ctrl + Alt + T* izvlači se kopija linije koja se zatim povlači na željeni razmak od početne. Tipkom Enter potvrđuje se nova pozicija kopije linije, dok se tipkovničkom kombinacijom *Ctrl + Shift + Alt + T* stvara nova kopija s istim razmakom. Držeći prve tri tipke, pritiskanjem tipke T stvaraju se nove kopije dok ne ispune prazan prostor do barkoda. Kada je početna linija duplicirana željeni broj puta, označavanjem svih linija u slojevima spajaju se (engl. merge) tipkom E. Da bi se dodao obrub jednostavno se napravi pravokutnik alatom *Rectangle Tool*. Pravokutniku se u prozoru *Layer Style - Stroke* dodaje obrub sa željenom debljinom izraženom u pikselima. Pravokutniku ne treba ispuna pa mu je svojstvo *Fill* anulirano na 0%. To svojstvo predstavlja ispunu odnosno boju pravokutnika koja zbog svoje pozicije među slojevima zaklanja sve što je do sada napravljeno. Završna tekstura izvozi se na *File - Save as...* u obliku .JPEG, dok je kvaliteta postavljena na maksimum. Tekstura se kao i sve do sada ubacuje u projekt te je spremna za apliciranje na registrator.

Tekstura tepiha u funkciji je pružanja gledatelju informacija o radu u uvodnom dijelu animacije. Izrađena je na sljedeći način u Photoshopu. Kreirana je nova .psd datoteka s rezolucijom omjera stranice tepiha. Zatim je *Cloud Generator*-om generiran uzorak oblaka koji nakon primjenjivanja *Filter Gallery - Glowing Edges* postaje šarena „mucasta“ tekstura. Da bi tepih postao sive boje, saturacija boja svedena je na minimum u *Color Adjustments*-u. Zvijezde na tepihu stvorene su

alatom za generaciju poligona u čijem je izborniku odabran broj kutova 5 te stavka *Star* - zvijezda. Na novom sloju dodan je tekst koji je centriran kao i ikonica preuzeta s interneta. Zvijezdi je dodan *Stroke* - obrub, gradijentalni iz *Orange Preset*-a koji predstavlja zlatnu boju. Zvijezda sa svojim elementima je grupirana te kopirana još dva puta i pravilno raspoređena po tepihu uz izmjenu teksta. Zatim su sve označene zvijezde skupljene u jedan objekt prečacem Ctrl + E, na koji je primijenjen efekt *Pixelate* - *Crystallize*. Objektu je zatim podešen *Blend Mode* na *Overlay* te mu je prozirnost povećana za 15%. Rezultat je pohranjen u *.JPEG* formatu te je apliciran u Cinemi.

Projekt sadrži određene materijale poput stakla, ogledala, teksture koja svijetli i sl. Te karakteristike napravljene su unutar editora za materijale izmjenom podsojstava sjaja, prozirnosti i reflektivnosti dok se nije dobio željeni rezultat. Neka se uzme za primjer lampica na radijatoru, njena tekstura napravljena je unutar editora. Lampica mora svijetliti, zbog toga joj je dodijeljeno svojstvo sjaja (engl. glow). Svojstvima poput radijusa i snage sjaja kontrolira se jačina sjaja teksture, što se vidi na slici 9.

Slika 9. Editor materijala



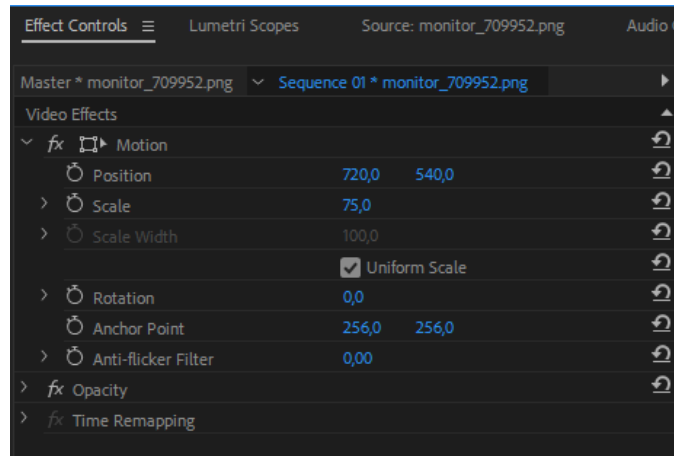
Izvor: Autor

U projektu su se koristili i videozapisi kao teksture, u obliku projekcije na monitorima. Pošto videozapisi tih tekstura nisu bili preuzeti s interneta, potrebno ih je bilo napraviti. Ikonice su preuzete sa web platforme za besplatne ikonice Freepik ([www.freepik.com](http://www.freepik.com)), potom su obojane u

Adobe-ovom Photoshopu i animirane zajedno s dodanim tekstom u Adobe Premiere Pro-u. Pošto je ovaj dio izrađen u svrhu teksturiranja, bit će objašnjen ovdje unatoč tome što se za izradu blinkanja montirao sadržaj u Adobe Premiere Pro-u.

