

УНИВЕРЗИТЕТ УМЕТНОСТИ У БЕОГРАДУ



ФАКУЛТЕТ ПРИМЕЊЕНИХ УМЕТНОСТИ

Докторске академске студије  
Студијски програм: Примењене уметности и дизајн

Докторски уметнички пројекат:

## **ВОЗ БРАЋЕ ЛИМИЈЕР**

**Употреба виртуелних технологија у изради дигиталне  
сценографије – интерактивна инсталација**

**Аутор:** Михаило Радошевић

**Ментор:** мр Јасна Драговић, проф. емеритус

Београд, јун 2021.



## **Сажетак:**

Тема докторског уметничког пројекта *Воз браће Лимијер, Употреба виртуелних технологија у изради дигиталне сценографије – интерактивна инсталација* је разматрање утицаја савремених технологија на филмску индустрију, а пре свега на сценографију и заснива се на креирању дигиталне сценографије и њеној виртуелној конзумацији од стране публике.

Полазна тачка овог рада је осврт на развој филмског медија кроз историју, почетне филмске експерименте, формирање филмског језика као и појављивање савремених технологија које утичу на сам начин израде филма, а чији се корени налазе у техникама које су развиле авангарде двадесетих година прошлог века. Иако се процес стварања филма развијао и унапређивао кроз деценије, конзумација филмског дела је остала релативно иста. Убрзан развој технологије на пољу виртуелне реалности и њена широка доступност данас, омогућава да се од гледаоца створи активни учесник у филмском делу са квалитативно потпуно новим доживљајем.

Дефинисањем основних појмова виртуелне реалности, правила и параметара одређује се планска процедура који обезбеђује успешност финалног продукта, њен развојни пут, од идеје до реализације, а потом и њену експерименталну и практичну примену у индустрији забаве, а шире и за потребе других области где ће ВР технологије наћи своју улогу.

Како би се испитала теза до које мере ВР шири спектар корисничког искуства конзумента успостављен је модел као тематска интерактивна инсталација омажа браћи Лимијер. Овај модел треба да послужи за процену домета трансформације гледаоца у активног учесника и његовог квалитета доживљаја, као и да покаже да је ВР неодвојиви део објективне реалности.

У фокусу рада је дигитални облик ВР сценографије као интегришући фактор филмског производа и њена интеракција са корисником и његовим проширеним искуством чиме се отвара полигон за нова теоријска разматрања, експерименте у пракси и едукацију на том плану.

## **Кључне речи:**

филм, сценографија, виртуелна реалност, браћа Лимијер, савремене технологије, софтвер, дигитални медији, процес израде, интернет, тродимензионални простори, имерсивност, Аутодеск 3Дс Макс, Пиксолоцик ЗиБраш, Адобе Сабстнс 3Д, Ефир Орнатрикс, Врлд Машин, Марвелус Дизајнер, Анрил Енцин, Ризом УВ

## **Abstract:**

The topic of the doctoral art project *The Lumière brothers, Usage of virtual technologies in digital scenography – an interactive installation* is an exploration of the impact of modern technologies on the film industry, primarily production design. The project is based on the creation of digital scenography and its virtual consumption by the audience. The starting point of this paper is a review of the evolution of film media through history, its initial experiments, and the creation of film language as well as the emergence of modern technologies that affect the way the films are made, and whose roots can be found in the techniques developed by the avant-garde of the 1920s. Although the process of filmmaking has developed and improved over the decades, the way films are consumed has remained relatively the same. Rapid development of virtual reality equipment and its wide availability today, allows the viewer to become an active participant of the film piece with a qualitatively completely new experience.

Defining the basic concepts of virtual reality, rules and parameters determines the planning procedure that ensures the success of the final product, its development path, from idea to realization, and then its experimental and practical application in the entertainment industry and beyond, for other areas where VR technologies find their role.

To examine the thesis to what extent VR expands the spectrum of user experience of consumers, a model was established as a thematic interactive installation of homage to the Lumière brothers. This model should be used to assess the scope of the transformation of the viewer into an active participant and his/her quality of experience, as well as to show that VR is an inseparable part of objective reality.

The focus of the paper is the digital form of VR scenography as an integrating factor of the film product and its interaction with the user and his/her extended experience, which opens a testing ground for new theoretical considerations, experiments in practice and education in this field.

## **Keywords:**

film, production design, Lumière brothers, virtual reality, modern technologies, software, digital media, pipeline, internet, 3D spaces, immersion, Autodesk 3Ds Max, Pixologic Zbrush, Adobe Substance 3Dm Ephere Ormatrix, World Machine, Marvelous Designer, Unreal Engine, Rizom UV

Овај завршни рад посвећен је особи која је највише утицала  
на моје филмско образовање, мом вољеном оцу, Дарку Радошевићу  
*„Погледај ти лепо Амаркорд од Фелинија, е то ти је филм!“*

# Садржај

<b>1. Увод .....</b>	<b>7</b>
1.1 Предмет и циљ рада.....	8
<b>2. Кратка историја филма .....</b>	<b>9</b>
2.1 Праисторија филма.....	9
2.2 Развој фотографије и покретних слика.....	12
2.3 Развој филмског језика.....	16
2.4 Пионири филмске сценографије .....	24
<b>3.Виртуелна реалност.....</b>	<b>30</b>
3.1 Дефиниција основних појмова.....	30
3.2 Историја виртуелне реалности.....	35
3.3 Типови виртуелне реалности.....	40
3.4 Технологија виртуелне реалности .....	42
<b>4. Израда практичног дела уметничког пројекта.....</b>	<b>43</b>
4.1 Преглед процеса израде .....	43
4.2 Прикупљање референци, почетне скице и књига снимања .....	49
4.3 Основе 3Д моделовања .....	50
4.4 Израда дигиталне сценографије.....	53
4.5 Израда дигиталне реквизите.....	63
4.6 Дигитални глумци .....	67
4.7 Дигитални пејзажи .....	75
4.8 Бојење тродимензионалних објеката.....	77
<b>5. Анрил енџин (енгл. <i>Unreal engine</i>).....</b>	<b>81</b>
5.1 Импортовање и материјализација.....	82
5.2 Виртуелна реалност у Анрил Енџину.....	84
<b>6. Закључак .....</b>	<b>87</b>
6.1 Закључна разматрања.....	87
<b>Литература .....</b>	<b>94</b>
<b>Вебографија.....</b>	<b>95</b>
<b>Списак графичких прилога .....</b>	<b>96</b>

<b>Биографски подаци о аутору .....</b>	<b>98</b>
<b>Изјава о ауторству .....</b>	<b>101</b>
<b>Изјава о истоветности штапане и електронске верзије докторске дисертације / докторског уметничког пројекта.....</b>	<b>102</b>
<b>Изјава о коришћењу.....</b>	<b>103</b>

## 1. Увод

Крајем 19. односно почетком 20. века појављује се нови медиј – филм. Иако тачан датум настанка филма као медија није дефинисан, јавно приказивање десет филмова браће Лимијер (Lumière), 28. децембра 1895. године у *Салону Индиен* у подруму *Гранд кафеа* (франц. *Le Salon Indien du Grand Café*) у центру Париза се сматра као почетак историје филма. Филм се кроз деценије мењао, развојем технологије, као и креативним интервенцијама филмских пионира. Такође, неопходно је поменути и интернет, који је променио и мења начин како се филмови конзумирају, дистрибуирају и ко их прави. Оно што је некад био медиј неколицине (оних који су могли да приуште опрему), тренутно је најравноправнији и најдоступнији медиј.

Полазна тачка докторског уметничког пројекта је осврт на историју филма, то јест на прво приказивање филма *Улазак воза у станицу* (франц. *L'Arrivée d'un Train en Gare de la Ciotat*), браће Лимијер, приказаног јануара 1896. године. Овај педесетосекундни неми документарца сачињен од једног, немонтираног, кадра који илуструје свакодневни живот, приказујући улазак парне локомотиве у железничку станицу *Ла Сиота*. Тада су аудиторијуму први пут презентоване покретне слике, а филм прати и општепозната урбана легенда, да је публика на првом приказивању, видевши воз у природној величини како иде директно ка њима, кренула у паници да бежи у задњи део сале. Ова прича, не само да представља инспирацију уметничког пројекта, већ поставља темељно питање за разматрање, како перципирамо реалност и где је међа између материјалног и нематеријалног окружења?

Иако се начин стварања филма мењао и унапређивао кроз деценије, конзумација филмског дела је до појаве *ВР-а* (*Виртуелне реалности*) остала релативно иста, сведена на пасивно праћење серије покретних слика, одређеног формата, пројектованих на платно или приказаних на ТВ екрану или монитору. Рапидан развој технологије на пољу виртуелне реалности и њена широка доступност данас, омогућава да се од гледаоца створи активни учесник у овом искуству што нужно отвара питање „Да ли то сада можемо уопште назвати филмом у оквиру стандардне дефиниције или се ради о новом моделу проширеног медија?“



## 1.1 Предмет и циљ рада

Предмет уметничког рада базира се на изучавању и имплементацији нових компјутерских програма и дигиталних технологија, помоћу којих је могуће осмислити и креирати дигиталну филмску сценографију и практично интегрисати гледаоца у филм, користећи виртуелне наочаре. Виртуелне наочаре представљају аудио-визуелни апарат који помоћу два екрана, за свако око, ствара илузију тродимензионалног простора, а уз слушалице симулира потпуно присуство на одређеном месту у реалном времену. Како би виртуелне наочаре омогућиле ово искуство, уз њих постоје и сензори за калибрацију моторике, оријентације, позиције у простору и интеракције са објектима у виртуелном простору. За само функционисање виртуелних наочара, неопходан је компјутер или мобилни телефон, како би се графички садржаји покренули и створили утисак реалности.

Циљ овог уметничког пројекта је да објасни и истакне комплексни процес стварања дигиталне сценографије и дигиталних глумаца, који посредују у доживљају интерактивног виртуелног искуства. То ће послужити да се што боље анализира квалитативни аспект утицаја виртуелног искуства на корисника, као и могући потенцијал технологије ВР-а и њене улоге у промени парадигме посматрања филмског дела, услед чињенице да се ради интерактивној партиципацији гледаоца-учесника.

С обзиром да је виртуелна технологија тек у последњих неколико година постала широко доступна, сви већи филмски студији је све масовније укључују у свој продукциони процес. У складу с тим овај рад би кроз презентацију иновативног начина коришћења савремених технологија отворио нови поглед приступања филму и филмској сценографији као и проширивање поља истраживања у овом домену. Изложбеним приказивањем поступка настанка дигиталне сценографије и указивањем на нове методе рада коришћењем виртуелне реалности доприноси се едукацији филмских стваралаца у циљу остваривања квалитативно новог уметничког израза.

## 2. Кратка историја филма

### 2.1 Праисторија филма

Могло би се рећи да је филмска уметност најсавременија од свих уметности и тиме највише зависи од науке и технологије. Овај облик уметности је настао крајем деветнаестог века услед великог интересовања за машинерију, јавне забаве и оптичке илузије. Стицај околности је био да су тадашњи иноватори бројним експериментима, проналасцима и усавршавањем техничких уређаја посредно допринели технолошком развоју филма, иако им је примарни циљ био научни инструмент.<sup>1</sup>

„Моје дело је усмерено ка научним истраживањима. Никада се нисам бавио ониме што се назива продукцијом.“ – Луј Лимијер (Louis Lumière)<sup>2</sup>

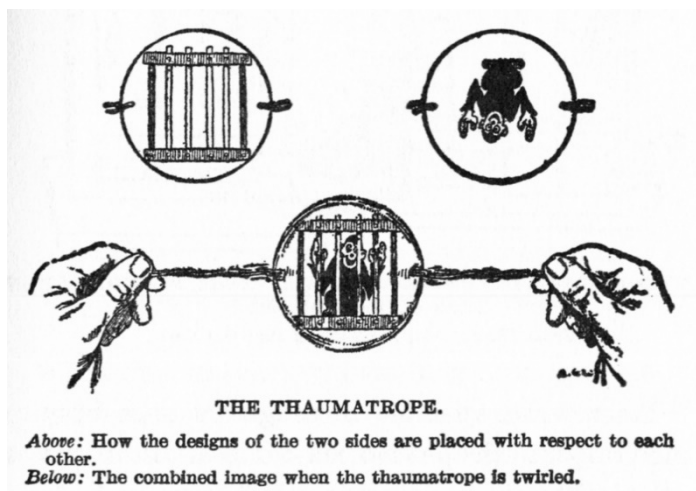
Најважнији научни концепт на коме се заснива технологија филма је феномен под називом ретинална перзистенција (*енгл. persistence of vision*). Иако је овај феномен био познат још у старом Египту<sup>3</sup> и упркос делима Исака Њутна (Isaac Newton) и Патрика Дарсија (Patrick d'Arcy), тек 1824. године Питер Марк Роже (Peter Mark Roget), научно описује овај феномен као способност мрежњаче да задржи примљену слику још око једну десетину секунде након њеног уклањања из видног поља. Међутим након тога се показало да мозак, а не око, ствара ту илузију кретања филма, будући да стимулусе које прима не може да региструје као засебне. Када се пређе тај перцептивни праг мозга, (пуштањем филма брзином од двадесетчетири сличице у секунди) ствара се илузија непрекидног покрета. То стапање трептаја, нам онемогућава да видимо просторе између филмских сличица, док стробоскоп то јест фи-ефекат стварају ментални спој између сличица, што нам омогућава да низ статичних слика видимо као један непрекидни покрет. Између 1912. и 1916. године, психолози Макс Вертхајмер (Max Wertheimer) и Хуго Минстерберг (Hugo Münsterberg), су овај ефекат анализирали, тако да се може рећи да је филм први облик уметности који је заснован искључиво на психоперцептуалним

---

1 Parkinson, David, *Историја филма*, (прев. Наташа Кривокапић), Београд: Дерета, 2014, 7.

2 Исто

3 Клаудије Птоломеј (100-170 године н.е.) је био Грчки астроном, математичар и географ који је живео у Египту. По легенди, једне ноћи Птоломеј је гледао како неколико стражара, патролира, носећи лампе. Посматрајући лампе које су се клатиле, приметио је да остављају светлосни траг који је на кратко „истрајавао“.



Прилог 2.1. Тауматрон



Прилог 2.2. Фенакистоскоп  
Жозеа Платоа

илузијама створеним од стране машине. Иако је Рожеова теорија била погрешна, ипак је подстакла проналаске многобројних направа, које су биле јако важне за развој филма. Једна од првих „оптичких играчака“ је *тауматрон* (енгл. *thaumatrope*). Ова играчка се састојала од картонског круга пробушеног концем, са по једном сликом на обе стране. Када се картонски круг заврти довољно брзо ове слике се стапају у једну. Роже је такође приметио да када се ротирани точак посматра кроз наизменичне вертикалне отворе, ствара се утисак покрета.<sup>4</sup>

То је инспирисало Белгијанца Жозефа Платоа (Joseph Plateau) да направи *фенакистоскоп* (франц. *phénakistoscope*) као и Аустријанца, Симона Ритера фон Штамфера (Simon Ritter von Stampfer) да направи *стробоскоп*, оба из 1832. године. *Фенакистоскоп* је био диск са прорезима и низом цртежа на спољашњој ивици. Утисак покрета би се добио када би се страна са цртежима окренула ка огледалу, ротирањем диска и гледањем кроз прорезе. *Стробоскоп* су чинила два круга, један са прорезима, други са цртежима. Када би се ротирани цртежи гледали кроз прорезе добијала би се илузија непрекидног покрета. Џорџ Хорнер (George Horner) 1834. године прави *дедалум* (енгл. *daedalus*) где су кругови замењени папирном траком која се поставља у унутрашњост ваљка, а иста илузија покрета добијала се окретањем ваљка и гледањем кроз прорезе. Касније то јест 1860-их година ова направа је почела да се продаје под називом *зоотрон* (енгл. *zoetrope*).

<sup>4</sup> David Parkinson, нав. дело, 7-8.



Прилог 2.3. Зоотроп  
Џорџа Хорнера



Прилог 2.4. Праксиноскоп  
Шарл Емил Рејноа

Тих година, аустријски барон Франц фон Ухатијус (Franz von Uchatius) већ је пројектовао слике са *фенакистоскопа* на платно помоћу „чаробне лампе“ (*лат. lanterna magica*).<sup>5</sup>

Основне елементе „чаробне лампе“ описао је немачки језуитски научник Атансијус Кирхер (Athanasius Kircher) у делу *Велика уметност светлости и сенке (Ars Magna Lucis et Umbrae)* још 1646. године. Првобитне пројекције „чаробне лампе“ су биле једноставне и лошијег квалитета, пошто је светлост свеће нејасно осветљавала мутне боје грубих стаклених плоча. Касније су свеће биле замењене уљаним лампама, па онда гасним лампама са усмереним снопом, којима се добијала оштрија слика. Увођењем већег броја лампи или сочива, ове слике су добијале осећај дубине и стицао се утисак кретања. Покрете унутар слике омогућиле су механичке плоче које је осмислио Питер ван Мушенбрук (Pieter van Musschenbroek) 1739. године. *Хроматроп*, *еидотроп* и *киклоидотроп* функционисали су помоћу зупчаника, ротационих кругова и стаклених плоча.

Један од најзначајнијих изумитеља био је Француз Шарл Емил Рејно (Charles-Émile Reynaud), који је 1876. године измислио *праксиноскоп* (*енгл. praxinoscope*). За разлику од зоотропа, који је имао прорезе на зиду ваљка, Рејноов праксиноскоп је у средини ваљка имао кружно постављена огледала. Када би се ваљак окретао у

<sup>5</sup> Исто

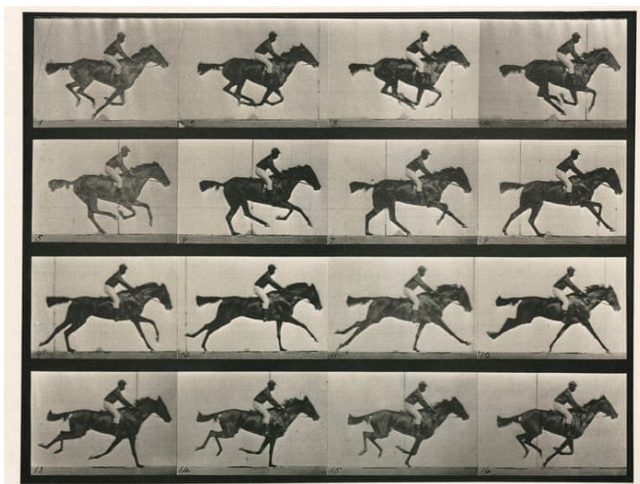
огледалима би се видели одрази цртежа који би на тај начин створили илузију покрета. Рејно је конструисао *пројекциони праксиноскоп* (франц. *Praxinoscope à Projections*) користећи дуже прозирне траке пројекциона сочива и „чаробне лампе“ помоћу којих је од 1892. године приказивао „светлосне пантомиме“ (франц. *Pantomimes Lumineuses*) у свом „Оптичком позоришту“ (франц. *Théâtre Optique*). Ове пројекције су извођене пред многобројном публиком и представљају почетак кинематографије. Нажалост, по Рејноа, прва успешна пројекција покретних слика десила се само три године касније и пред сам крај свог живота у нападу депресије Рејно уништава, сву своју опрему за приказивање укључујући и ролне са цртежима од којих су само две сачуване.<sup>6</sup>

## 2.2 Развој фотографије и покретних слика

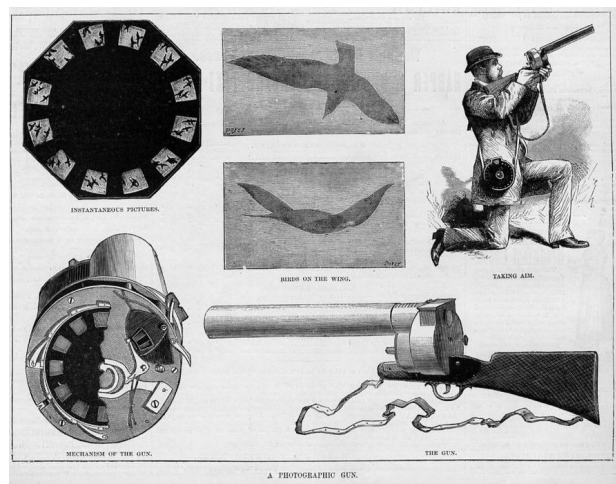
Почеци историје фотографије се могу наћи још у делима Аристотела и Еуклида (4. век п.н.е.), арапског математичара Ибн ал Хаитама (Ал Хазен) (965-1040), кинеског математичара Шен Куоа (1031-1095) и Леонарда да Винчија (Leonardo da Vinci), чију је теорију о *камери опскури* (лат. *camera obscura*) средином 16. века спровео у дело Италијан Ђовани Батиста дела Порта (Giambattista della Porta). Током приближно два века ову нараву и њене касније облике су користили уметници као помоћно средство за цртање. Временом су се проналазила многобројна хемијска и механичка решења за поправљање добијене слике. Фотографија постаје стварност захваљујући Жозефу Нисефору Нијепсу (Joseph Nicéphore Niépce) који је 1826. године усликао прву фотографију користећи се техником хелиографије и Лују Дагеру (Louis Daguerre) који је 1839. године упознао јавност са процесом *дагеротипије*. Британац Вилијам Талбот (William Fox Talbot), је 1840-их открио метод отискивања фотографија на папир, као и процес негатив-позитив, који су омогућили развој *талботина*. Касније, 1849. године његов патент купују браћа Лангенхајм (Langenheim), који уводе штампу позитива на стакло, омогућујући пројектовање фотографија. Те исте године Жозеф Плато предлаже спајање фотографије и фенакистоскопа. Ипак, почетне направе као што су *омнископ* (1859.) Анрија Димона (Henry du Mont) и *фазматрон* (1870.) Хенрија Р. Хејла (Henry R. Heyl) симулирају покрет, фотографије са уоченим позама су само истакле потребу за проналажењем поступка који би омогућио да се радња бележи спонтано и истовремено

---

<sup>6</sup> David Parkinson, нав. дело, 9-11.



Прилог 2.5. Студије о кретању животиња  
Плоча 626, Едвард Мајбриц, 1888.



Прилог 2.6. Фотографска пушка  
Етјена Жил Марea

док се дешава. Серијску фотографију унапређују Едвард Мајбриц (Eadweard Muybridge) и Етјен Жил Маре (Étienne-Jules Marey).<sup>7</sup>

Мајбриц је 1872. године ангажован од стране гувернера Калифорније да утврди да ли у коњском галопу постоји тренутак када коњ подиже сва четири копита са земље. Мајбриц је 1878. године захваљујући скраћењу времена експозиције успешно решио ово питање. То му је касније омогућило да усаврши своју нараву од дванаест фото-апарата, које је поставио дуж тркалишта у Пало Алту. Коњ у покрету би активирао окидаче фото-апарата тако што је кидао канале који су их повезивали. Мајбриц такође креира зоопраксископ (енгл. *zoopraxiscope*) по угледу на Ухатијусов пројекциони фенакистоскоп. Његово најзначајније дело објављено 1888. године је серија од 20000 фотографија на 781. плочи под називом *Студије о кретању животиња* (енгл. *Animal locomotion*) где је представио студију покрета које је допринела развоју биомеханике у вези са атлетским техникама. Његове кратке филмове сачињене од 12-24 фотографија аниматори користе као референце и данас.<sup>8</sup>

Маре се такође углавном бавио механиком покрета. Године 1882. конструише „фотографску пушку“ (франц. *fusil photographique*) која може помоћу ротационе плоче да сними дванаест узастопних фотографија у секунди. Његов колега Пјер Жил Сезар Жансен (Pierre-Jules-César Janssen) 1874. године користећи се фотографском пушком покушао је да сними транзит Венере испред Сунца. После експеримената са вишеструком експозицијом, да би направио непрекидни низ слика односно

<sup>7</sup> David Parkinson, нав. дело, 12-14.

<sup>8</sup> Muybridge, Eadweard, *Animals in motion - An electro-photographic investigation of consecutive phases of animal progressive movements*, [www.cinereources.net/consultationPdf/web/o000/019.pdf](http://www.cinereources.net/consultationPdf/web/o000/019.pdf), acc. 10.06.2021. at 18:15



Прилог 2.7. Црна Марија – први филмски студио



Прилог 2.8. Кинетоскоп  
ВКЛ Диксона и Томаса Едисона

хронофотографију, Маре, уместо папирне траке почиње да користи *Истман Кодакову* (енгл. *Eastman Kodak Company*) целулоидну филмску траку.<sup>9</sup>

Први филмови, које је финансирао Томас Алва Едисон (Thomas Alva Edison), нису били намењени за јавну пројекцију, нити за приказивање без звука. Едисон је задужио Вилијама Кенедија Лорија Диксона (William Kennedy Laurie Dickson), шефа своје лабораторије у Вест Оринцу да направи визуелни дупликат фонографа. Пошто фотографије није било могуће урезати на цилиндре попут оних на фонографу, Диксон је 1890. године изумео камеру под називом *кинетограф* (енгл. *kinetograph*) а наредне године уређај за гледање филмова, *кинетоскоп* (енгл. *kinetoscope*). Прве кинетоскопске сале су отворене 1894. године и ускоро постају популарне у читавој Америци. У њима су се приказивали краткометражни филмови снимљени у првом филмском студију на свету под називом „Црна Марија“ (енгл. *Black Maria*). Филмови попут *Снимак кијања Фреда Ота* (енгл. *Fred Ott's Sneeze*)<sup>10</sup>, *Пољубац* (енгл. *The Kiss*), *Анабелин змијски плес* (енгл. *Annabelle Serpentine Dance*), и други, су заправо били немонтирани снимци, чију дужину је ограничавало само трајање радње или дужина филмске траке. Едисон је потпуно одбацио идеју о могућим јавним пројекцијама филмова и усмерио сву пажњу на зараду од кинетоскопа, за који је мислио да ће бити још једна популарна новотарија. Убрзо је схватио да је направио погрешну процену.<sup>11</sup>

Као што је већ поменуто у уводу, догађај за који се традиционално сматра датумом рођења кинематографије, је прва јавна пројекција филма уз наплату улазница,

<sup>9</sup> Исто, 12-14.

<sup>10</sup> *Снимак кијања Фреда Ота* је први филм који је био заштићен ауторским правима у Америци

<sup>11</sup> David Parkinson, нав. дело, 14-15.

кинематографом браће Лимијер. Пројекција је одржана у *Салону Индиен*, подрумској хали ресторана *Гранд кафе* у Паризу 28.децембра 1895. године. Успех Огиста (Auguste, 1862-1954) и Луја (Louis, 1864-1948) почива у томе што су први успели да обједине технологију кинетоскопа и „чаробне лампе“. Треба поменути и њихове савременике који су покушали да направе исти подухват. Иако нису били успешни у томе као браћа Лимијер, ипак су утицали на даље развијање камера и пројектора:

Луј Еме Огистен ле Пренс (Louis Aimé Augustin Le Prince) је 1888. године снимио и пројектовао уличне сцене Лидса, али је мистериозно нестало пре него што је завршио свој рад: Браћа Макс (Max) и Емил Складановски (Emil Skladanowsky) творци су уређаја под називом *биоскоп*. Мајор Вудвил Латам (Woodville Latham) и његови синови Греј (Gray) и Отвеј (Otway) творци су *паноптикона* (енгл. *panoptikon*) и *Латамове петље* (енгл. *Latham loop*)<sup>12</sup> а Томас Армат и Ч. Френсис Џенкинс су створили *фантоскоп* (енгл. *phantoscope*). Недуго затим, *Латамову петљу*, *фантоскоп*, перфорирану целулоидну траку и друге патенте откупљује и заштићује Томас Едисон и његова компанија „Моушн пикчерс патентс“ (енгл. *Motion Pictures Patents Company*). Осим већег броја сати дневне светлости (дужина дана), разноликости пејзажа, ниских пореза, обиља јефтине земље и хонорарних радника, један од разлога зашто се цела америчка филмска индустрија тог времена преселила са источне, на западну обалу је бег од „МПП“ компаније и њиховог монопола, тако да би се могло рећи да је Томас Едисон заслужан за стварање Холивуда.

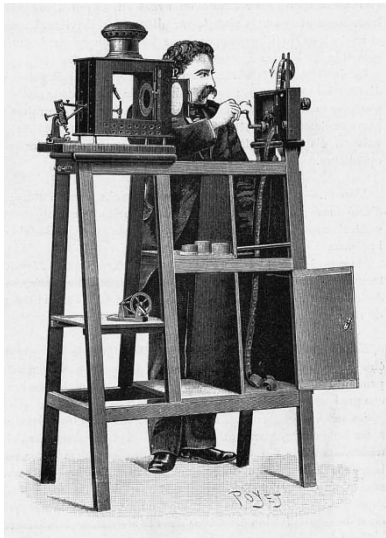
Иако су горе наведени проналазачи представили своје пројекторе пре 28. децембра 1895. овај датум се сматра најзначајнијим у историји филма. Браћа Лимијер су креирала преносиве камере са ручним управљањем<sup>13</sup>, са којима је било могуће снимати, штампати и пројектовати покретне слике уз коришћење „чаробне лампе“ - *синематограф* (франц. *cinématographe*). То је омогућило снимање призора из живота као и филмове у трајању од 15 до 20 секунди ван студија, за разлику од Диксонових краткометражних филмова који су били везани за студио. Главни фокус филмова браће Лимијер била је документарност снимљених призора а мање театарска поставка. Њихова сценска дубина је допринела реалистичном приказу уласка воза у станицу Ла Сиота;

---

<sup>12</sup> Целулоидне траке су до тада имале тенденцију да пуцају приликом пројекција и снимања због напетости између калемова. Браћа Латам су смислила петљу која је омитавила филм и изоловала га од вибрација и тензије и омогућила да се филмови снимају и пројектују дуже временске периоде, без пуцања.

<sup>13</sup> Луј Лимијер долази на идеју да користи механизам шиваће машине - „ухвати и напредуј механизам“, (енгл. *grab and advance mechanism*). Окретањем ручке, филмска трака се покреће за једну сличицу, па стане, експозиција сличице, па крене, па стане, експозиција, и тако даље.





Прилог 2.9. Кинетатограф  
браће Лимијер



Прилог 2.10. Кадар из филма *Улазак воза у станицу* браће Лимијер  
1896.

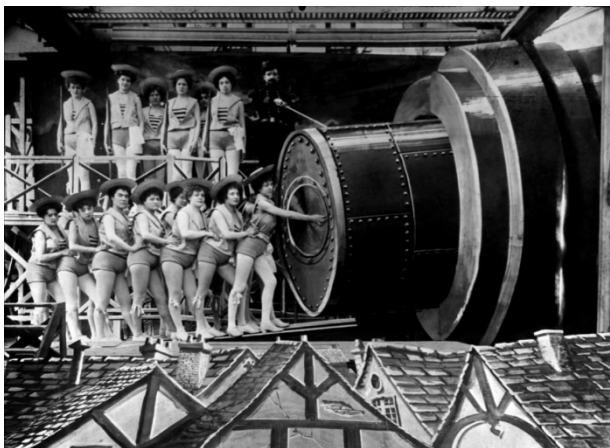
филм *Излазак радника из фабрике Лимијер* (франц. *La sortie des usines Lumière*) садржи основну наративну структуру то јест почетак, средину и крај, а *Поливени поливач* (франц. *L'Arroseur arrosé*) је прва филмска комедија и најранији наративни филм.

У самом зачетку филм није сматран обликом уметности, већ вашарском атракцијом или мађионичарским триковима намењеним широким народним масама. Будући да ти филмови нису били софистицирани нити су садржали уметничку компоненту, убрзо постају досадни. То је довело до тога да од 1898. ствараоци филма мењају фокус са технологије, на кадрирање, рез, мизансцен и тако даље, развијајући сложени кодекс тренутно најпрепознатљивијих наративних симбола, као и филмски језик и поетику.<sup>14</sup>

### 2.3 Развој филмског језика

Први прави филмски уметник био је француски илузиониста Жорж Мелијес (Georges Méliès, 1861-1938), за ког се сматра да је „отац наративног филма“. Између 1896. и 1906. године, у његовој компанији „Стар филм“ (франц. *Star film*) је снимљено више од пет стотина филмова, од којих је до данас сачувано мање од сто четрдесет. Мелијес је био продуцент, редитељ, сценограф, сценариста, сниматељ и глумац. Такође је познат по томе што је користио књигу снимања и прве специјалне ефекте: ручно бојене кадрове, отамњења (енгл. *fade-out*) и затамњења (енгл. *fade-in*) кадра, рез (енгл. *cut*), претапање

<sup>14</sup> David Parkinson, нав. дело, 16-17.



Прилог 2.11. Кадар из филма *Пут на Месецу*, Жоржа Мелијеса, 1902.



Прилог 2.12. Кадар из филма *Живот једног америчког ватрогасца*, Едвин С. Портера, 1902.