Ikonice su originalno preuzete u crnoj boji, što ne predstavlja ikakav kontrast na crnoj pozadini monitora. Iz tog razloga bilo ih je potrebno obojati u bijelu boju, dok su se pojedine ikonice radi željenog efekta trebale obojati zelenom. Pri otvaranju Photoshopa sve ikonice se povlače iz mape u kojoj su preuzete u sučelje Photoshopa. Na taj način sve se redom otvaraju kao novi projekti. Sve ikonice su obojane na isti način; duplim klikom na sloj (engl. layer) otvara se izbornik *layer style*. Unutar *Blending Options*-a označava se polje *Color Overlay*. Ondje se jednostavno odabire željena boja klikom na pravokutnik s bojom pomoću *Color Picker*-a. Izbornik se zatvara u gornjem desnom kutu klikom na *OK*. Pošto je pozadina prozirna jer su ikonice preuzete u PNG formatu, bojanje se primijenilo samo na ispunu, što je čitava ikonica. Ikonica je gotova pa se u gornjem lijevom kutu klikom na *file – save* postojeća crna ikonica zamjenjuje obojanom ikonicom. Budući da ima više ikonica koje trebaju bojanje istom bojom, u traci ikonica odabire se druga te se ponavlja postupak. Photoshop pamti koja se boja posljednja koristila u prethodnom izborniku, što znači da se bojanje drugih ikonica u istu boju obavlja samo klikom na *Color Overlay*, dok se ista boja ne bira ponovno. Nakon spremanja svih ikonica za efekt blinkanja prelazi se u Adobe Premiere Pro. Kreira se novi projekt koji se prikladno imenuje te se sprema na željenu lokaciju. Potrebno je napraviti sekvencu u koju se ubacuje ikonica i dodaje tekst. Kada bi se samo povukle ikonice sekvenca bi se automatski prilagodila svojstvu ikonice. Takav pristup izradi sekvence nije profesionalan jer ne postoji kontrola nad njim. Zbog toga se kreira nova sekvenca redoslijedom *File – New – Sequence* ili prečacem *Ctrl + N*. U postavkama sekvence pod *Editing Mode* odabire se *Custom* te se proizvoljno određuje rezolucija. Kako je model monitora po omjerima stranice zamišljen da bude 16:9, planirana je rezolucija *Full HD*. *Frame Size* se postavlja kao 1920 x 1080. Broj sličica u sekundi definiran je identičan onom koji će završna animacija imati. Sekvenca se može imenovati te se kreira klikom na *OK*. Sada se u sekvencu može povući slika ikonice koja se animira na način da se pojavljuje i nestaje. Kada se ubaci fotografija u video traku ona zadano traje 5 sekundi. To se trajanje skraćuje povlačenjem iste u *timeline*-u s kraja, lijevo na desno ili obrnuto. Kada se neki materijal zalijepi u traku, on se pozicionira na sredini i velik je ovisno o svojoj rezoluciji te ga je često potrebno prilagoditi. Podešavanje se odrađuje pod označavanjem materijala te prilagođavanjem svojstava istoga pod karticom *Effect Controls*, kao na slici 10.