кадрова (*енгл. dissolve*), вишеструке експозиције и снимање квадрат по квадрат (*енгл. stop motion*). Поред многобројних новитета које је увео у саму филмску продукцију, распон тема његових филмова је такође био импресиван. Ту спадају краткометражни трик филмови, историјски филмови, документарне драме као и авантуристички филмови научнофантастичног карактера од којих је најпознатији *Пут на Месецу* (*франц. A Le voyage dans la lune*) из 1902. године. Ипак, Мелијесова камера је била статична и имала је улогу гледаоца који из првог реда гледа представу, са све уласцима глумаца на сцену и сценографијом која је спречавала дубинску композицију.<sup>15</sup>

Едвин С. Портер (Edwin S Porter, 1870-1941), је као оператер пројектора у Едисоновој компанији схватио да основна синтаксичка јединица наративног филма није сцена (*енгл. scene*), већ кадар (*енгл. shot*). Постоје две верзије филма *Живот једног америчког ватрогасца* (*енгл. The life of an American Fireman*) из 1902. године. Прва верзија то јест „позоришна верзија“ која је поднета *Конгресној библиотеци* (*енгл. Library of Congress*) показује да је секвенца драматичног спасавања прво приказана из перспективе заробљене жене, а затим из перспективе ватрогасца. Каснија верзија, коју поседује њујоршки *Музеј модерне уметности* показује да је Портер ову верзију монтирао тако да развој приче диктира промену кадра. Прво се види долазак ватрогасаца, па ентеријер куће где се налази заробљена жена, па кадар са екстеријером како жену спуштају низ мердевине, па ентеријер како спасавају њено дете и тако даље. Публика прати причу о спасавању упркос чињеници да један простор (ентеријер куће) одједном нестаје и магично се замењује другим простором (екстеријер куће), што се никад не би могло догодити у позоришту. Овај филм је значајан и због неколико додатних новитета,

<sup>15</sup> David Parkinson, нав. дело, 18-19.



Прилог 2.13. Кадар из филма *Бакино* *увеличавајуће стакло*, Џорџ Алберт Смит, 1900.



Прилог 2.14. Кадар из филма *Убиство Војводе од Гиза*, Шарл Ле Баржија и Андреа Калмета, 1908.

укључујући приказивање мисли на платну и употреби документарног снимка при снимању фикције, док су технике паралелне монтаже (*енгл. cross-cutting*) и креативне географије (*енгл. creative geography*) научиле гледаоца да повезује догађаје који нису строго хронолошки приказани.<sup>16</sup> Његов наредни филм под називом *Велика пљачка воза* (*енгл. The Great Train Robbery*), из 1903. године се сматра првим вестерн филмом. У овом филму, почетни кадрови су снимљени у традиционалном маниру, али Портер убрзо почиње да се служи паралелном монтажом ради постизања ритма и динамике и повећања напетости. Да би допринео интензитету и континуитету приче, уводи различите технике, као што су дијагонално кретање глумца кроз кадар, дубински кадар (*енгл. depth of framing*) којим су публици јасно представљене све информације садржане у кадру, вештачки додатих на стаклу осликаних елемената сценографије унутар оквира кадра (*енгл. in-camera matting*) као и употреба вертикалних (*енгл. tilt*) и хоризонталних (*енгл. pan*) швенкова у циљу постизања флуидног праћења драмске радње. Овај филм је установио основне принципе монтажног континуитета (*енгл. continuity editing*) и захваљујући њему проширен је речник универзалног филмског језика.<sup>17</sup>

Филм као нови медиј постаје све више распрострањен како за публику тако и за ствараоце што је условило и потребу организоване едукације и истраживања у том домену.

Тако је формирана „Брајтонска школа“ а њен најважнији представник је Џорџ Алберт Смит (George Albert Smith). У филму *Пољубац у тунелу* (*A Kiss in the Tunnel*) из

<sup>16</sup> Causins, Mark, *The Story of Film - An Odyssey* [документарни филм], епизода: 1, трајање: 60 минута, Hopscotch Films, Септембар 2011.

<sup>17</sup> David Parkinson, нав. дело, 20.

1899. године, Џорџ први монтира камеру на предњи део воза тиме стварајући „вожњу камере“ то јест фар (енгл. *tracking shot*), а 1900. године у филму *Бакино увеличавајуће стакло* (енгл. *Grandma's Reading Glass*) први користи крупни план (енгл. *close-up shot*). Филмски ствараоци су до тада снимали само у тоталу (енгл. *wide shot*) јер нису разматрали друге опције а имали су и претпоставку да ће промена кадра пореметити и збунити публику приликом гледања.<sup>18</sup>

У Америци, Енох Џеј Ректор (Enoch J. Rector) је допринео филму на други начин. Он је 1897. године снимио боксерски меч између Корбета и Фитсимонса (*The Corbett-Fitzimmons Fight*) на траци од шездесети три милиметара уместо тадашњих тридесет пет милиметара проширујући тиме оквир чиме је обухваћено више простора испред камере. Створен је „широко-екрански“ (енгл. *wide screen*) филм, иако његова комерцијална употреба почиње тек педесетак година касније то јест 1953. године.<sup>19</sup>

Године 1908. у Паризу је формиран покрет „Филм Д'Арт“ (франц. *Film D'Art*) који је за циљ имао да привуче софистицирану публику у биоскопе. Садржај филмова је реконструкција француске историје и екранизација дела угледних писаца. Те исте године, у филму *Убиство Војводе од Гуза* (франц. *L'Assassinat du Duc de Guise*) у режији Шарл Ле Барџија (Charles Le Bargy) и Андреа Калмета (Andre Calmettes) глумци први пут окрећу леђа камери. Да би глумци имали слободу да окрећу леђа камери, редитељи су се досетили да преместе и упере камеру у супротном правцу. Овај „маневар“ се касније назвао *контраплан* (енгл. *reverse angle shot*). Редитељи крећу да постављају камеру унутар акције дајући себи слободу да снимају из било ког угла, удаљавајући се од ограничења формата позоришне кутије. Комбинујући крупни план са глумцима а стављајући сценографију у други план, гледаоци почињу да примећују особе које тумаче улоге и почињу да причају о њима и да се интересују за њихове животе, стварају се прве филмске звезде као што су Флоренс Лоренс (Florence Lawrence) и Макс Линдер (Max Linder).

Године 1906. у Аустралији, се снима први дугометражни играни филм *Прича о Кели банди* (енгл. *The Story of the Kelly Gang*) у режији Чарлс Тејта (Charles Tait). Седам година касније у Холивуду, Сесил Б. Демил (Cecil B. DeMille) снима први дугометражни филм *Човек Скво* (енгл. *The Squaw Man*), где се може видети још један допринос развоју филмског језика а то је рампа, непостојећа линија која одређује генерални интерес гледалишта и која служи да спречи могућност конфузије у простору.

---

<sup>18</sup> Mark, Causins, нав. дело

<sup>19</sup> Исто

У самим почецима стварања филма као већ комплексног концепта до 1920., једну од кључних улога за иновативни развој су имале жене и имигранти различитог порекла, по свој прилици из разлога што се нису могли остварити у другим професијама. У Холивуду, зачетнику филмске индустрије креативност је била перформанса која се тражи без обзира на пол и расу.

„Пола филмова пре 1925. године су написале жене, то само показује колико је женама било пријатно да буду у бизнису, тада.“ – Кери Бичм (Cari Beauchamp), филмска историчарка<sup>20</sup>

Једна од првих редитељки и шефовица студија била је Алис Ги Блаше (Alice Guy-Blaché).

„Иако је своју каријеру почела као секретарица 1894. у филмској компанији „Гомон“ (франц. *Gaumont*)<sup>21</sup>, Алис Ги Блаше је након две године постала прва жена редитељ а поверена јој је и продукција филмова. Она је заслужна за нови приступ структури филма: *причу са луком* (енгл. *put-film-together-into-a-story-with-an-arc*). До тада смо имали „Кијање“ (енгл. *The sneeze*) и „Талас“ (енгл. *The Wave*)<sup>22</sup>, индивидуалне акције. Алис ствара прве драматичне „лук-филмове“ (енгл. *arc-films*).“ - Кери Бичм, филмска историчарка<sup>23</sup>

Поред Алис Ги Блаше, треба поменути и Лоис Вебер (Lois Weber) чији филмови су имали многобројне иновације у кадрирању и монтажи и Френсис Марион (Frances Marion) једну од најплаћенијих сценариста од 1915.-1935. године, добитницу две награде „Оскар“ за сценарио, и то за филмове *Велика кућа* (енгл. *The Big House*, 1930. година) филм о бекству из затвора и *Шампион* (енгл. *The Champ*, 1931. година) филм о боксеру. Ова чињеница оспорава тезу да су жене писале сценарије само за „женске филмове“, мелодрамске структуре која изазива плач код публике (енгл. *weepies*), већ су у пракси покривале све могуће жанрове.

Увођењем тон филма (енгл. *talkies*), цена стварања филма вртоглаво расте, *Вол стрит* (енгл. *Wall Street*) почиње да улаже доста новца у филмску продукцију која се развија у филмску индустрију а доминацију руковођења продукцијом преузимају мушкарци.

---

<sup>20</sup> Mark, Causins, нав. дело

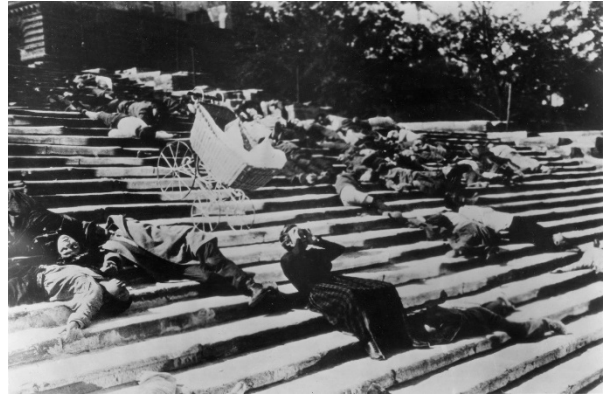
<sup>21</sup> *Гомон* је прва и најстарија филмска компанија основана у Француској 1895. године од стране Леона Гаумона (Léon Gaumont)

<sup>22</sup> Реферише се на филмове Томаса Едисона, *Снимак кијања Фреда Ота* из 1894. и *Хавајска острва* из 1906. године.

<sup>23</sup> Mark, Causins, нав. дело



Прилог 2.15. Кадар из филма Рађање једне нације, Д. В. Грифита, 1915.



Прилог 2.16. Кадар из филма Оклопњача Потемкин, Сергеја Ејзенштајна, 1925.

Последња два редитеља која ће бити поменута у овом делу излагања су Д. В. Грифит (David Wark Griffith, 1875-1948) и Сергеј Ејзенштајн (Сергей Михайлович Эйзенштейн 1898-1948). Грифит почиње своју каријеру као сценариста код Едисона, затим мало глуми а од 1908. почиње да режира. У распону од десет година режира преко четиристо кратких филмова инспирисан светским књижевницима: Толстојем, Шекспиром, Дикенсом и другима. Грифит изласком у екстеријер прави нови помак у односу на дотадашње филмове који су имали тенденцију да буду позоришни и били на одређен начин херметизовани. У то време сарађује са једним од најбољих кинематографа, Били Бицером (Billy Bitzer). Бицеру се није свиђала јака ивица оквира кадра тако да је мењањем отвора бленде (*енгл. iris*) добио мекану ивицу, настаје вињета (*енгл. vignette*), а постепеним отварањем и затварањем бленде је настало циркуларно отамљење и затамњење (*енгл. fade-in, fade-out*). Ово је додало на префињености кадра и утицаће на сам изглед америчког филма једне генерације. Грифит и Бицер 1915. године снимају *Рађање једне нације* (*енгл. Birth of a nation*)<sup>24</sup>. Ово ремек дело представља резултат свих могућих експеримената са камером, светлом, режијом, монтажом, локацијама за снимање које су њих двојица претходно вршила. Иако ремек дело, овај филм је показао контроверзне аспекте моћи и утицаја седме силе уметности. *Рођење једне нације* приказује Амерички грађански рат, величајући Југ то јест Конфедерацију америчких држава и расистичку организацију „Кју Клакс Клан“ (*енгл. Ku Klux Klan*). Након неких филмских пројекција се дешавало да дође до расних немира и линчовања црнаца. Иако је *KKK* расформиран 1869. године, средином 1920. је бројао четири милиона чланова.

<sup>24</sup> Радни наслов филма: *The Clansman*, филмски сценарио је адаптација романа Томаса Диксона Џуниора (Thomas Dixon Jr.) из 1905. године, под називом *The Clansman: An Historical Romance of the Ku Klux Klan*

Инспирисан италијанским филмом из 1914. године, *Кабирија* (итал. *Cabiria*) у режији Ђованија Пастронеа (Giovanni Pastrone), Грифит 1916. снима *Нетрпељивост* (енгл. *Intolerance*) троипосатни еп о трајној људској нетолеранцији кроз историју. Ово је на неки начин и одговор критичарима за лоше оцене које су дали *Рађању једне нације*. Филм се састоји из четири приче које се дешавају у четири различита временска раздобља. Грифит насумично сече филм и приказује све четири приче испреплетано. Пре је рез са једног кадра на други, значио „тада“ или „у међувремену“, док у овом случају рез између временских линија не значи ни једно ни друго. Грифит монтажом тражи од гледалаца да приметите емотивно значење секвенце а не акцију или причу.<sup>25</sup>

За разлику од ситуације у Америци, Русија као поприште две револуције насилно уклања стару власт покушавајући да изједначи друштво и идеолошки стреми ка модернизму.

„Морате запамтити да, од свих уметности, нама најважнија је, филмска уметност.“  
– В.И.У. Лењин<sup>26</sup>

„Бели“ то јест анти бољшевички филмски ствараоци, емигрирају на запад, односећи сву своју филмску опрему и знање а санкције онемогућују увоз новог филмског материјала. Због тога је, сав доступни материјал дат младим ствараоцима ради стварања брзе и ефикасне револуционарне пропаганде. Један од тих ствараоца је Сергеј Ејзенштајн.

Сергеј је започео своју каријеру као инжењер за време Грађанског рата (1918-1922), дизајнирао је агитпроп<sup>27</sup> плакате и организовао је представе за војску. Затим се запослио као сценограф у позоришту *Пролеткулт* (рус. *Пролетку́льт*), где је упознао свог „уметничког оца“, Всеволода Мејерхолда (*Всеволод Эмильевич Мейерхольд*) који га је научио како да комбинује импровизацију и стилизацију. Режирањем представа је схватио да ће своје идеје најбоље остварити на филму. Пошто је био позоришни редитељ а сматрао је да нема довољно искуства у филму, Ејзенштајн се едукује, гледајући стотине експресионистичких и холивудских филмова, такође проводи три месеца у филмској

---

<sup>25</sup> Mark, Causins, нав. дело

<sup>26</sup> Луначарский, Анато́лий Васи́льевич, Советское кино, Бр. 1-2, Москва, 1933, 10.

<sup>27</sup> Агитпроп – Скраћеница речи: агитација и пропаганда, то јест назив одељења за агитацију и пропаганду при политичким и другим организацијама

радионици Лава Куљешова (Лев Кулешов)<sup>28</sup> професора прве филмске школе на свету а учи и од редитеље документарца Есфире Шуб (Эсфи́рь Ильи́нична Шуб). Током читаве каријере је сарађивао са сниматељем Едуардом Тисеом (Эдуа́рд Казими́рович Тиссэ).

Дело Сергеја Ејзенштајна карактерише иновативна употреба монтаже, ритма, врсте осветљења и одабира доминантних мотива. Монтажа је за Ејзенштајна била процес који се заснива на марксистичкој теорији начина посматрања историје као вечитог конфликта између тезе и анти-тезе из чега настаје нови феномен, синтеза. Ејзенштајн користи пример јапанских пиктограма (птица + уста = певати, и слично) да би показао како две слике, постављене једна поред друге, могу да представе сложеније или апстрактније појмове.

По Ејзенштајновој теорији, постоји пет врста монтаже<sup>29</sup> које могу да се примене независно или истовремено у оквиру једне секвенце:

1. **“Метричка монтажа”**- брзина резања се заснива на трајању сваког кадра, а не на његовом садржају.

2. **“Ритмичка монтажа”**- узима у обзир садржај кадра, који има значајну контрапункталну функцију.

3. **“Тонална монтажа”**- заснива се на емоционалном тону кадрова.

4. **“Монтажа горњих тонова”**- представља спој метричке, ритмичке и тоналне монтаже. Она се види у појединачној филмској сличици или у монтираној секвенци, очигледна је.

5. **“Интелектуална монтажа”**- представља спајање супротстављених кадрова, ради стварања идеолошког мишљења или изражавања апстрактних идеја. Ејзенштајн се највише бавио овом врстом монтаже.

Његове теорије су готово савршено изражене у филму *Оклопњача Потемкин* (рус. *Броненосец Потёмкин*, из 1925. године).

Сергеј Ејзенштајн и Д.В. Грифит су два најзначајнија пионира раног филма. Грифит је развио континуитет монтираних кадрова инстинктивно и кроз праксу а Сергеј кроз теорију. Западни то јест Амерички филмски ствараоци су користили монтажу да би повећали емотивни утицај на гледаоца док су Руски ствараоци користили монтажу да се

---

<sup>28</sup> Лав Куљешов (1899-1970), је био професор на *Свесавезном државном институту кинематографије (ВГИК)*. Када је Грифитов филм *Нетрпељивост* стигао у Москву, Куљешов је направио копије филма које је изнова монтирао на различите начине како би показао вредност кадра као фотографског приказа стварности, као и утицај монтаже на значење кадра. Његови експерименти који су названи „Куљешов ефекат“, су доказали да монтажа може да има и метафоричку или асоцијативну функцију, чија моћ не лежи у самим сликама, већ у начину на који су оне приказане публици.

<sup>29</sup> David Parkinson, нав. дело, 73.



ослободе ограничења времена и простора и пренесу апстрактне идеје на нов и модеран начин.

Авангарда је већ тада, тих двадесетих и тридесетих година прошлог века, установила језик и сложени кодекс препознатљивих наративних симбола ове младе уметничке форме. Иако каснији филмски ствараоци даље унапређују и развијају овај медиј и имају исту важност као и први иноватори, њихов допринос неће бити обухваћен у овом раду. Као што се може приметити, филм се за веома кратко време из научно-едукативног експеримента претворио у забаву и средство информисања да би затим постао и главни медиј политичко - пропагандног апарата.

## 2.4 Пионири филмске сценографије

Сценографија (*енгл. Production design*) има веома јак утицај на филмско дело иако је главна идеја да сценографско решење буде неприметно. Сценографи стварају уверљиве светове који када све функционише како треба бивају прихваћени као „стварни“. Ништа у стварању играних филмова није стварно. Све што се види на екрану је мешавина реалности, филмске реалности и старих добрих „дим и огледало“ (*енгл. smoke and mirrors*) трикова које физички састављају сценографи и њихови талентовани тимови. Од свих вештина које су укључене у стварање филмског дела, улога сценографа је најнејаснија у погледу јавне перцепције, иако је главна компонента која диктира да ли ће снимање бити успешно или неуспешно. Сценографи стварају тон, атмосферу и илузију простора, руководе уметничким одсеком (*енгл. art department*), да би реализовали редитељску визију на екрану. Сценограф је у већини случајева прва особа која бива позвана на филмски пројекат, а понекад ће бити консултована и пре самог редитеља.

Сценографија је на одређен начин интегришући фактор свих компоненти филма и као таква се прожима кроз сваки могући аспект продукције. Чињеница је да се технолошким развојем ова дисциплина најбрже мења и да се услед дигитализације променила природа онога што традиционално доживљавамо као сценографију, а финални производ постаје сложена мешавина процеса коју креативно надгледа сценограф.

Филмска сценографија се развијала паралелно са филмом. У почетку, као што је већ поменуто, камера је била статична, није било промене ракурса тако да је сценографија највише подсећала на позоришну, била је подељена у бојене плохе то јест

кулисе које су стварале осећај дубине. Одличан пример употребе таквог сценографског решења може се видети у остварењима Жоржа Мелијеса. Увођењем промена углова снимања, филмска сценографија је почела да напушта формат позоришне кутије. Такође коришћењем специјалних ефеката који су били немогући и не практични да се изводе у позоришту, добијено је на чаролији филмског искуства. За већ поменути филм *Нетрпљивост* у режији Д.В. Грифита из 1916. се гради реплика Вавилонског зида величине четири градска блока, где је учествовала армија од три хиљаде статиста, животињских дресера, пиротехничара и мајстора. На веб-сајту „imdb.com“ пише да је за сценографију заслужан то јест не-заслужан (енгл. *uncredited*) сам Грифит а за арт дирекцију извесни Валтер Л. Хол (Walter L. Hall). Пошто је филм био тек у повоју, ова занимања нису још била дефинисана како треба.

У почетку звање „сценограф“ то јест „дизајнер продукције“ није постојало, користио се назив „уметнички директор“ (енгл. *art director*) или „извршни уметник“ (*artistic executive*). Данас постоји разлика између звања „сценограф“ и „арт директор“<sup>30</sup>. Први креативни филмски стваралац који је назван „арт директором“ је Вилфред Бакленд (Wilfred Buckland, 1866-1946) и то у новинама *Дејли ревију* (*The Daily Review*) у одељку „Трачеви о представама и играчима“ (*Gossip of Plays and Players*), 1910. године.

Бакленд је започео своју каријеру као дизајнер код Дејвида Беласка (David Belasco) позоришног продуцента са *Бродвеја* (*Broadway*). Касније то јест 1914. почиње да ради за *Парамаунт пикчерз* (енгл. *Paramount pictures*) заједно са редитељем и продуцентом Сесил Б. Демилем. Ту је развио врсту минималистичког осветљења где би већи део глумца или глумице био захваћен мраком осим једног дела осветљеног са стране. Ова врста позоришног, драматичног начина осветљења је убрзо постала заштитни знак неких филмова позната као *Ласки расвета* (енгл. *Lasky lighting*).<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup> Радећи директно са редитељем, директором фотографије и продуцентом, сценографи (енгл. *Production designer*) имају кључну креативну улогу у стварању визуелног идентитета и свеукупне естетике филмског дела. Сценографи се осим осмишљавања визуелног концепта, баве и различитим логистичким делатностима потребним за стварање филма: распоредима, буџетима и ангажовањем уметничког кадра. Они своја идејна уметничка решења (у форми скица или планова) предају уметничким директорима (енгл. *art director*) који управљају процесом реализације сценографије руководећи уметничким одељењем (енгл. *art department*) које се састоји од цртача (енгл. *draftsman*), концепт цртача (енгл. *concept artist*), графичких дизајнера, израђивача реквизите (енгл. *props department*), градитеља (енгл. *construction crew*), сет декоратера и других.

<sup>31</sup> Деси Луис Ласки (Jesse Louis Lasky, 1880-1958) је био један од оснивача студија „Парамоунт пикчерза“. Према неким извештајима, он је откупио права на Беласкове представе и Баклендове услуге су биле део договора.

Од Баклендове инаугурације, сви „креативно-визуелни-менаџери“ у Холивуду су називани „арт директорима“. Тај термин ће се користити наредне две декаде пре него што је изглед уметничког одсека промењен заувек. Промена парадигме је почела 1939. године у време „Златног доба америчког студијског система“. Баклендов ученик Вилијам Камерон Мензијес (William Cameron Menzies 1896-1957) поставља нови стандард визуелне иновативности, филмом *Прохујало са вихором* (енгл. *Gone with the wind*) где је својим детаљним концепт скицама и књигом снимања то јест сторибордовима водио цело снимање филма. Продуцент филма Дејвид О. Селзник (David O. Selznick) је наградио Мензијесов напор да руководи детаљно сваким визуелним сегментом филма, дајући му титулу „дизајнер продукције“ (енгл. *Production designer*) то јест „сценограф“.<sup>32</sup> Иако је за свој допринос филму *Прохујало са вихором* добио *Почасну награду Академије за Изванредно постигнуће у употреби боја за побољшање драмског расположења* 1940. године<sup>33</sup>, Мензијес је већ тада имао две награде *Оскар* и то за филмове *Голубица* (енгл. *The Dove*, 1927) и *Олуја* (енгл. *Tempest*, 1928), ово су иначе биле прве две награде *Оскар* додељене за арт дирекцију, икад. Године 1940. ради на филму *Лопов из Багдада* (енгл. *The Thief of Bagdad*)<sup>34</sup> где се први пут користи „плаво платно“ (енгл. *blue screen* или *chroma-key* процес).<sup>35</sup>



Прилог 2.17. Кадар из филма *Прохујало са вихором*, Виктора Флеминга, 1939.



Прилог 2.18. Сценографија филма *Доктор Живаго*, Дејвида Лина, 1965.

<sup>32</sup> Rizzo, Michael, *The art direction handbook for film*, Burlington, Elsevier, 2005, 9.

<sup>33</sup> Годину дана пре тога *Оскара* за арт дирекцију за исти филм добија његов колега Лајл Р. Вилер (Lyle R. Wheeler).

<sup>34</sup> Римејк истоименог филма из 1924. године Дагласа Фербанкса (Douglas Fairbanks) на ком је Мензиес такође радио сценографију

<sup>35</sup> *Хрома кијевање* је техника визуелних ефеката и пост продукције, где се две или више слика или видео клипова слажу (енгл. *layering*) заједно на основу нијанси боја (енгл. *chroma range*). Ова техника се користи у многим ситуацијама где треба уклонити позадину са фотографије или видеа и заменити је нечим другим, највише се користи у вестима, филмовима и у индустрији видео игара.

Треба поменути и Сидрика Гибонса (Cedric Gibbons 1890-1960) јако утицајног сценографа раних формативних година масовно дистрибуираних филмова. Он је надгледао изглед свих *МГМ-ових* (енгл. *Metro Goldwyn Meyer*) филмова, од првих 1924. до 1956. кад је отишао у пензију. Још пре *МГМ-а*, док је радио за Семјуела Голдвина (Samuel Goldwyn) између 1918-1924, Гибонс је инсистирао на тродимензионалним сетовима уместо равних бојених кулиса које су биле фаворизоване у то време. Такође је јако утицао на позоришну сценографију између 1930-1950. Гибонсов уговор са МГМ-ом је предвиђао да за сваки филм који студио објави он добије заслугу арт директора, тако да је током година добио заслуге за око хиљаду и петсто филмова, од којих је за сто педесет, директно заслужан. Од тридесет девет номинација за награду *Оскар* освојио је једанаест, чинећи га најодликованијим арт директором у историји *Академије*. Он је такође био један од тридесет и шест оснивача *Академије филмских уметности и наука* (енгл. *Academy of Motion Pictures Arts and Sciences*) а дизајн статуе *Оскар* је осмислио 1928. године. Након посете Паризу и *Међународне изложбе савремене декоративне и индустријске уметности* (франц. *Exposition des Arts Décoratifs et industriels modernes*) 1925. године, своју страст за Арт-Декоом Гибонс почиње да интегрише у своја сценографска решења стварајући сјајне луксузне собе, светла, јарке дизајне који су типизирали *МГМ-ове* филмове.<sup>36</sup>

Џон Бокс (John Allan Hyatt Vox, 1920-2005) је такође један од пионира ког треба споменути. Бокс је био мајстор илузија, колеге са филма су му дала надимак „мађионичар“. Сцена са „Леденом палатом“ у филм *Доктор Живаго* (енгл. *Doctor Zhivago*) из 1965. године је заправо снимљена у шпанској пустињи Алмерија у сред лета, а за цео изглед залеђене палате је коришћен восак. За филм *Лоренс од Арабије* (енгл. *Lawrence of Arabia*) из 1962. године, такође сниман у Шпанији, Бокс је обојио пустињу у црно да би допринео композицији кадра доласка Омара Шарифа из фатаморгане. Чак је пред крај живота, са својих 75 година на свом последњем филму *Први витез* (енгл. *First Knight*) из 1995. почео да користи *компјутерски генерисане слике* (енгл. *Computer Generated Imagery* или скраћено, *CGI*).<sup>37</sup>

Како се филмска технологија развијала тако су и сценарији постајали амбициознији а са њима и сценографија која је требала да визуелно испрати све захтеве, тако да се већ тада, за јако кратко време развијају технике које се и данас користе, неке

---

<sup>36</sup> Fionnuala, Halligan, нав. дело, 76-77.

<sup>37</sup> Исто, 44 - 45.

и даље аналогно док су друге постале дигиталне. Донедавно, филмски студији су имали дефинисане буџете за стварање оваквих сценографија и ефеката поготово ако се ради о историјским или научно-фантастичним филмским спектаклима, а прелазак на дигиталне медије доноси радикалне промене за целу филмску индустрију. У пракси то претпоставља да како се традиционална филмска технологија замењује дигиталном тако се редефинише и логика процеса стварања филмова. Појавом нових технологија, рад није постао лакши и бржи за обављање, већ је постао ефикаснији са мање ограничења, а истовремено захтевнији па се отворила могућност повећања количине посла и појава нових стручних профила. У случају сценографије, успоставили су се алтернативни избори, уместо столара, опрему могу извести 3Д моделари, мат сликаре могу заменити дигитални мат сликари, шминкере и сликаре замењују сликари текстура (*енгл. texture painter*) и тако даље. Посебно важну улогу имају *дигитални уметници специјалних ефеката* (*енгл. VFX artist*) који могу заменити пиротехничаре и креирати сцене које су у реалности изузетно опасне или на граници изводљивости због низа материјалних и техничких ограничења. На пример снимање филма *Ратови звезда: Епизода 1 – Фантом прету* (*Star Wars: Episode I – The Phantom Menace*) Џорџа Лукаса из 1999. године је трајало шездесет и пет дана, док је пост продукција трајала наредне две године, зато што је деведесет и пет одсто филма било компјутерски генерисано.<sup>38</sup> Некада су пројекти толико захтевни да студији морају да траже *спољне услуге* (*енгл. outsourcing*) од других студија или самосталних радника (*енгл. freelancer*) за рад на одређеним секвенцама. Појавом и имплементацијом „виртуелне продукције“ (*енгл. virtual production*) у последњих неколико година делује да се сценографија на неки начин враћа у формат позоришне кутије, али само током снимања.

Неки експерти<sup>39</sup> прогнозирају да ће виртуелна продукција постати норма до 2026. године. Виртуелна продукција је новоформирана метода која користи многобројне компјутерске алатке да би комбиновала „живи снимак“ (*енгл. live footage*) и компјутерску графику у реалном времену. Филмски аутори и сарадници могу са више различитих локација пружити повратне информације у дигиталном (или физичком) окружењу члановима глумачке екипе која се физички налази на сету. Појам виртуелна продукција покрива широк спектар примена од пред-продукције и потпуно компјутерско

---

<sup>38</sup> Манович, Лев, Авангарда као софтвер – Од „нове визије” до нових медија, у *Метамедиј: избор текстова* (приређ: Дејан Сретеновић), Београд, Центар за савремену уметност- Београд, 2001, 88 – 97.

<sup>39</sup> Погледати: Koljonen, Johanna, *Nostradamus report: Transforming Storytelling Together 2021*: <https://goteborgfilmfestival.se/wp-content/uploads/2021/02/GFF21-nostradamus-web-pages-210212.pdf>, acc. 14.06.2021. at 14:40 PM

генерисаних и анимираних пројеката до „LED-осветљеног-зида“ са „у-камери“ визуелним ефектима које је прославила серија *Мандалоријан* (енгл. *The Mandalorian*).<sup>40</sup> Светска пандемија Ковид-19, је на неки начин убрзала имплементацију виртуелне продукције јер како су се студији почели затварати услед карантина тако се морао пронаћи алтернативни начин рада „на даљину“.

У есеју *Авангарда као софтвер – Нова авангарда*, Лев Манович наводи да и онда када користимо компјутер да бисмо нешто креирали, сачували и како би дистрибуирали културу, заправо се служимо техникама које су развиле авангарде двадесетих година прошлог века. Дакле уместо да компјутер буде само катализатор нових форми, он оснажава већ постојеће.<sup>41</sup>



Прилог 2.19. Виртуелна сценографија за серију *Мандалоријан*, 2019.

<sup>40</sup> Погледати: *The Virtual Production of The Mandalorian, Season One*, <https://www.youtube.com/watch?v=gUnxzVOs3rk>, acc. 14.06.2021. at 15:02.

<sup>41</sup> Лев, Манович, нав. дело, 62-63.

## 3. Виртуелна реалност

### 3.1 Дефиниција основних појмова

Виртуелна реалност се може дефинисати са два становишта, психолошког и техничког. Психолошки гледано, за разлику од свакодневне реалности, виртуелна реалност симулира делове виртуелног или имагинарног света и ослања се на имитацију и перцепцију. Људи поседују сензорне и перцептивне системе који скупљају и обрађују чулне податке да би формирали интерпретацију шта, где, када, зашто и како се нешто дешава. Ако би се овим сензорно-перцептивним системима представили подаци који нису заиста ту, али су довољно убедљиви, добио би се осећај реалности, иако је она суштински симулација.

Са техничког становишта, виртуелна реалност је компјутерски генерисана симулација окружења у којој корисник може да успостави интеракцију са вештачким тродимензионалним простором користећи специјалну електронску опрему, као што су наочаре са екранима или рукавице са сензорима.<sup>42</sup>

Да би виртуелна реалност била успешна, морају се испунити одређени параметри. Виртуелна реалност мора бити: **уверљива, имерсивна<sup>43</sup>, да поседује сензорску узајамност и да буде интерактивна.<sup>44</sup>**

#### 1. Уверљивост:

Корисник мора да има осећај „као да је тамо“, то јест тродимензионални виртуелни свет или виртуелни амбијент мора бити уверљив. Корисник приступа компјутерски симулираном свету који представља перцептуалне стимулансе за њега, унутар кога може манипулисати моделованим елементима и на тај начин доживети висок степен теле-присуства. Такви моделовани светови и њихова интерна правила могу произаћи из стварности или маште. Пример правила су гравитација, топографија, покрети у реалном времену-акције или комуникација. Зависно од потреба виртуелни свет може бити састављен од реалних или апстрактних објеката.<sup>45</sup>

---

<sup>42</sup> Шиђанин, Предраг и Јелена Плавшић, *Имерсивна виртуелна реалност*, [https://educons.edu.rs/wp-content/uploads/2020/05/IMERSIVNA-VIRTUELNA-REALNOST\\_2019\\_2020.pdf](https://educons.edu.rs/wp-content/uploads/2020/05/IMERSIVNA-VIRTUELNA-REALNOST_2019_2020.pdf), ас. 15.06.2021. at 09:38.