Slika 10. Kartica za podešavanje materijala



Izvor: Autor

Nakon repozicioniranja ikonice, dodaje se tekst koji će se pojavljivati zajedno s ikonicom. Tekst se dodaje klikom na *Text Tool* lijevo od trake materijala ili tipkom T te klikom na pregledni prozorčić. Njega je također potrebno podesiti kako bi bio željene veličine, fonta, poravnat sa sredinom i istog trajanja kao i ikonica. Označen tekst koji je napisan u kartici za kontrolu efekata se repozicionira, odabire mu se centriranje sadržaja te mu se skraćuje inicijalno trajanje povlačenjem krajeva na dužinu trajanja ikonice. Tekst mora biti u drugoj video traci kako bi bio simultano prikazan s ikonicom. Pošto se neće preklapati, svejedno je bio on stavljen u videotraku iznad ili ispod ikonice. Videotrake funkcioniraju hijerarhijski, tako da bi se u slučaju dodavanja pozadine taj materijal morao postaviti u traku ispod onoga što treba biti ispred pozadine. Materijali se jednostavno povlače kroz trake držanjem lijeve tipke miša i ispuštanjem. Značajka pogodna za uređivače videozapisa je tzv. *snapping*, koja se može objasniti na sljedećem primjeru. Neka bude ikonica u V1 videotraci i tekst u V2 videotraci. Potrebno je da se i ikonica i tekst prikazuju u isto vrijeme, s time da je vrijeme trajanja ikonice već određeno. Da bi se to postiglo, dovoljno je materijal teksta privući jednim krajem blizu kraja ikonice. Kada je kraj dovoljno blizu, automatski će se podesiti odnosno skratiti da završi (ili počne) u istom vremenskom trenutku kao i kraj na drugoj videotraci. Ikonica i tekst istog trajanja kopiramo se tako da se označe i povuku dalje u traci dok se drži tipka Alt. Svojstvom *snapping*-a pozicioniraju se tako da počnu na kraju originala. Sada se i original i kopije povlače na početak *timeline*-a te se original briše. Na ovaj način osiguran je efekt blinkanja koji posjeduje isto trajanje kada su ikonica i tekst prikazani i kada se isključe. Brisanjem originala stvara se rupa na početku vremenske trake koja će biti pauza do prikaza teksta

i ikone. Kada bi se samo ostavio original na početku vremenske trake, izvozom videozapisa bilo bi uočljivo da isti traje koliko i sama ikona. To bi poništilo efekt blinkanja, osim kada bi se dodao *black video* iz *Project – New Item – Black Video* koji bi bio skraćen na željenu duljinu pauze. Prvi način je jednostavniji te je takav korišten za izradu efekta.

Videozapis je sada potrebno izvesti označavanjem sekvence klikom te pritiskom kombinacije tipki Ctrl + M za eksport. Nakon provjere postavki pod kojima će se videozapis renderirati i odabira putanje gdje će se videozapis pohraniti, odabire se gumb *Export* čime počinje renderiranje. Videozapis je kratak pa se renderirao kroz nekoliko sekundi te je spreman za ubacivanje kao tekstura modela u Cinemu 4D.

Kao i prilikom ubacivanja obične teksture, kreira se novi materijal. U editoru materijala pod *Color – Texture* na disku pronalazi se videozapis. Klikom na thumbnail uvezenog videozapisa otvara se novi izbornik u čijoj se kartici *Animation* odabire način *Loop*. Loop znači da će se videozapis pri svom kraju ponovno reproducirati u nedogled, što je potrebno u ovom slučaju budući da nije poznato koliko će se točno ta tekstura prikazivati u završnoj animaciji. Zatim nazad u editoru materijala se uključuje još i svojstvo *Luminance* kao i *Alpha*. Iz početne kartice *Color* u padajućem izborniku pored imena datoteke kopira se *shader* te se lijepi u prethodno navedena svojstva. *Luminance*-om se kontrolira svjetlinu teksture dok svojstvo *Alpha* omogućuje prozirnost pozadine. Tekstura je pripremljena te je pogodna za apliciranje. Na označene poligone monitora povlači se teksturu videozapisa. Da bi tekstura bila vidljiva u pretpregledniku u editoru materijala potrebno je uključiti svojstvo *Animate Preview*. Reproduciranje pretpreglednika tekstura je vidljiva kako blinka na monitoru. Zbog renderiranja u realnom vremenu moguće je da je pretpregled spor, iz tog razloga u editoru materijala u prethodnoj kućici za animiranje je potrebno pokrenuti funkciju *Calculate*.

Da bi monitori u različito vrijeme prikazivali različite teksture, potrebno je kanale njihovih tekstura animirati. Taj dio je direktno vezan za animiranje te je kao takav objašnjen u idućem poglavlju.



## 4.4 Animiranje

Animiranje modela granica je koja integrira tehničku prirodu objekata s multimedijem, pružajući teksturiranim modelima vremensku dimenziju. Bez ikakve animacije modele bi mogli kategorizirati kao medij oblika, grafiku sa svojim svojstvima. Kada bi mu se dodao pokret u vremenu, rezultat postaje multimedijalan. Faza animacije predstavlja oblikovanje pokreta, dok su se prethodnim dvjema fazama oblikovali modeli. Animiranje se odvijalo po principu ključnih točaka te je većim dijelom odrađeno u rasporedu *Animate*. Osim samih modela, animirane su i teksture tj. njihova svojstva. Kao i faza modeliranja i većina faze teksturiranja, odvijala se u programu Cinema 4D.

Prevladavajuća kartica u rasporedu *Animate* jest vremenska linija koju sačinjavaju dvije osi, vremenska i vrijednosna. Vremenska je os ona horizontalna i mjeri se jedinicom sličice (frame). Okomito na nju, vrijednosna os predstavlja vrijednost svojstva koja se mijenjaju elementu, što može biti stupanj rotacije, veličina, pozicija i dr. Sami modeli i njihovi elementi modela su animirani mijenjanjem upravo tih glavnih svojstava po različitim vremenskim oznakama (engl. timestamp). U vremenskoj se liniji potrebno se pomaknuti na određenu sličicu u kojoj se svojstvo objekta podešava na određenu vrijednost. Kada se podesi, potrebno je vrijednosti zaključati (keying) na tu vremensku oznaku. Cinema 4D će interpolirati pomak u tom vremenskom intervalu. Radi fluidnosti animacije, automatski je dodano zaglađivanje krajeva (ease) što u pojedinim slučajevima može biti nezgrapno. *Ease* se može ukloniti ili dodati označavanjem točaka koje su dodane na vremensku liniju nakon što se desnim klikom odabere *Linear* ili *Spline*. Za postizanje odmotavanja tepiha animiran je deformer Bend po svojoj osi Y. Rad u sučelju *Animate* nosi prednosti u vidu moguće regulacije finih tranzicija vrijednosti, što nije dostupno u zadanom *Startup* rasporedu. Krivulje koje simboliziraju pomak u vremenu reguliraju se pomicanjem linije uz samu točku. Izvlačenjem ili uvlačenjem te linije definira se točku infleksije krivulje, istovremeno po obje osi.

Animirani su bili objekti koji ispunjavaju prostor, dok su oni koji ga sačinjavaju bili statični, primjerice utičnice, lajsne i zidovi. Da bi se na kraju animacije postigla scena, potrebno je dodati objekt kamere. Kamera je također animirana po svojstvima pozicije, rotacije i fokusa, što je bila i ideja projekta - vizualizacija prostora kretanjem kamere kroz isti. Fokalna duljina kamere podešena je na široko (wide), 25mm, kako bi što više objekata uhvatila u kadru, a da pritom previše ne

izobličava njihove proporcije. Kako scena sadrži mnoštvo objekata koji ju vlastitim tagovima ili svojim teksturama usporavaju, bilo je potrebno prikaz pretpreglednika podesiti na *Project*, kako bi vladao dojam o brzini kretanja samih objekata.

Modeli monitora sadržavaju animirane teksture, koje se animiraju na isti način kao i modeli. Ključnim točkama uključuju im se ili isključuju svojstva potrebna da bi se teksture međusobno izmjenjivale. U jednom se kadru određenoj teksturi ugasi *Alpha* svojstvo *Soft*, *Color* i *Reflectance* dok se drugoj ista svojstva upale. Na isti način se modulira svojstvo *Glow* na teksturama prekidača.

Kada su svi željeni elementi animirani, animaciju je potrebno renderirati. Renderom se stvara završna animacija koja se razlikuje od one u pretpregledniku po glatkoći, osvjetljenju, kvaliteti tekstura, nevidljivosti rešetki i pomoćnih linija itd. Render *engine* Cineme 4D računa realan izgled svake sličice te ih spaja u videozapis. Animacija je renderirana u Full HD rezoluciji 1920x1080 piksela u 30 *fps*-a, što je trajalo oko 70 sati. Konačan broj sličica animacije je 2366. Rezultat je eksportiran u *MP4* video formatu. U postavkama rendera bilo je potrebno aktivirati globalnu osvjetljenost, fokalnu dubinu, *glow* efekte i slična svojstva kako bi animacija bila izvedena s planiranim izgledom. Kada su animacije zahtjevnije, render animaciju izbacuje kao više manjih, koje je potrebno povezati u jednu u programu za montažu videozapisa. To ujedno označava i prijelaz u posljednju fazu ovog projekta, videomontažu.

## 4.5 Montaža

Videomontaža je faza koja završava izvozom završnog proizvoda. Uključuje slaganje videomaterijala, njegovo uređivanje i dodavanje medija zvuka u gluha animaciju, iako je on mogao biti dodan u samoj Cinemi 4D. Čitava se faza odvijala u Adobe-ovom Premiere Pro alatu za montažu, u kojem su izrađene video teksture korištene u modelu prostora. Kako je čitava kompozicija renderirana u Cinemi 4D te je projekt relativno jednostavan, grube montaže nema. Gruba montaža je pojam koji uključuje montažu osnovnog redoslijeda kadrova i njihovih približnih duljina (Filmska enciklopedija, 1990.). Montažom su se na inicijalnu animaciju primijenile tranzicije, dodali zvučni efekti, odjavna špica i glazbena podloga. Osim toga, neznatno su izmijenjeni određeni dijelovi animacije. Uređivanje zvučnog i video dijela videozapisa odvijalo se u isto vrijeme, ali se u nastavku opisuju odvojeno. Slijedi opis procesa montaže.