<sup>43</sup> *Имерсивно (срп. утонуће)* да би се постигао осећај *утонућа* или присутности, ВР мора да утиче на једно или више чула комбинацијом уверљивости и интерактивности.

<sup>44</sup> Barr, Craig, *Virtual reality Foundations* [онлајн курс], епизода: 2, трајање: 02:23 минута, LinkedIn Learning, Јун 2017.

<sup>45</sup> Шиђанин, Предраг и Јелена Плавшић, нав. дело, ас. 16.06.2021. at 15:51.

## 2. Имерсивност (утоњуће):

Осећај физичке присутности или *утоњућа* у не-физичком то јест виртуелном свету се постиже коришћењем специјалне опреме, као што су виртуелне наочаре то јест „екрани који се монтирају на главу“ (*енгл. head mounted display, или скраћено HMD*)<sup>46</sup>. Постоје два нивоа *утоњућа*; **ментално**, где корисник упада у стање дубоког ангажовања, одбацује неверицу, укључује се и постаје учесник са пуним осећајем присутности и **физичко** где се кориснику синтетички стимулишу телесни сензори путем коришћења технологије као што су хаптичке направе (*енгл. haptic device*), на пример рукавице које симулирају осећај додира или друге сензорне направе. Тешко је наћи заједничку меру виртуелне симулације јер утоњуће доста варира међу људима. Степен у коме виртуелно окружење верно репродукује стварност утврђује степен суспензије или одсуство неверице. Што је већа суспензија због неверице то је већи степен присуства постигнут.<sup>47</sup>

Према Ернест В. Адамсу (Ernest V. Adams), аутору и консултанту за дизајн игара (*енгл. game design*), утоњуће се може поделити на три категорије<sup>48</sup>:

**Тактилно утоњуће** је искуство које играч добија када обавља одређене радње које укључују тактилне вештине; **стратешко утоњуће** се повезује са менталним изазовом, на пример шахиста доживљава стратешко утоњуће када одабира тачно решење од широког спектра могућности и **наративно утоњуће** настаје када се корисник „увлачи“ у причу, сличан је осећају који се доживљава док се чита књига или гледа филм.

Staffan Bjork и Jussi Holopainen у књизи *Patterns in Game Design*<sup>49</sup>, деле *утоњуће* у сличне категорије, али их зову **сензорно-моторичко утоњуће**, **когнитивно утоњуће** и **емотивно утоњуће**. Поред ових, они додају и нову категорију, **спацијално** то јест **просторно утоњуће**, које настаје када корисник осећа да је симулирани свет перцептивно убедљив, то јест корисник осећа да се он или она заиста налази „тамо“ и да симулирани свет се осећа и изгледа „реално“. Наочаре за виртуелну стварност то јест HMD-ови могу произвести унутрашњи осећај присутности у симулираном свету, облик овакве просторне уроњености назива се **присуство** (*енгл. presence*). Према *Окулус ВР-у* (*енгл.*

---

<sup>46</sup> Екрани који се монтирају на главу или *Head Mounted Display* скраћено *HMD* је уређај који се користи за визуелну и слушну узајамност. Овај апарат у себи има уграђене стереоскопске екране и слушалице и сензоре за праћење физичке позиције самог апарата. HMD-ом је загарантовано утоњуће у компјутерски генерисано окружење.

<sup>47</sup> Шиђанин, Предраг и Јелена Плавшић, нав. дело, ас. 16.06.2021. at 17:40.

<sup>48</sup> Adams, Ernest, *Postmodernism, and the Three Types of Immersion*, [http://designersnotebook.com/Columns/063\\_Postmodernism/063\\_postmodernism.htm](http://designersnotebook.com/Columns/063_Postmodernism/063_postmodernism.htm), ас. 14.06.2021. at 19:14.

<sup>49</sup> Bjork, Staffan и Jussi Holopainen, *Patterns in Game Design (Game Development Series)*, ?, Charles River Media, 2004.



*Oculus VR* - произвођач HMD-ова), технолошки захтеви за постизање овог унутрашњег осећаја су: ниска латенција<sup>50</sup> (енгл. *low latency*) и прецизно праћење покрета (енгл. *motion tracking*).

Мајкл Ејбраш (Michael Abrash) из компаније „Валв“ (енгл. *Valve*) на конференцији *Steam Dev Days*, 2014. године је представио следеће потребе које морају бити задовољене за успостављање присутности то јест *утоњућа*. Када су ове потребе испуњене оне такође смањују осећај мучнине од кретања (енгл. *motion sickness*).<sup>51</sup>

- **Велика ширина видног поља** (енгл. *Field of view*) је очигледно потребна да би корисник имао осећај *утоњућа*, такође обезбеђује визуелне знакове који су важни за покрет, равнотежу и свест о околини. Присуство почиње да има ефекат на отприлике осамдесет степени ширине видног поља. Ефекат је снажнији ако угао пређе сто десет степени.

- **Резолуција екрана** је посебан проблем зато што сочива, која шире угао видног поља такође шире то јест увећавају пикселе екрана. Да би слика била „оштрија“ адекватна резолуција екрана треба да буде прогресивних<sup>52</sup> хиљаду осамдесет пиксела или 1080р, са идејом да ова резолуција у будућности порасте и до 2160р.

- **Кратко трајање или перзистенција пиксела** (енгл. *Low pixel persistence*) је дужина времена колико пиксел остаје осветљен. Овај параметар није толико битан за телевизор, мобилне телефоне или мониторе али је битан за ВР због јако брзег померања очију у односу на HMD. Људско око поседује рефлекс, такозвани окуловестибуларни рефлекс<sup>53</sup> који у комбинацији са дужом перзистенцијом пиксела даје мутне и размазане слике преко мрежњаче када се око креће. Да се ово не би дешавало перзистенција пиксела треба трајати три милисекунде или краће.

- **Висока фреквенција освежавања екрана** (енгл. *Refresh rate*)<sup>54</sup> када се перзистенција пиксела смањи фреквенција освежавања екрана се мора повећати. На шездесет херца, слике са смањеном перзистенцијом пиксела имају тенденцију да

---

<sup>50</sup> Латенција - Време од почетка деловања стимулуса до реакције на његов пријем.

<sup>51</sup> Abrash, Michael, *What VR Could, Should, and Almost Certainly Will Be within Two Years (Steam Dev Days 2014)*, <https://www.youtube.com/watch?v=G-2dQoeqVV0>, acc. 15.06.2021. at 10:47.

<sup>52</sup> Difference Between Interlaced and Progressive Video, <https://www.synopi.com/interlaced-and-progressive-video>, acc. 21.06.2021. at 11:21.

<sup>53</sup> Окуловестибуларни рефлекс стабилизује поглед током кретања главе и очију због активирања вестибуларног система. Рефлекс стабилизује слику на мрежњачи ока током кретања главе, поглед се држи стабилно у месту тако што се око креће у супротном смеру кретања главе. На пример, када се глава окреће на десно, очи се померају у лево, што значи да ће слика коју особа види остати иста иако се глава окренула.

<sup>54</sup> Фреквенција освежавања екрана представља број приказаних сличица у секунди, изражава се у херцима. Стандардни монитори приказују то јест „освежавају“ шездесет сличица у секунди.

трепере. Да би се решио овај проблем HMD-ови имају фреквенцију освежавања од деведесет херца и више. Важно је знати да осећај *утонућа* трпи када брзина „рендеровања“ (то јест писања сличица од стране компјутера на екране HMD-а) није усаглашена са брзином освежавања сличица. Стандардна брзина филма износи двадесет четири сличице у секунди. VR захтева брзину од деведесет *рендерованих* сличица у секунди и више.

- **Глобални екран** (*енгл. Global display*), где се сви пиксели осветљавају истовремено.

- **Оптика** - тренутно се за екране HMD-а користе телефонски екрани са увеличавајућим сочивима да би се постигао оптимални угао ширине видног поља. Због захтева које намеће ширина видног поља и индустријски дизајн тренутно је могуће само имати једно или два сочива за по једно око. То није довољно за стварање идеалне слике за гледање у VR-у. Да би се решили проблеми хроматске аберације<sup>55</sup> и дисторзије потребно је имати више сочива у систему. Такав систем сочива би тежио негде око четири килограма (за оба ока) и највеће сочиво у систему би имало пречник од тридесетак центиметра, тако да идеална оптика за VR тренутно не постоји и није могућа.

- **Оптичка калибрација** је јако важна и представља веома тежак изазов, јер људски визуелни апарат је јако осетљив на мање грешке посебно у случају покрета и равних линија. Виртуелна слика која изгледа савршено када је особа статична може да крене да се мрешка када особа помери главу лево-десно. Ово ремети осећај *утонућа* и може моментално да створи осећај мучнине.

- **Праћење** (*енгл. Tracking*) – визуелни материјал мора бити презентован тако да га перцептуални систем прихвати а то захтева прецизно праћење главе то јест HMD-а који се налази на глави, који саопштава translацију позиције у осама x, y и z као и оријентацију. Осећај присутности то јест *утонућа* се постиже тачношћу праћења од једног милиметра у позицијама и четвртинама степена оријентације у простору са странама не мањим од једног и по метра.

- **Мало кашњење** (*енгл. Low latency*) – виртуелна слика мора бити на правом месту у право време, то значи да латенца мора бити јако ниска, мерећи време од кретања главе до времена емитовања последњег фотона због тог кретања. Латенца то јест кашњење од двадесет милисекунди или мање је прихватљиво, али ако се праг од двадесет

---

<sup>55</sup> Хроматска аберација је оптичка мана због које се светлосни зраци различите таласне дужине фокусирају на различитим тачкама дуж оптичке осе сочива.

милисекунди пређе, људски перцептуални систем више није уверен да гледа у „реалност“.

Да би виртуелна реалност била уверљива и да би се постигао осећај присуства сви поменути услови морају бити испуњени. Треба такође поменути да је за сву обраду улазно-излазних података виртуелне стварности потребан веома моћан рачунар. Као што је већ наведено, дефиниција термина „утонуће“ је обимно и променљиво и зависи од много фактора. Технологија виртуелне реалности је тренутно у фази развоја чији је циљ да симулира реалне ефекте у виртуелној средини, као што су ветар, вибрације и слично. Да би се створио потпуни осећај *утонућа* свих пет чула у виртуелни свет, опажаји дигиталног окружења морају бити физички потпуно реални. Технологије чулних утонућа могу преварити чула: визуелно (помоћу панорамског 3Д екрана), слушно (помоћу окружујућег звука), тактилно (помоћу хаптичких рукавица), мирисно и густационо (реплицирајући укусе и мирисе).

### **3. Сензорска узајамност**

По дизајну виртуелна реалност би требала да пружи кориснику што већу слободу да истражује окружење на сличан начин као што би истраживао нову собу у реалном свету. Да би ово било могуће услов сензорске узајамности (*енгл. sensory feedback*) мора бити испуњен тако да корисник има потпуну контролу сопственог позиционирања унутар виртуелног простора. Већина ВР система користе сензоре за калибрацију позиционирања (*енгл. position tracking*) који обезбеђују прецизно праћење и контролу покрета корисника, из безбедносних разлога а и да би му/јој омогућили осећај потпуне контроле кретања по угледу на реалан свет.

Сензорска узајамност поред осећаја позиционирања у виртуелном свету може још бити:

- **Визуелна**

Видно поље корисника у виртуелном свету би требало да буде слично или исто видном пољу које корисник има у реалном свету. Као што је већ поменуто у најбољем случају видно поље би требало да обухвата угао од око сто десет степени, да би корисник био у стању да види целину окружења.

- **Слушна**

Као и визуелна, тако и слушна сензорска узајамност треба да подржава физичке законе који владају у реалном окружењу. Као на пример када се корисник приближава неком звучном објекту (грамофону који свира) тај звук треба да буде гласнији, а тиши кад корисник крене да се удаљава.

#### •Хаптичка

Могућност да корисник при додиривању објеката у виртуелном простору добије осећај осликавања величине, тежине и форме објекта као да је у стварном свету. Ову сензацију је могуће постићи употребом виртуелне рукавице (*енгл. virtual glove*), која може да створи хаптички и тактилни осећај код корисника.<sup>56</sup>

#### 4.Интерактивност:

Виртуелни свет мора одговарати корисничким покретима. То значи да поред кретања по виртуелном простору, корисницима треба омогућити да подижу, премештају или бацају виртуелне тродимензионалне објекте. Ове интеракције треба да произведу слично искуство у виртуелном свету као што би се очекивало у реалном свету.<sup>57</sup>

### 3.2 Историја виртуелне реалности

Иако се почетак технолошког развоја виртуелне реалности може позиционирати негде на крај 19. века, филозофски гледано, појам виртуелне реалности и реалности је доста старији. Платон је још око 380. године п.н.е. описао илузију која је интерпретирана као реалност. У Платоновој „Држави“ (*грч. Πολιτεία, Politeia*) је представљена „алегорија пећине“ то јест „мит о пећини“ где Платон описује људе који, почевши од детињства, у оковима, проводе живот у пећини, посматрајући сенке различитих кипова људи, животиња и других артефаката пројектоване на зид. Пошто су ти људи имобилисани и могу видети само сенке објеката, те сенке постају њихова реалност.

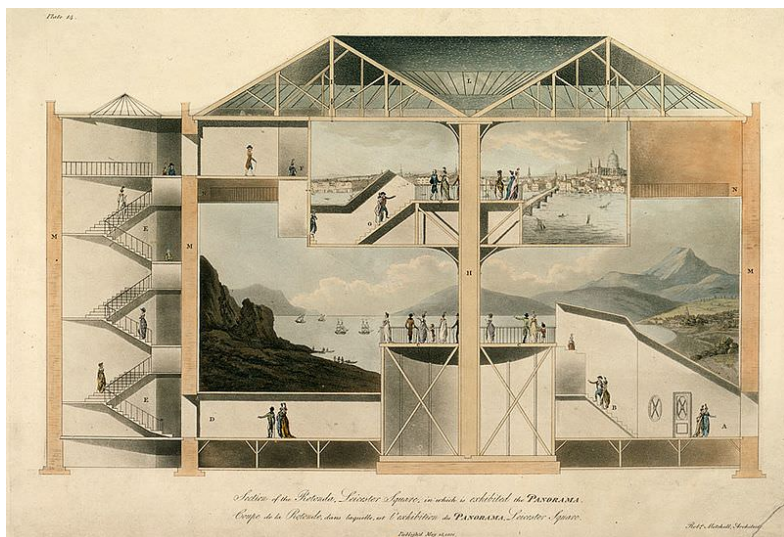
Током ренесансе, уметници уверљиво приказују тродимензионалне просторе на дводимензионалним површинама. Роберт Баркер (Robert Barker) 1787. године патентира поступак помоћу којег се панорамски изглед може насликати на потпуно кружном платну у исправној перспективи.<sup>58</sup> Ови панорамски прикази различитих тема (историјска битка, далеки егзотични предели и слично) би створили осећај присутности код посматрача. Панораме су биле јако популарне током 1800-их а неки теоретичари их сматрају директним претечама ВР-а.

---

<sup>56</sup>Шиђанин, Предраг и Јелена Плавшић, нав. дело, асс. 16.06.2021. at 16:08.

<sup>57</sup> Исто, асс. 16.06.2021. at 16:08.

<sup>58</sup> Грау, Оливер, Виртуелна уметност (прев. Ксенија Тодоровић), ?, Clío, 2008, 73.



Прилог 3.1. Пресек кроз *Лејкастер сквер (Leicester Square)* ротонду у којој су се приказивале панораме, Роберт Мичел (Robert Mitchell), 1801.



Прилог 3.2. *Сензорам*, Мортон Хилига, 1962.