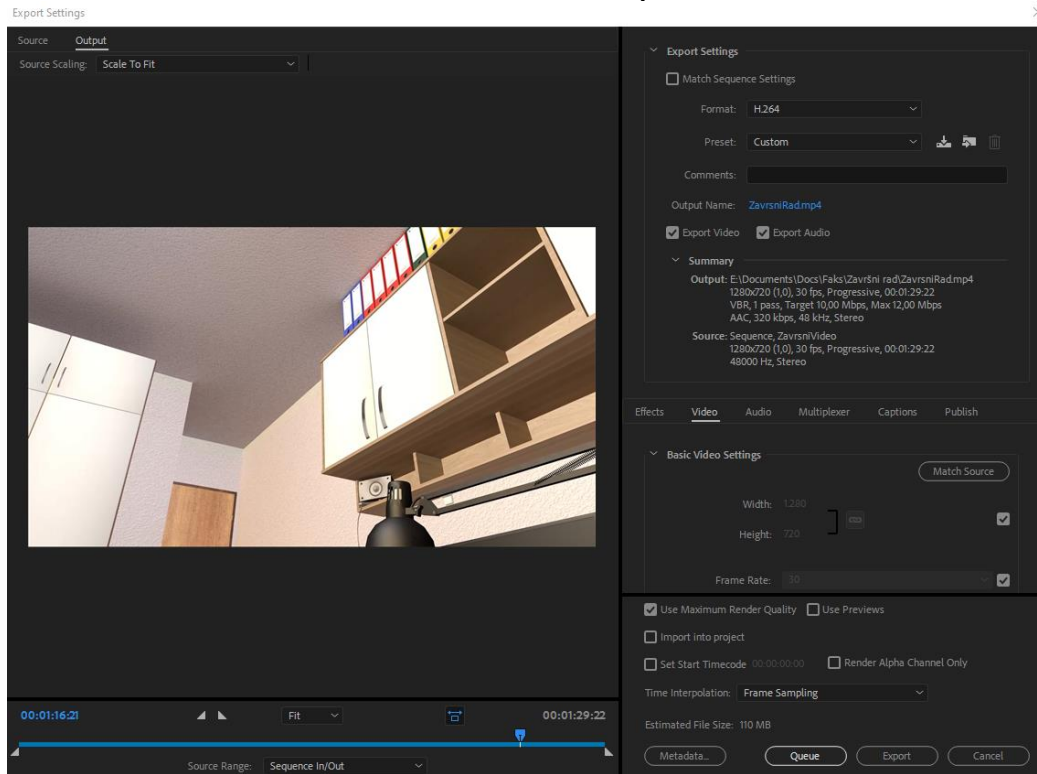
Izradom nove sekvence po uzoru na renderiranu animaciju stvara se vremenska liniju koja će zadržati karakteristike animacije. Budući da je animacija u ovom stadiju gluha, potrebno je i ručno podesiti željenu audio kvalitetu koju će videozapis reproducirati.

Prvi korak do završnog proizvoda tvore zvučni efekti. Što snimljeni od strane autora, što preuzeti s interneta, zvučni efekti dodavani su u audio trake na način da ozvuče pomake objekata ili prijelaza kamere u scenama. Kada bi se efekt dodao, bilo ga je potrebno pozicionirati na određenu sličicu i u većini slučajeva skratiti alatom za rezanje (povlačenjem sa strane ili brisanjem ostataka odrezanog dijela). Efektima koji su autohtono snimljeni jednokanalno bilo je potrebno izjednačiti zvuk na desnoj strani koja se nije čula. To je učinjeno efektom *Fill right with left*. Neki efekti nisu bili dovoljno glasni ili su bili preglasni pa im je bilo potrebno prilagoditi *Audio Gain* u decibelima (dB). Osim jačine zvuka, radi postizanja određenog učinka izvjesne je snimke bilo potrebno usporiti ili ubrzati moduliranjem postotka brzine – *Speed/Duration*. Kako bi bilo manje očito da se zvukovi recikliraju kroz animaciju, ponekim je audiosnimkama promijenjen *Pitch* kako bi zvučale slično, ali ne i isto. Efekt visine tona mijenja se alatom *Pitch Shifter* putem dva parametra *Semi tones* i *Cents*. Metodom „preslušavanja krajnosti“ odabrani su parametri kako bi se postigao željeni učinak. Određeni efekti su završavali ili počinjali glasno pa je njihove završetke bilo potrebno postepeno utišati audio tranzicijama – *Exponential Fade* ili *Constant Power* koji su se

primjenjivali na rubove tih zapisa. Kada su svi efekti dodani i kontrolno preslušani, dodana je popratna muzika u rezerviranu audio traku.

Editiranje video dijela rada odnosno animacije uključivalo je rezanje na dijelovima gdje je potrebno ubaciti prijelaz, ubacivanje generičnih prijelaza, *Dip to Black-a* na prijelaze početka i kraja animacije, *Additive Dissolve-a* na međukadrove i *Dip to White-a* na prijelaz s bijelom površinom, dodavanje maske na dijelu animacije gdje je renderer *Cineme 4D* pogriješio i ubacivanje teksta i slike na informativne kadrove. Navedeni su prijelazi skraćivani po potrebi. Bijela površina napravljena je generiranjem novog *Color Matte-a* u označenoj bijeloj boji s manjom rezolucijom po visini kako bi se postigao tzv. *letter box* efekt. Na određenim sličicama animacije Cinema 4D je dodao neželjene crne geometrijske oblike. Jedna je sličica zbog toga izrezana, dok je drugoj kopiranjem prethodne maskiran dio gdje se pojavljuje fleka. Maskiranje je proces označavanja dijela kadra koji se prekriva, reže, zamućuje itd. za razliku od ostatka sličice (Adobe, 2024.). Nakon kopiranja prethodne sličice u videotraku iznad kadra s flekom, u kartici za kontrolu efekata kopirane sličice odabire se *Mask* te joj se *Pen* alatom crta rub. Od čitavog kadra sada ostaje samo njegov izrezani dio. Za izradu odjavne špice korišten je *Text Tool*. Na prvom kadru gdje se pojavljuje godina izrade rada ključnim točkama mu je napravljen efekt amplifikacije. U idućem kadru sa slikom logotipa Veleučilišta u Rijeci tekst je skaliran te je za naglašene riječi označena boja iz logotipa *Color Pickerom*. Videoefekti osim tranzicija nisu korišteni u montaži. Da bi se slijed sličica pretpreglednika transformirao u funkcionalan videozapis, potrebno je sekvencu eksportirati. Renderiranjem se uređeni materijal eksportira u MP4 datoteku, što ga čini pogodnim za pohranu, prijenos, pregled, dijeljenje itd. za razliku od projektne datoteke. Prečacem Ctrl + M otvara se okvir za eksport kao sa slike 11.

Slika 11. Postavke eksporta



Izvor: Autor

Uvidom u postavke eksporta provjerava se da će se videozapis eksportirati u željenom formatu na planiranoj datotečnoj lokaciji. Također se označava i mogućnost *Use Maximum Render Quality* kako bi zadržali najveću moguću kvalitetu videozapisa. Kada je završna provjera u redu, videozapis se renderira na gumb *Export*. Eksportiranje videozapisa stvorilo je datoteku veličine 100 Mb, što je za 25% više u usporedbi sa datotekom same animacije, no unatoč tome vrijeme eksporta u Premiere-u trajalo je čitavih 15 sekundi. Rapidno vrijeme eksporta pogodno je za laku izmjenu određenih dijelova videozapisa ukoliko se uvidi njihova promjena, ali treba paziti jer se ovdje radi o kratkom videozapisu HD rezolucije. Nakon što je rad koji ne zahtjeva daljnje preinake pregledan od strane autora, spreman je za predaju.

## 5. Zaključak

Multimedijski sustav cjelina je u kojoj jezgru čine informacije. Sam multimedij kao sredstvo prijenosa informacija kombinacijom više medija proširen je vizualnim i tehničkim detaljima kako bi korisnik istim mogao biti u interakciji. Vodeći se po podjeli faza izrade multimedijskog sustava, ovaj projekt tvori samo jednu fazu sustava, dizajn sadržaja. Izrađeni projekt obuhvaća sve vrste medija: tekst, grafiku, zvuk, videozapis i animaciju. Animacija kao umjetnost stvaranja iluzije pokreta nepokretnih objekata stavljena je u žarište projekta te je modeliranju njenih objekata posvećeno najviše vremena u projektu. Modeliranje je samo jedna od faza izrade projekta, skupa sa teksturiranjem, animiranjem i videomontažom. Projekt je u cijelosti izrađen u komercijalnim programima specijalne namjene; Adobe Photoshop korišten je za izradu tekstura, Adobe Premiere Pro većinski za završno uređivanje animacije čiji su modeli kreirani zatim animirani u programu Cinema 4D tvrtke Maxon.