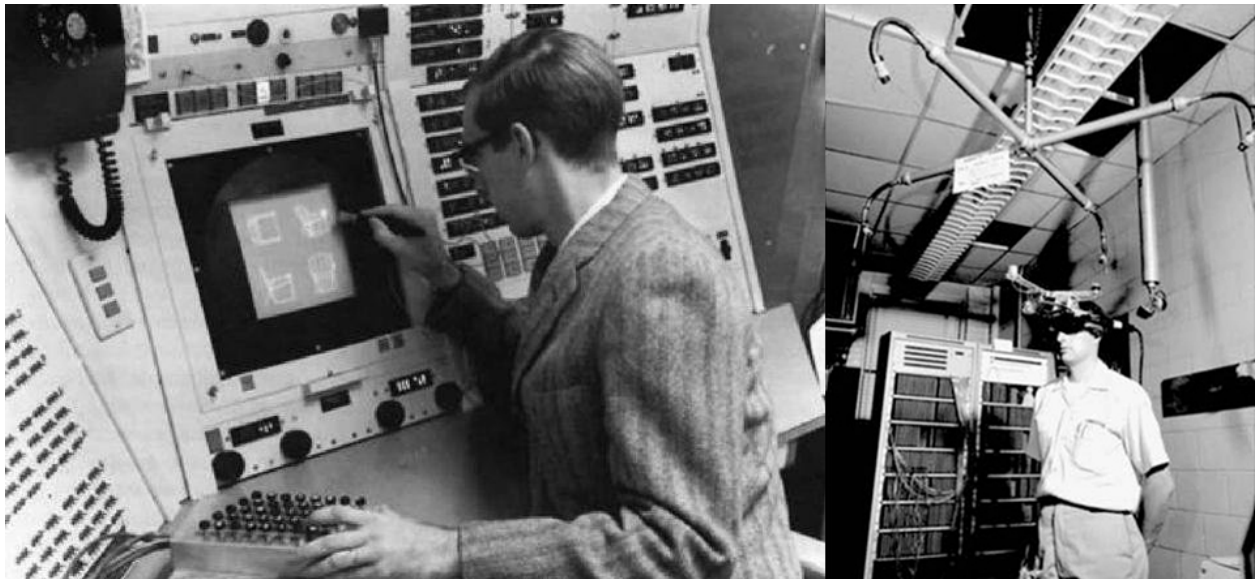
Да би се створила илузија слична панорами али компактнијег формата и да се истовремено искључи све што из окружења може да одврати пажњу гледаоца, енглески научник Чарлс Витстон (Charles Wheatstone) 1838. године израђује стереоскоп. Користећи људску физиолошку способност двогледне паралаксе, апарат помоћу два сочива на истом размаку једно од другог као и два људска ока, спаја две слике снимљене с позиција које су незнатно удаљене једна од друге. Стереоскопски ефекат се ствара помоћу система огледала и посматрачу ствара утисак простора и дубине.<sup>59</sup> Претече виртуелне реалности се могу видети и у првим направама за појединачну конзумацију филма, као на пример Едисонов и Диксонов кинетоскоп из 1890. године.

Едвин Линк (Edwin Link), 1929-те развија први механички симулатор летења који постаје кључно помагало у тренирању савезничких пилота током Другог светског рата.

Мортон Хилиг (Morton Heilig) 1950. године развија идеју о *Театру искуства (енгл. Experience Theatre)* које би могло на ефикасан начин да обухвати сва чула, увлачећи пажњу гледаоца ка активностима на екрану. Он затим 1956. развија прву машину за генерисање вештачких чулних сензација као и први HMD. Касније, 1962. године патентира „Сензораму“ (енгл. *Sensorama*), механички уређај који је пуштао пет кратких стереоскопских филмова у ком су гледаоци уз аудио-визуелни материјал могли да искусе и вештачки мирис, ветар и вибрације.

Иван Сатерланд (Ivan Sutherland), 1962. године развија *Скечпад (енгл. Sketchpad)* рани компјутерски систем за цртање *светлосном оловком (енгл. light pen)*, кључни

<sup>59</sup> Исто, 141.



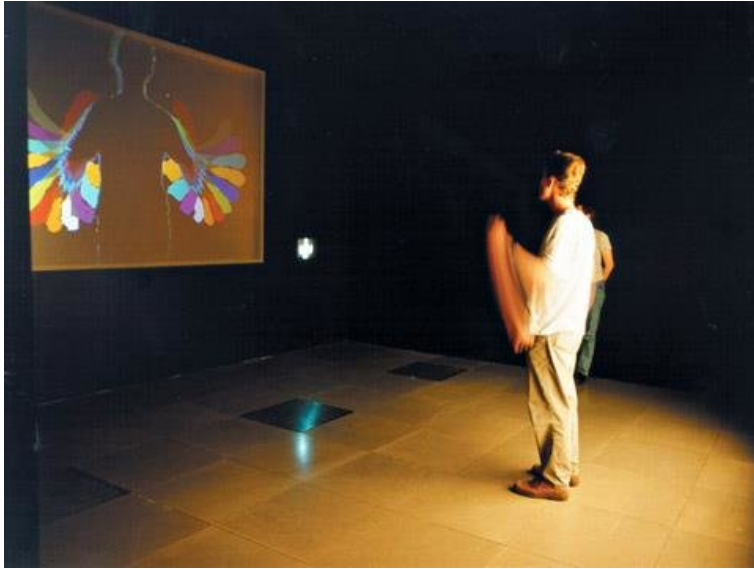
Прилог 3.3. *Скечпед и Дамоклов мач*, Ивана Сатерленда

проналазак за развијање *компјутерских слика у реалном времену* (енгл. *real time computer graphics*). Након *Скечпед*а, уз помоћ својих студената развија први HMD то јест „на глави монтирани дисплеј“ са стереоскопском сликом за потребе виртуелне реалности. Ова рана верзија HMD-а је приказивала виртуелне тродимензионалне облике у форми жичаних модела (енгл. *wireframe model*). Апарат је био толико тежак да је био ношен са плафона, зато је и носио име *Дамоклов мач* (енгл. *Sword of Damocles*).

Компјутерски научник Марјон Кругер (Myron Krueger), 1970-их отвара *Видеоплејс* (енгл. *Videoplace*), истраживачку лабораторију за виртуелну реалност, а 1983. године смишља термин „вештачка реалност“ (енгл. *artificial reality*).

Џарон Ланијер (Jaron Lanier) је пионир VR-а, он први користи израз „Виртуелна реалност“ а 1985. оснива „*ВПЛ Рисрч*“ (енгл. *Visual programming language* или скраћено *VPL*) фокусирајући се на комерцијализацију технологије виртуелне реалности, фирма је неко време напредовала али 1990. Џарон је морао да прогласи банкрот.

Романи и филмови су у то време такође популаризовали ову нову тек комерцијализовану технологију. Амерички писац Вилијам Гибсон (William Gibson) зачетник научно-фантастичног суб-жанра „сајберпанк“ (енгл. *cyberpunk*), 1982. објављује кратку причу *Брнинг хром* (енгл. *Burning Chrome*) где се први пут користи израз *сајбер простор* (енгл. *cyberspace*). Даљом употребом овог термина у његовом роману *Неуромансер* (енгл. *Neuromancer*) из 1984. овај појам постаје толико популаран да се током 90-их, интернет назива сајбер простором. Филм *Матрикс* (енгл. *The Matrix*, 1999) браће (данас сестре) Вачковски је инспирисан овим романом. Други филмови који су популаризовали концепт виртуелне реалности су: *Брејнсторм* (енгл. *Brainstorm*, 1983),



Прилог 3.4. *Видеоплејс*, Марјона Кругера



Прилог 3.5. *Виртуалити*, Џонатана Балдерна

*Лонмоуер ман* (енгл. *Lawnmower man*, 1992) *Виртуосити* (енгл. *Virtuosity*, 1995) и *Стрејнџ дејс* (енгл. *Strange days*, 1995).

Џонатан Валдерн (Jonathan Waldern) је 1990. представио први полу-успешни ВР систем - *Виртуалити* (енгл. *Virtuality*). Ово је био први напредни виртуелни систем који се користио за аркадне игре. Поседовао је НМД са стереоскопским екранима, звуком и хаптичким рукавицама али и цену од двадесет до тридесет хиљада фунти по систему.

*Виртуалити*, као и други ВР системи тог времена су у најбољем случају били полу-успешни. „Хајп“ је надмашио технологију и интересовање за ВР системима нагло опада. *Нинтендов*, *Виртуал бој* (енгл. *Nintendo, Virtual Boy*) који је изашао 1995. је проглашен „комерцијалним промашајем“, чак након неколико спуштања цена производа. Развој компјутерске технологије је ишао у корак са „Муровим законом“<sup>60</sup> и док је медијски публицитет бледео, напредак се остваривао на развоју високо буџетних апликација у ауто и авио индустрији, истраживачким центрима и на универзитетима. Један од успешнијих пројеката је био систем *Кејв* (енгл. *CAVE*) то јест *Пећина*, чије име је дато по узору на већ поменути Платонову алегорију. Овај систем је развијен на Универзитету Илиноис у Чикагу у *Лабораторији за Електронску Визуелизацију*, 1992. године од стране Каролине Круз Неира (Carolina Cruz-Neira), Данијела Ј Сендина (Daniel J. Sandin) и Томаса А. ДеФантија (Thomas A. DeFanti). То је први „коцкасти“ визуелни простор са мулти пројекцијским окружењем без НМД-а у коме корисници могу између

<sup>60</sup> Муров закон гласи да се снага рачунара удвостручује приближно сваких 18-24 месеца. Добио је име по Гордону Муру (Gordon Moore), једном од оснивача *Интела* (енгл. *Intel*).



Прилог 3.6. *Кејв систем*, Каролина Круз Неира и други, 1992.



Прилог 3.7. *Окулус Рифт*, Палмер Лакија, 2011.

осталог да виде своје тело као и друге људе околу. Након петнаест година развоја, технологија ВР-а прелази из разочарења у напредак.

Палмер Лаки (Palmer Luckey) 2011. године у гаражи својих родитеља развија *Окулус рифт* (енгл. *Oculus Rift*), НМД домаће радиности. Три године касније компанија Фејсбук (енгл. *Facebook*) откупљује Окулус рифт за три милијарде долара. Наредних година компанија Сони (*Sony*) развија *Морфеј ВР систем* (енгл. *Morpheus VR*, за *PS4* конзолу за видео игре), *Гугл* (енгл. *Google*) пласира *Кардбоард* (енгл. *Cardboard*) а тајванска фирма *HTC* почиње производњу свог НМД система. Виртуелна реалност данас има различите примене, у грађевинарству, археологији, медицини, едукацији, производњи, дизајну и наравно забави, тренутно најраспрострањенијој грани ВР технологије. Развијањем нових компјутерских и НМД компоненти (енгл. *hardware*), софтвера (енгл. *software*) као и успон Ковид-19 рестрикција 2020-те, продаја виртуелних система је у порасту. Према *Гранд Вју Рисрч* (енгл. *Grand View Research*), глобално тржиште ВР-а ће порасти на шездесет девет милијарди долара до 2028. године.<sup>61</sup>

<sup>61</sup> Virtual Reality Market Growth & Trends, <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-virtual-reality-vr-market>, acc. 18.06.2021. at 12:28.



### 3.3 Типови виртуелне реалности

Као што је већ наведено, виртуелна реалност је у потпуности дигитално, тродимензионално компјутерски генерисано окружење. За разлику од традиционалних корисничких интерфејса који омогућавају само гледање екрана, ВР омогућава кориснику да закорачи у искуство, да буде урођен и да врши интеракцију са тродимензионалним светом који може симулирати реалност или се може у потпуности разликовати од стварног света.

Што бољом симулацијом чула као што су вид, слух и понекад и додир, компјутер представља портал у другачији нови свет. Једина ограничења виртуелног искуства су доступност садржаја и снага компјутерске конфигурације. Иако је тешко класификовати све ВР системе, већина конфигурација спада у три основне категорије зависно од тога колики степен утонућа то јест имерсивности пружају. Данас постоје три примарне категорије симулација виртуелне реалности: **не-имерсивна**, **полу-имерсивна** и **потпуно-имерсивна**.

**Не-имерсивна** виртуелна искуства се занемарују као категорија виртуелне реалности јер се већ често користе у свакодневном животу. Ова категорија обезбеђује рачунарски генерисано окружење, али омогућава кориснику да остане свестан и да контролише своје физичко окружење. Не-имерсивни системи виртуелне реалности ослањају се на рачунаре или конзоле за видео игре, екран и *улазне уређаје* (енгл. *input devices*), тастатуре, мишеве и друге контролере. Компјутерска игра из првог лица је сјајан пример не-имерсивног ВР искуства.

**Полу-имерсивна**, као што само име сугерише пружа корисницима делимично виртуелно окружење, то јест корисници ће имати осећај да су у другој реалности када се фокусирају на дигиталну слику али ће такође имати могућност да остану повезани са физичким окружењем. Полу-имерсивна технологија пружа реализам помоћу *много-деталне тродимензионалне графике* (енгл. *high detail 3D graphics*), која може бити повезана са екраном (једним или неколико) или пројекцијским системом великих размера. Овакви системи су по много чему слични *Ајмекс позориштима* (енгл. *IMAX theatre*). Користећи велику ширину видног поља ови системи повећавају осећај утонућа то јест присуства. Зато пројектована слика мора бити квалитетна, високе резолуције и без дисторзије, али да би се ово постигло потребно је користити више пројектора одједном што повећава цену целог система. Поред већег осећаја урођености од не-имерсивних искустава, полу-имерсивни системи могу омогућити и мулти-корисничка

виртуелна искуства, а помоћу специјалних наочара се може постићи и стереоскопска слика. Међутим, наместити систем пројекционих платна је доста теже а и скупље од система са обичним десктоп екранима. Поред тога ови системи имају проблем са тренутним уређајима за интеракцију као и проблем примене.

За симулацију вожње аутомобила могуће је направити реплику ентеријера возила са све контролном таблом, воланом, папучицама и мењачем и испред поставити три велика екрана која ће да обухвате видокруг корисника. Ово је прихватљиво јер се симулатор не користи ни за једну другу апликацију, али проблем настаје када се узме у обзир да полу-имерсивна инсталација може имати вишеструку употребу која можда захтева другачије врсте интеракције. Дobar пример полу-имерсивног ВР искуства је већ поменути *Кејв* (енгл. *Cave*) систем.<sup>62</sup>

**Потпуно-имерсивни** системи пружају корисницима најреалније искуство симулације. Да би могао да искуси и интерактује са потпуно-имерсивном виртуелном реалношћу кориснику су потребне одговарајуће наочаре за виртуелну реалност или НМД. Стереоскопске ВР наочаре са широким видним пољем пружају садржај високе резолуције а у комбинацији са сензорима за праћење покрета и тактичким контролерима стварају имерсивно и веродостојно искуство. Оваква врста ВР-а се највише користи у забавне сврхе, али у последње време налази намену и у другим секторима, посебно у образовању.

Важно је споменути да ова три система немају тачно одређене границе имплементације, један систем може да се претвори у други, као на пример претварањем десктоп не-имерсивног система у потпуно имерсивни систем додавањем НМД-а.

---

<sup>62</sup> Types of VR system, <http://www.agocg.ac.uk/reports/virtual/37/chapter2.htm>, acc. 18.06.2021. at 16:54.

### 3.4 Технологија виртуелне реалности

Данашња виртуелна реалност је моћнија, компактнија и има више опција. Традиционалне форме визуелних елемената су компјутери који се ослањају на екране то јест мониторе за приказ и улазне уређаје као што су мишеви, тастатуре и оловке. Виртуелна реалност захтева употребу *апарата који се носе* (енгл. *wearable devices*), сензора за праћење положаја и кретања као и стерео слушалице за *окужујући звук* (енгл. *surround sound*).

Екран на глави или HMD је напредан уређај који је повезан са моћним рачунаром. Такође постоје и мобилне варијанте VR уређаја где мобилни телефон преузима улогу компјутера попут *Самсунг Гир VR* (енгл. *Samsung Gear VR*) или *Окулус квест* (енгл. *Oculus Quest*) који има интегрисан рачунар у самом HMD-у.

Сваки HMD се састоји од два екрана, један за свако око, на размаку од пет до седам центиметара. Такође поседује уграђене сензоре за праћење положаја и оријентацију главе. Да би ти сензори комуницирали и слали податке о позицији и ротацији, користе се екстерни сензори који се постављају у простор и повезују са компјутером. Стерео слушалице су невероватно важне за постизање потпуног утонућа, оне омогућавају гледаоцу да доживи звук од триста шездесет степени слично као у стварном свету. Ручни уређаји то јест контролери пружају корисницима интеракцију са виртуелним садржајем. Контролери уводе руке корисника у искуство, такође поседују сензоре за праћење покрета као HMD. Хаптичка опрема је носиви улазни уређај који пружа кориснику сензорну повратну информацију, а симулација додира се постиже применом вибрација и других сила на корисника путем уређаја. Већина VR контролера поседује системе са интегрисаним хаптичким одзивом у виду вибрација. Постоје и напреднији уређаји за хаптичке повратне информације попут прслука, кацига, рукавица или чак чизама које кориснику пружају физичку симулацију стварног света.

Уређаји за праћење очију су најновији додатак VR технологији. Практична примена ових система омогућава кориснику да одабере опције у менију или објекте у VR сцени користећи се својим очима. Међутим, највећа корист је пружање селективног приказивања заснованог на праћењу центра зенице. Овај процес се назива *фовејтед рендеринг* (енгл. *foveated rendering*) и драматично смањује количину детаља потребних у сцени. Ово резултира бољим графичким перформансама као и могућности употребе слабијих графичких картица за VR.