Ideja projekta bila je integracija tehničke prirode telematike s multimedijem, oživljavajući precizno izrađene modele u vremenskoj dimenziji. Krajnjim rezultatom postaje videozapis komponiran od animacije, popratnih zvučnih efekata, s glazbenom podlogom, video tranzicijama i tekstualnim informacijama o projektu. Da bi objekte animirali potrebno ih je izraditi, budući da se radi o stvarnom prostoru. Na temelju složenih 3D modela digitalnog dvojnika unutarnjeg prostora potencijalni inženjer može planirati ugradnju telematičke opreme. Objekti ili modeli izrađeni su u Cinemi 4D uz pomoć osnovnih objekata, alata za deformiranje, alata za modeliranje, tagova i modulacijom vlastitih svojstava. Pri završetku izrade određenog modela, isti bi se teksturirao kako bi se međusobno vizualno i funkcionalno distancirali. Teksture su bile preuzete sa interneta, izrađene u Photoshopu, animirane u Premiere Pro-u ili kreirane u samom editoru materijala. Razina detaljnosti kvalitete modela u cjelini je kompromis između funkcionalnosti i estetike realnosti. Završetkom izrade svih modela određene je bilo potrebno pokrenuti. U ovom trenutku projekt se prebacuje se na fazu animiranja koja se odvijala po principu ključnih kadrova. Elementi koji ispunjavaju prostor animirani su na način da jedan za drugim nastupaju na scenu, dok se kamera kreće po prostoru. Animirani objekti animirani su većinski po svojim glavnim parametrima tijela u prostoru – poziciji, veličini i rotaciji. Nakon dodavanja objekata svjetla, *skybox*-a i tla, animacija se počinje renderirati u Full HD rezoluciji sa 30 *fps*-a. Pri završetku renderiranja dobivena je animacija u video formatu te započinje faza montaže. U montaži animaciji

su dodani ručno snimljeni ili preuzeti zvučni efekti, tekst, popratna muzika i videotranzicije, montažni elementi koji su u većoj ili manjoj mjeri svojstvima brzine, glasnoće i sl. prilagođeni željenom rezultatu.

# Literatura

## RADOVI

1. T. Lauc, N. Mikelić, *Multimedij i multimedijaska instruktivna poruka*, Zagreb: Zavod za informacijske studije, 2005., 95 – 115.

## INTERNETSKI ČLANCI:

2. A.S. Gillis, codec, TechTarget, veljača 2022., dostupno na: <https://www.techtarget.com/searchunifiedcommunications/definition/codec> (22.6. 2024.)
3. Adobe, CGI animation explained, definition, history and examples, 2024., dostupno na: <https://www.adobe.com/uk/creativecloud/animation/discover/cgi-animation.html> (21.6. 2024.)
4. Adobe, Flipbook animation and how to create one, dostupno na: <https://www.adobe.com/uk/creativecloud/animation/discover/flipbook-animation.html> (17.6. 2024.)
5. Adobe, Masking and tracking, ožujak 2024., dostupno na: <https://helpx.adobe.com/premiere-pro/using/masking-tracking.html> (11.6. 2024.)
6. Adobe, Stop motion animation explained, dostupno na: <https://www.adobe.com/creativecloud/animation/discover/stop-motion-animation.html> (17.6. 2024.)
7. Adobe, Supported file formats, svibanj 2024., dostupno na: <https://helpx.adobe.com/premiere-pro/using/supported-file-formats.html> (2.6. 2024.)
8. Adobe, Tweening, 2024., dostupno na: <https://www.adobe.com/creativecloud/video/discover/tweening.html> (5.6. 2024.)
9. Ankita, 15 Reasons Why Video is Better than Text, Offeo, ožujak 2023., dostupno na: <https://offeo.com/learn/video-vs-text> (22.6. 2024.)
10. Blackbox, Analogue video formats and interfaces, 2024., dostupno na: <https://www.black-box.de/en-de/page/24193/Resources/Technical-Resources/Black-Box-Explains/AV/analogue-video-formats-and-interfaces/> (22.6. 2024.)
11. C. Smith, What is Premiere Pro, siječanj 2024., dostupno na: <https://www.agitraining.com/adobe/premiere-pro/classes/what-is-premiere-pro> (2.6. 2024.)
12. C. Toh, Understanding Sample Rate, Bit Depth, and Bit Rate, HeadPhonesty, listopad 2023., dostupno na: <https://www.headphonesty.com/2019/07/sample-rate-bit-depth-bit-rate/> (3.6. 2024.)
13. D. Kehr, natuknica animacija, Britannica, svibanj 2024., dostupno na: <https://www.britannica.com/art/animation/Nontraditional-forms> (5.6. 2024.)
14. I. Lewis, High-Poly Models vs Low-Poly Models, dostupno na: <https://cgifurniture.com/high-poly-models-vs-low-poly-ones/> (2.6. 2024.)



15. I. Panev, Multimedijски sustavi – predavanja, Veleučilište u Rijeci, 2022.
16. J. Katatikarn, 2D vs. 3D Animation: What's the Difference?, Academy of Animated Art, siječanj 2024., dostupno na: <https://academyofanimatedart.com/2d-vs-3d-animation/> (5.6. 2024.)
17. K. T. Hanna, digital video, TechTarget, listopad 2022., dostupno na: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/digital-video> (22.6. 2024.)
18. L. Y., UVW Map and Unwrap UVW: A Step-by-Step Guide, svibanj 2021., dostupno na: <https://megarender.com/blog/uvw-map-and-unwrap-uvw-a-step-by-step-guide/> (1.6. 2024.)
19. G. Wright, Nyquist theorem, TechTarget, svibanj 2022., dostupno na: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/Nyquist-Theorem> (3.6. 2024.)
20. H. Desoky, How Do You Optimize Game Art Assets on Blender?, Vagon Blog, siječanj 2024., dostupno na: <https://vagon.io/blog/how-to-optimize-game-assets-on-blender/> (1.6. 2024.)
21. M. Glovart, Rotoscoping Animation, Adobe, dostupno na: <https://www.adobe.com/creativecloud/video/discover/rotoscoping-animation.html> (17.6. 2024.)
22. Natuknica Adobe Photoshop, Britannica, siječanj 2024., dostupno na: <https://www.britannica.com/technology/Adobe-Photoshop> (4.6. 2024.)
23. Natuknica cache, Cineversity, dostupno na: <https://www.cineversity.com/wiki/Cache/> (3.6. 2024.)
24. Natuknica montaža, Filmska enciklopedija (1986-90), Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2024., dostupno na: <https://filmska.lzmk.hr/clanak/montaza> (11.6. 2024.)
25. Natuknica sustav, Hrvatska Enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024., dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/sustav> (4.6. 2024.)
26. Natuknica praxinoscope, Filmska enciklopedija (1986-90), Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2024., dostupno na: <https://filmska.lzmk.hr/clanak/praxinoscope> (17.6. 2024.)
27. Natuknica tag, Cineversity, dostupno na: <https://www.cineversity.com/wiki/Tag/> (3.6. 2024.)
28. Natuknica zvuk, Hrvatska Enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024., dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/zvuk> (3.6. 2024.)
29. NYFA, The History of Animation, New York Film Academy, listopad 2023., dostupno na: <https://www.nyfa.edu/student-resources/quick-history-animation/> (5.6. 2024.)
30. R. Awati, Lossless and lossy compression, TechTarget, listopad 2021., dostupno na: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/lossless-and-lossy-compression> (3.6. 2024.)
31. R. Harrington, P. Krogh, Video File Format Overview, dpBestflow, rujan 2015., dostupno na: [https://www.dpbestflow.org/video\\_format\\_overview](https://www.dpbestflow.org/video_format_overview) (22.6. 2024.)

32. S. Handelwal, What is Multimedia?, GeeksForGeeks, studeni 2021., dostupno na: <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-multimedia/> (4.6. 2024.)
33. S. Tiigimagi, What is Low Poly and High Poly Modeling?, 3dstudio, dostupno na: <https://3dstudio.co/low-and-high-poly-modeling/> (2.6. 2024.)

#### **INTERNETSKE STRANICE:**

1. Adobe, Premiere Pro, 2024., dostupno na: <https://www.adobe.com/products/premiere.html> (2.6. 2024.)
2. Canon, Understanding video formats and settings, 2024., dostupno na: <https://www.canon.hr/pro/infobank/video-formats/> (3.6. 2024.)
3. Maxon, Maxon History, 2024., dostupno na: <https://www.maxon.net/en/about-maxon/history> (3.6. 2024.)

## Popis slika

Slika 1. Razlika low-poly i high-poly modela .....	5
Slika 2. Sučelje Startup rasporeda programa Cinema 4D.....	12
Slika 3. Sučelje Animate rasporeda programa Cinema 4D.....	13
Slika 4. Sučelje programa Premiere Pro .....	15
Slika 5. Modeliranje naslona stolice .....	22
Slika 6. Savijanje zavjese djelovanjem tagova .....	25
Slika 7. Preklapanje dviju tekstura.....	27
Slika 8. Hijerarhija materijala objekata .....	28
Slika 9. Editor materijala .....	31
Slika 10. Kartica za podešavanje materijala .....	33
Slika 11. Postavke eksporta .....	39