На крају треба поменути и компјутерски хардвер. ВР захтева моћне графичке процесне јединице то јест графичке картице (*енгл. GPU – graphic processing unit*) како би се обезбедиле брзе перформансе у реалном времену. Без брзог компјутерског хардвера корисници ВР су изложени застајкивању „сецкању“ и спорим перформансама што резултира мучнином и вртоглавицом то јест „виртуелном болешћу“ (*енгл. VR sickness*). Напредак у развоју компјутерских конфигурација помаже даљем развоју ВР-а и обрнуто. Како технологија побољшава хардвер тако се трошкови смањују и то омогућава већи приступ развоју ВР-а.

Из наведених примера се може извести закључак да филмска уметност као и виртуелна реалност поседује одређени низ правила и параметара који требају бити испуњени да би ова два медија била могућа. У наредном делу теоријског излагања биће презентован процес израде (*енгл. pipeline*) дигиталне сценографије и глумца као и имплементирање технологије ВР-а у сам процес а и конзумацију практичног дела докторског уметничког пројекта.

## **4. Израда практичног дела уметничког пројекта**

### **4.1 Преглед процеса израде**

Свака делатност садржи планиран ток и начин израде садржаја. У овом случају то је израда дигиталне сценографије и дигиталних глумца за виртуелно искуство које ће се касније користити за израду кратког филма. Као што је већ поменуто стварање филмског дела укључује различите департмане који по плану и програму, тимски у етапама извршавају одређене радње да би стигли до финалног циља а то је завршено филмско дело. Пошто је практичан део овог уметничког пројекта урађен од стране само једне особе, процес израде је морао бити што више могуће поједностављен и тачно одређен.

Све увек наравно почиње са идејом. Током рада у једном студију у Београду 2015. године, створила се жеља да се науче неки нови програми који би убрзали процес израде 3Д анимација за рекламе и филмове. Првобитна идеја је била само да се направи једно парче тродимензионалног ентеријера са циљем да буде приказано што реалније могуће, да би након тога било одлучено да се у тај простор додатно убади компјутерски генерисан карактер (у овом случају аутопортрет аутора) и да би на крају била осмишљена и цела прича за кратки филм, инспирисана већ поменутом урбаном легендом о браћи Лимијер. Пошто је компанија *Окулус*, годину дана касније избацила прву

комерцијализовану верзију свог HMD-а, идеји је додато да тај кратки филм постане интерактивни филм у виртуелној реалности.

Свеукупно, замисао је била следећа:

Направити интерактивни кратки филм у виртуелној реалности где ће се током процеса израде научити нови програми који ће припомоћи достизању приказивања реалности у дигиталном односно виртуелном формату и све то у склопу докторских студија на Факултету примењених уметности. Разлог зашто је презентован овај хронолошки ток развоја идеје је да би се стекао бољи увид у то колико првобитна идеја и жеља може да се разликује од завршеног пројекта.

Прво је осмишљен сценарио а идеална верзија кратког интерактивног филма би била презентована на следећи начин. Гледалац односно корисник виртуелног искуства би паралелно пратио две приче. Прва прича је смештена у 1948. годину у фиктивни студио браће Лимијер. Прича почиње са крупним кадром зеца који би гледао право у корисника виртуелног искуства. Након кратког фара уназад и зечијим трком ка улазним вратима студија, корисник би открио да се налази у екстеријеру односно у башти куће браће Лимијер. Осим симболичког елемента, улога зеца<sup>63</sup> у овом кадру је да усмери пажњу гледаоца ка вратима односно ка следећој сцени, ентеријеру студија. Сада би се позиција гледаоца променила и сад би се видео Огист, млађи брат Луја Лимијера. Корисник би пратио Огистово кретање кроз огроман простор студија. Огист би прво, налазећи се у дневном боравку студија, наместио грамофонску иглу на плочу која би отпочела музичку композицију која би трајала током целог кратког филма. Затим би кренуо ка малој кухињи која се налази у оквиру дневног боравка. У пролазу до кухињског дела корисник би приметио урамљене фотографије чланова породице Лимијер на зиду. Једна фотографија има црну ленту преко рама. Огист долази у кухињски део и узима кувало за воду и онда то кувало спушта на ватру која се налази поред, у великом камину. Овде би дошло до промене сцене. Гледалац би „одлетео“ уз димњак камина да би затим изашао из димњака парне локомотиве<sup>64</sup> која се креће пругом кроз алпске долине. Сада је гледалац у локомотиви али се сменом кадрова налази и ван ње. Током целог интерактивног филма би се смењивале сцене ентеријера (са Огистом који припрема чај,

---

<sup>63</sup> Реферише се на зеца из романа Луиса Керола (Lewis Carroll), *Алиса у земљи чуда* (енгл. *Alice's Adventures in Wonderland*) где бели зец увлачи Алису у имагинарни свет. У овом случају зец уводи гледаоца у виртуелно искуство.

<sup>64</sup> Осим *реза по сличности кадра* (енгл. *match cut*), пара из чајника и пара из локомотиве представљају кључни везни линк. Односно пара као друго агрегатно стање истог једињења, у смислу да је виртуелна реалност иманентни (неодвојиви) део објективне реалности, јер се дешава у њој.

намешта и покреће пројектор и биоскопско платно, велики дизел генератор, хидрауличне дизалице и друге направе) и екстеријера са парном локомотивом која јури кроз долину. Како се прича приближава крају тако би се пред корисником све брже и брже смењивале сцене екстеријера и ентеријера. Последња сцена би била у ентеријеру студија где би локомотива изашла из платна научно-фантастичног дизајна и где би се кориснику открило да је машиновођа локомотиве Огистов недавно преминули старији брат Луј, ког је Огист „оживео“ помоћу филма да би се подружили и попили по шољицу чаја. Другим речима филм чини људе бесмртним.

Ове две сцене које се смењују током кратког интерактивног филма чине јако занимљиве просторе за сценографско решавање. Екстеријер и ентеријер студија односно простор по ком се креће Огист је осмишљен тако да представља спој реалне, породичне куће браће Лимијер и фиктивног студија. Овај објекат односно филмски сет би се виртуелно налазио у шумском окружењу, јер би таква локација допринела атмосфери мистичности и тајности филмских експеримената који се ту обављају. Такође позиционирање објекта у сред шуме а не у градско окружење, олакшава 3Д изградњу студија јер се не мора обраћати пажња на моделовање околних грађевина, улица и других елемената који доприносе градском амбијенту. За дизајн екстеријера односно баште студија браће Лимијер као што је већ поменуто, користили би се архитектонски елементи њихове породичне куће у Лиону. Ова величанствена грађевина у *Art Нуво (франц. Art Nouveau)* стилу и њени раскошни детаљи би парирали сведеном изгледу фасаде студија која би по дизајну подсећала на старе фабрике викторијанског доба. Ентеријер студија чини једна велика издужена просторија која визуелно највише подсећа на фабричку халу или железничку станицу. Иако овај простор делује као једна непреграђена целина он је ипак подељен на сегменте односно зоне: прљаву пренатрпану лабораторију-радионицу са великим дизел генератором и филмском библиотеком на галерији, дневни боравак који буди осећај кућне атмосфере са великим камином, испред кога се налази велики кауч и фотеље у *Честерфилд (енгл. Chesterfield)* стилу и могло би се рећи, главна зона која заузима централну позицију у простору. Ова зона правоугаоног облика, на први поглед изгледа као стара задимљена биоскопска сала, јер су ћошкови овог простора испуњени тандем столицама на расклапање, стајаћим пепељарама и теписима који прекривају дрвени под који по дужини у себи има покретне елементе који покривају канал са тајном железничком пругом. Такође на једном крају овог простора је филмски пројектор а на другом је једна висока зарђала метална ограда на којој је монтирано биоскопско платно. Када ова зона односно биоскопска сала није испуњена многобројном

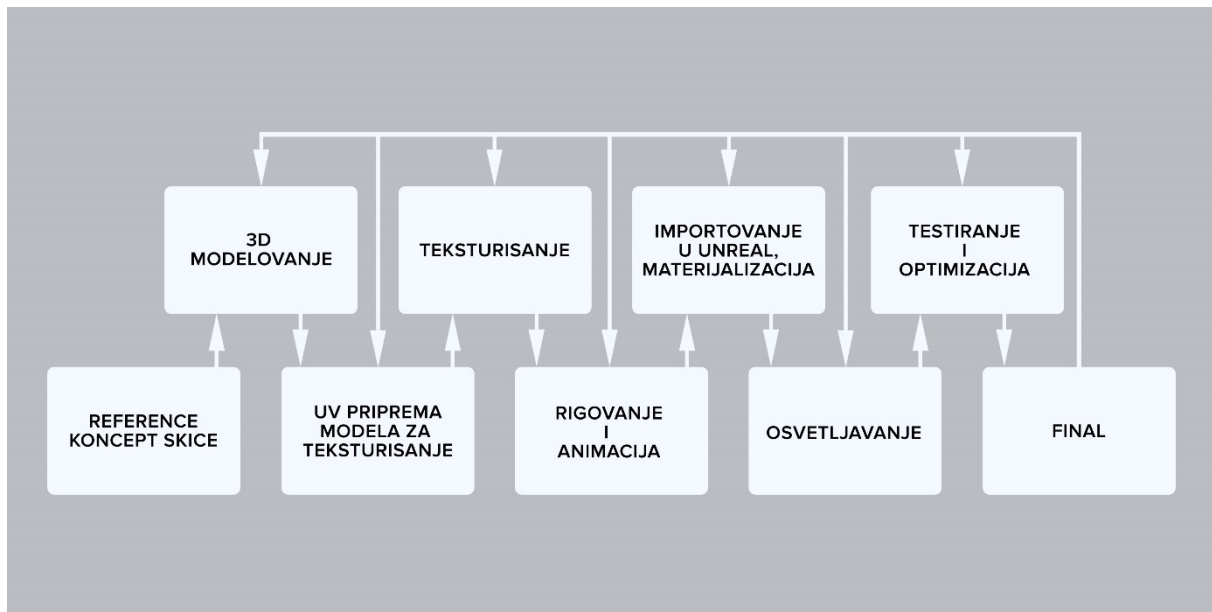
публиком, браћа Лимијер користе овај простор за вршење тајних експеримената са унапређеним то јест *хај-тек* (енгл. *high-tech*) филмским пројектором. Поменути дрвени под се „отвара“ и из њега излази железничка пруга уз помоћ хидрауличних дизалица. Биоскопско платно се подиже и открива велика метална врата која се отварају, иза којих се налази друго платно које заправо није стандардно биоскопско платно већ направа састављена од хексагоналних покретних огледала из ког приликом експерименталних тајних пројекција излазе објекти или чак људи, у овом случају недавно преминули старији брат Луј у локомотиви.

За сцену екстеријера где Луј у парној локомотиви пролази кроз алпске долине представља јако интересантан сценографски проблем. Приликом традиционалне филмске продукције ентеријери и екстеријери грађевина се специјално дизајнирају и граде или се користе реалне локације за снимање. У ситуацији када филм треба да се снима у екстеријеру односно у природном окружењу (планина, пустиња, шума и тако даље), у већини случајева ће се користити реална локација, а ако затреба додавање или одузимање неки позадинских детаља то се решава у пост продукцији. Пошто ће ова сцена бити приказана у виртуелној реалности где ће се гледалац кретати кроз виртуелну природну околинду није могуће приступити креирању пејзажа као што се то ради у филмској продукцији, а то је дигитално осликавање односно склапање различитих фотографија пејзажа у једну целину и њихово инкорпорирање у кадар путем 3Д пројекција и других техника, такозвани *мат пејнтинг* (енгл. *matte painting*) процес. За ову сцену биће потребно уметнички обликовати пејзаж односно креирати реалну тродимензионалну симулацију алпског пејзажа (генерисати планинске масиве, вегетацију, реке, атмосферске појаве и тако даље).





На бази искуства стеченог радом на филму и у студијима за 3Д анимацију и специјалне ефекте осмишљен је следећи процес израде:



Прилог 4.1. Преглед процеса рада

Ово је најједноставнији приказ процеса рада то јест *најплајна* (енгл. *pipeline*). Иако ће сваки корак у процесу понаособ бити објашњен, важно га је представити и овако, да би се што боље разумела слојевитост и важност дефинисаног *најплајна*, за ефикаснију израду пројекта. Процес израде је осмишљен тако да, као и у студијској радној атмосфери, се креће постепено. Највећи проблем за све пројекте је као и увек, време. У великим студијима, за отприлике сваки корак презентован на слици је задужен по један креативни сектор. У недостатку великог студија, ограничен временом и другим пројектима аутор је морао сам, сваки овај корак да испланира, уради и детаљно провери све фазе да би се процес спроводио по *најплајн* схеми. И поред детаљних провера, доста пута би се дешавало да се урађен посао враћа корак или неколико корака уназад на поновну проверу и решавање грешака. Треба поменути да нису сви *асети* (енгл. *asset*, у овом случају ће се користити као реч за 2Д или 3Д објекат) пратили овај процес израде. Негде су се прескакали кораци, неки су имали додатне, зависно од врсте *асета*, коришћених програма и тако даље. Да би пројекат то јест делови пројекта били приступачни и лаки за проналажење, једна јако важна компонента у процесу израде је и потпуно организован и дефинисан начин именовања *директоријума* (енгл. *folder*) и *датотека* (енгл. *file*). Ово правило се строго поштује у студијима због лакше и брже комуникације између сектора, али у овом случају ово правило је флексибилно јер све одсеке представља једна особа која на себи својствен начин, поред правилног

именовања, ад-хок ствара и додатне варијанте именовања, која понекад помажу а понекад стварају тоталну конфузију и пометњу.

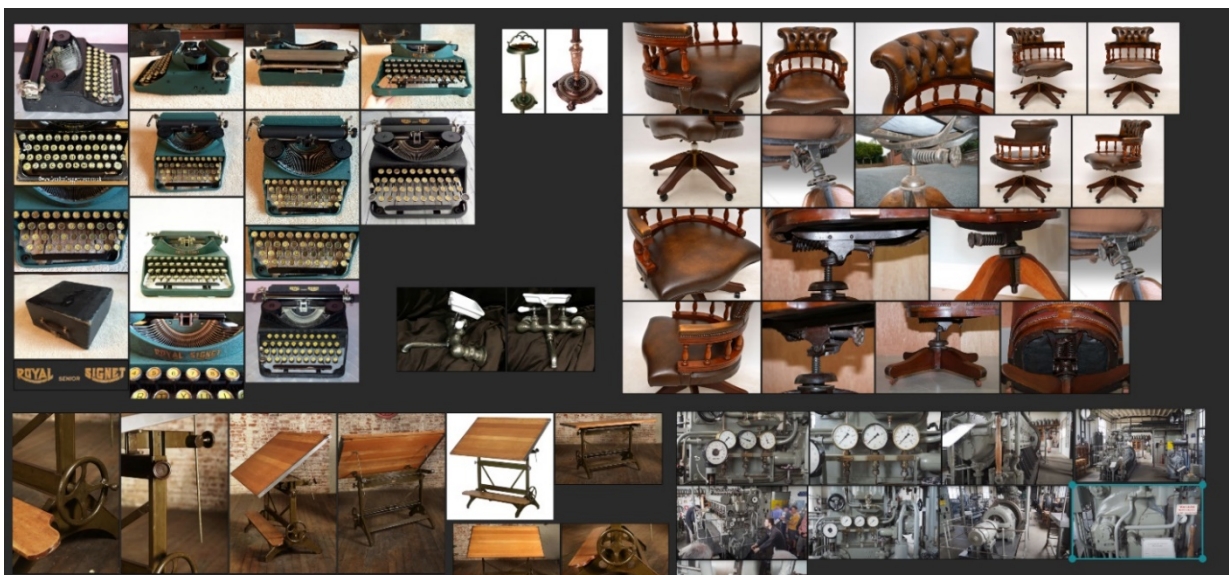
Пример именовања фајла: INT\_Studio\_Roof\_Construction\_Collapsed\_Parts\_FIN.fbx

По овоме се може закључити да се објекат налази у ентеријеру (INT), да је саставни део кровне конструкције студија (Studio\_Roof\_Construction) да је због оптимизације „стопљен“ у један објекат (Collapsed) и да је финална верзија фајла, спремна за импортовање (FIN.fbx).

Кључне ставке овог корака у продукцији су: јасна и дефинисана идеја, процес рада и начин именовања.

## 4.2 Прикупљање референци, почетне скице и књига снимања

Након установљених почетних смерница, следећи корак је прикупљање референци. Радња филма односно интерактивног искуства је смештена у 1948. Годину смрти Луја Лимијера, старијег брата Огиста Лимијера. Пошто је прича фиктивна и смештена у године након Другог светског рата, приступа се тражењу прикладних референци за то доба. За прибављање референци се користе књиге, филмови (чија радња се одвија у тој епохи), као и онлајн каталози аукцијских кућа и музеја. За лакши преглед и приказивање свих сакупљених референци се користи програм *ПјурРеф* (енгл. *PureRef*). Овај програм омогућава креирање бесконачних дигиталних *мудбордова* (енгл. *mood board*), то јест поседује способност приказивања многобројних слика у једном прозору као и брзо груписање и аранжирање. Паралелно са прикупљањем референци се израђују



Прилог 4.2. Део прозора програма *ПјурРеф*



Прилог 4.3. Скица ентеријера студија

прве скице и основе простора. Већ тада се праве и дигиталне „тродимензионалне скице“ које олакшавају планирање простора и које могу да се употребе за лакшу поставку перспективе приликом израде обичних скица.

Књига снимања односно *стори борд* (енгл. *storyboard*) се такође израђује. Иначе, сврха *стори борда* је да презентује ток приче неке секвенце и да дефинише позицију камере приликом снимања сваког кадра. Већ овде настаје први проблем, јер улогу директора фотографије и редитеља преузима корисник виртуелног искуства. Како се кадрови, сцене, позиције дигиталних глумаца у простору смењују тако би и камера, пратећи *стори борд* требала да се позиционира. Одузимањем контроле камере од корисника се крши једно од главних правила које чини да виртуелна реалност буде успешна а то је, **сензорска узајамност**. Ово је један од првих и многобројних проблема који ће изменити првобитну идеју стварања интерактивног виртуелног филма и који ће проузроковати креирање измењеног финалног пројекта који су гледаоци искусили на изложбеној презентацији.

### 4.3 Основе 3Д моделовања

Када се простор отприлике дефинише скицама и техничким основама, приступа се тродимензионалној изради то јест 3Д моделовању. Пре него што се започне експликација процеса израде треба објаснити основе тродимензионалног моделовања и

његова правила. 3Д модел је дигитални приказ тродимензионалног објекта који је креиран у одређеном софтверу за 3Д моделовање и који се може гледати из сваког угла. Постоје два начина како компјутери калкулишу тродимензионални објекат у простору. Објекат може бити НУРБС или полигоналан модел.

**НУРБС** (енгл. *Non-Uniform Rational Basis Spline*, или скраћено *NURBS*) је тип моделовања који се обично користи за генерисање кривина (енгл. *curves*) и површина. НУРБС површине су дефинисане математичким формулама које решавају закривљеност криве на сличан начин на који Безијеове криве<sup>65</sup> користе контролне тачке. Главна предност ове технике је велика флексибилност и прецизност приликом генерисања облика, зато се ова врста моделовања највише и примењује у архитектури, машинству, производњи, ауто-мото индустрији и слично. Иако доста програма поседује алате за цртање НУРБС-ова најпознатији програми за овај тип моделовања су: *Рајно* (енгл. *Rhinoceros 3D*), *Аутодеск Фјужн Три Скуисти* (енгл. *Autodesk Fusion 360*), *Аутодеск Маја* (енгл. *Autodesk Maya*) и други.

**Полигонално**, за разлику од НУРБС моделовања, је засновано на употреби тачака (енгл. *vertices*), ивица (енгл. *edges*) и лица (енгл. *faces*) да се дефинише модел. Две тачке чине ивицу, три ивице чине троугао, два троугла чине лице то јест *полигон* (енгл. *polygon*) а систем *полигона* чини *елемент*. За разлику од НУРБС-ових криви које математички контролишу заобљеност објекта својом закривљеношћу, ивице полигона су увек равне и заобљеност објекта је само апроксимативан приказ који се може побољшати само додавањем полигона, ово може оптеретити компјутерске калкулације и тродимензионалну сцену, али програми за полигонално моделовање поседују алате за прогресивно „дељење“ објекта (енгл. *Subdivision Surface* или *NURMS – Non-Uniform Rational Mesh Smooth*).

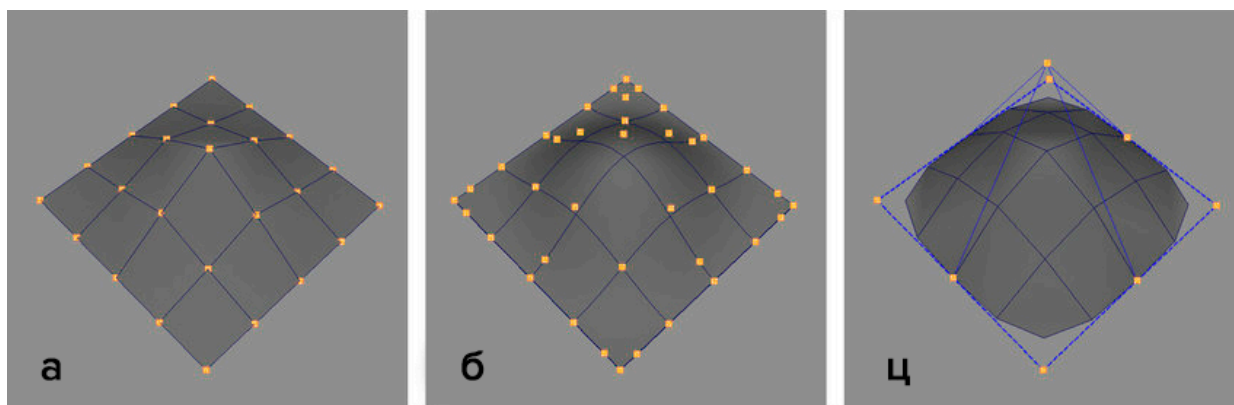
Најједноставнији пример је када би 3Д моделар хтео да од коцке (која има шест лица) направи лопту, само треба да дода *модификатор* (енгл. *modifier*) то јест алатку која се зове *Turbo smooth*<sup>66</sup>. Ова алатка ће свако лице коцке поделити на четири дела и нове позиције тачака ће бити „углађене“ чиме ће креирати лопту.

Полигонално моделовање се тренутно највише користи у филмској индустрији и у индустрији компјутерских игара због могућности лакшег обликовања налик глини

---

<sup>65</sup> Безијеова крива је параметријска крива која се користи у компјутерској графици и сличним пољима. Назване су по Пијер Безијеу (Pierre Bézier) који их је користио 1960. за дизајнирање каросерије *Рено* (*Renault*) аутомобила.

<sup>66</sup> Овај модификатор се може наћи у програму *3Дс Макс* (енгл. *Autodesk 3Ds Max*)



Прилог 4.4. Врсте 3Д геометрија: А – Полигонални модел, Б – НУРБС модел, Ц – „Дељив“ модел, плаве линије представљају изглед модела пре „дељења“.

(енгл. *clay modeling*) када су полигони густо распоређени. Типичан процес рада би био стварање „лаког“ мало-полигоналног базног модела (енгл. *low poly object*) који би се користио за анимацију и симулације, а затим би тај модел „дељењем“ добио на густини полигона који би омогућили моделовање ситних детаља попут удубљења, ожиљака, пора, деформација и слично (енгл. *high detail model*). Затим би се информације у виду 2Д текстура (овај процес ће бити објашњен касније у раду) много детаљног модела аплицирале на мало детаљни модел да би се добила оптимизована „лака“ верзија објекта са много детаљним изгледом. И НУРБС и полигонално моделовање има своју примену а олакшавајућа околност је та што се могу конвертовати једно у друго.

Пошто ће се за израду практичног дела докторског пројекта користити само полигонално моделовање, треба поменути и подгрупу овог начина моделовања. То су **органско** (енгл. *organic modeling*) и **чврсто моделовање** (енгл. *hard surface modeling*).

Као што се може претпоставити у *органско моделовање* спада тродимензионално креирање природних објеката чија је форма „органска“: људи, животиње, биљке, камење као и фиктивна створења и слично. Док у *чврсто моделовање* спадају објекти оштрих ивица најчешће направљених од стране људи (енгл. *man-made objects*): возила, архитектонска здања, апарати, летелице и тако даље. Такође постоје објекти који спадају у обе групе као на пример ако би се моделовала једноставна столица са јастуком на седишту, за наборе на јастуку ће се користити *органско* моделовање а за столицу *чврсто моделовање*. Ова два начина моделовања захтевају и употребу различитих програма, па ће за овај пројекат (поред других програма) за *чврсто моделовање* бити коришћен *Аутодесков 3Дс Макс (Autodesk 3Ds Max)* а за *органско моделовање* *Пиксолоџиков ЗиБраш (Pixologic ZBrush)*. На крају треба поменути нека правила и смернице која утичу и важе за оба начина моделовања. Приликом моделовања објекта јако је важно стварати топологију сачињену од *квадова* (енгл. *quads*) то јест четвороугаоних полигона, а

прихватљиви су и троуглови. Треба избегавати стварање *Ен-гонова* (енгл. *N-gons*) то јест полигона са пет или више углова то јест тачака. *Ен-гонови* ће проузроковати стварање грешака и проблема приликом осветљавања, текстурисања, *риговања* (енгл. *rigging*)<sup>67</sup>, анимације и финалног рендеровања односно приказивања објекта. Важно је обратити пажњу и на величину то јест размеру објекта и која се јединица мере користи приликом израде тродимензионалног модела, јер приликом пребацивања објекта из једног програма у други може доћи до несугласица, један центиметар није исто што и једна стопа или једна светлосна година. Постоји још доста правила која зависно од *пајплајна* неког студија или индивидуе регулишу стил моделовања, оптимизацију, именовање, позицију, паковање, врсту експортираног или импортованог фајла и тако даље.

#### 4.4 Израда дигиталне сценографије

Пошто је сценографија већ делимично решена у скицама и тродимензионалним скицама, започиње се детаљно обликовање простора. Сценографско решење уметничког пројекта је сачињено од две сцене, екстеријера и ентеријера студија браће Лимијер и екстеријер шуме са железничком пругом. Процес моделовања друге сцене ће бити објашњен касније у раду. Екстеријер студија браће Лимијер чини башта квадратног облика у основи која је затворена са две стране оградом а са друге две фасадом куће и фасадом студија односно хале. Башта је овако осмишљена из разлога да гледалац не би одлутао од виртуелне сцене јер је цела сцена окружена шумом која се након пар стотина метара завршава, и онда почиње сиви бесконачни виртуелни простор. Такође затварањем баште односно стварањем визуелне баријере се штеди на времену и раду, јер се шумско тло не види и самим тим не мора да се детаљно моделује. Сценографско решење за фасаду куће, башту и зидове који је окружују је нађено у архитектури саме куће браће Лимијер која се налази у Лиону и која је тренутно музеј посвећен њиховом животу и делу. Пошто није било одлазака на терен (у Лион) да се узму мере здања да би се створила тродимензионална копија објекта, коришћене су фотографије са интернет странице *Гугл*

---

<sup>67</sup> Риговање је процес *конструисања дигиталних контролних костију* (енгл. *bones*) које служе да својим подручјем ефекта (енгл. *weights*) померају делове објекта приликом анимације.



Прилог 4.5. 3Д приказ баште и фасаде куће и студија у Анрил Енџину (лево), Институт Лимијер (франц. *Institut Lumière*), Лијон (десно)

*Street View* (енгл. *Google Street View*). Коришћењем панорамских триста-шездесетогооних фотографија које су забележила кола ове фирме (енгл. *Google Maps Car*), возећи се поред овог објекта, успешно су добијене приближне мере и изоловани су детаљи објекта за лакше моделовање. Такође су употребљене и фотографије које су туристи направили приликом посете овом музеју, које се могу наћи на истој интернет страници. Имплементирајући знање архитектонског пројектовања и референци преузетих са интернет странице *Гугл*, остало је само *измоделовати* фасаде и башту. Може се приметити да цео објекат садржи многобројне репетитивне архитектонске елементе (стубове, ограде, прозоре, декорације и слично). Због тога треба поменути да сви 2Д и 3Д програми имају алате за лако умножавање објеката. Програм 3Дс Макс који се користи за архитектонско 3Д моделовање, има три врсте „умножених објеката“: *копију* (енгл. *copy*), *инстанцу* (енгл. *instance*) и *референцу* (енгл. *reference*).

Копија омогућава да се створи истоветни дупликат неког објекта који ће имати јединствене опције и измене. Инстанца ће такође створити дупликат али свака измена оригинала или умноженог објекта ће утицати једно на друго. Док је референца микс копије и инстанце. Референца прави дупликат који је инстанца али додаје и опцију да може да садржи јединствене измене. На пример, моделује се прозор који ће се понављати безброј пута на фасади. Тада ће се користити инстанца, јер кад се прозори у виду инстанци дистрибуирају по фасади, довољно је вршити измене само на једном прозору, остали прозори ће да прате те измене. Ако се створи потреба да се направи на пример разбијен прозор, тада се може користити референца. Тај прозор ће примати све измене инстанци али ће моћи бити јединствено измењен да изгледа поломљено. Овај начин

„тродимензионалног градителства“ доста убрзава процес у односу на традиционалну изградњу филмског сета, где столари морају да направе специјално сваки прозор. Приликом традиционалне изградње сценографије, идеја је да се направи онолико



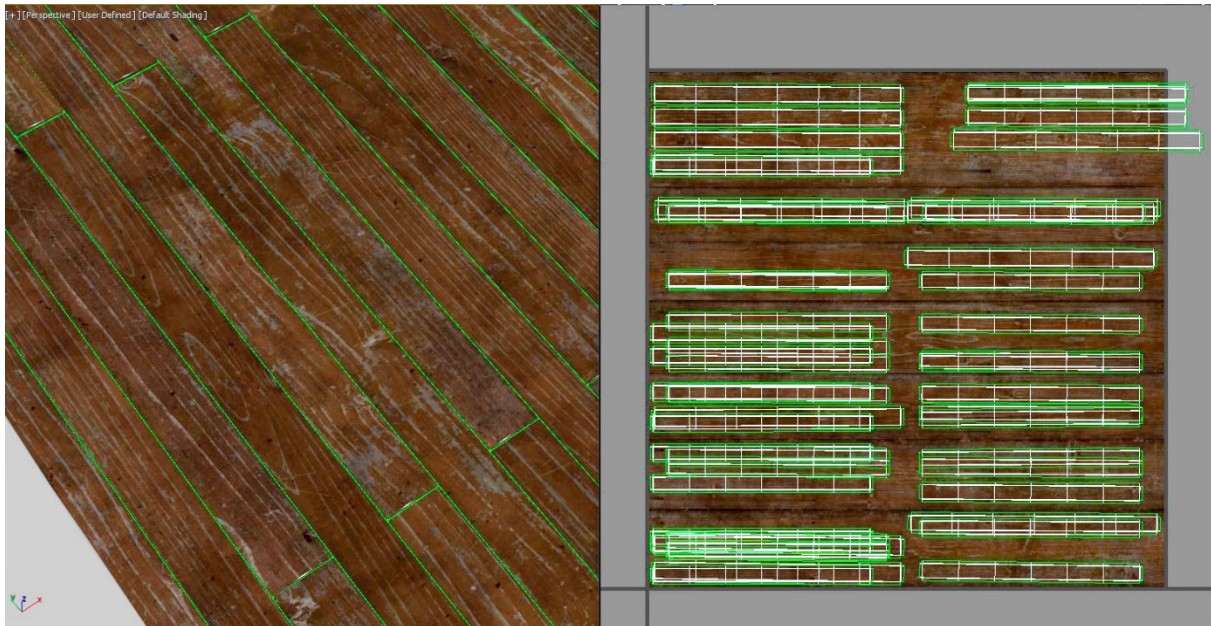
Прилог 4.6. Пример UV координате у реалном свету

колико ће се приказати у кадру, овај принцип се у овом случају примењује и у изградњи виртуелне сценографије то јест, не праве се делови који се неће видети у ВР искуству.

Јако је важно објаснити и начин како се аплицирају материјали на тродимензионалне објекте. Иако ће овај сегмент бити опширније обухваћен у даљем тексту, потребно је представити основе *текстурисања* (енгл. *texture painting*) то јест корак пре него што се уопште почне *бојење* 3Д објекта. То је процес који се зове *развлачење UV-а* (енгл. *UV unwrapping*).

UV координате објекта су дводимензионална репрезентација тродимензионалног објекта. На пример, када би се алуминијумска фолија са божићне чоколадице педантно скинула тако да остане у једном комаду и кад би се та фолија испружила на равну површину то би банално речено била UV координата чоколадице. Да би 3Д објекат могао уопште бити обојен то јест материјализован, он мора имати UV координате. Постоје изузеци, али за овај пројекат за сваки објекат у сцени је у већини случајева специјално рађен односно развлачен UV. Постоје два начина развлачења и паковања UV-а, први диктира текстура то јест 2Д мапа а други сам UV. Прва варијанта користи *тајлабилне текстуре* (енгл. *tileable texture*) односно 2Д мапе које „немају крај“, настављају се једна на другу. Овакве текстуре се највише користе за објекте великих површина: зидове, подове, стубове, тканине, тло и тако даље. Постоје различите величине *настављајућих текстура* и треба бити опрезан да приликом паковања UV-а, не дође до понављања



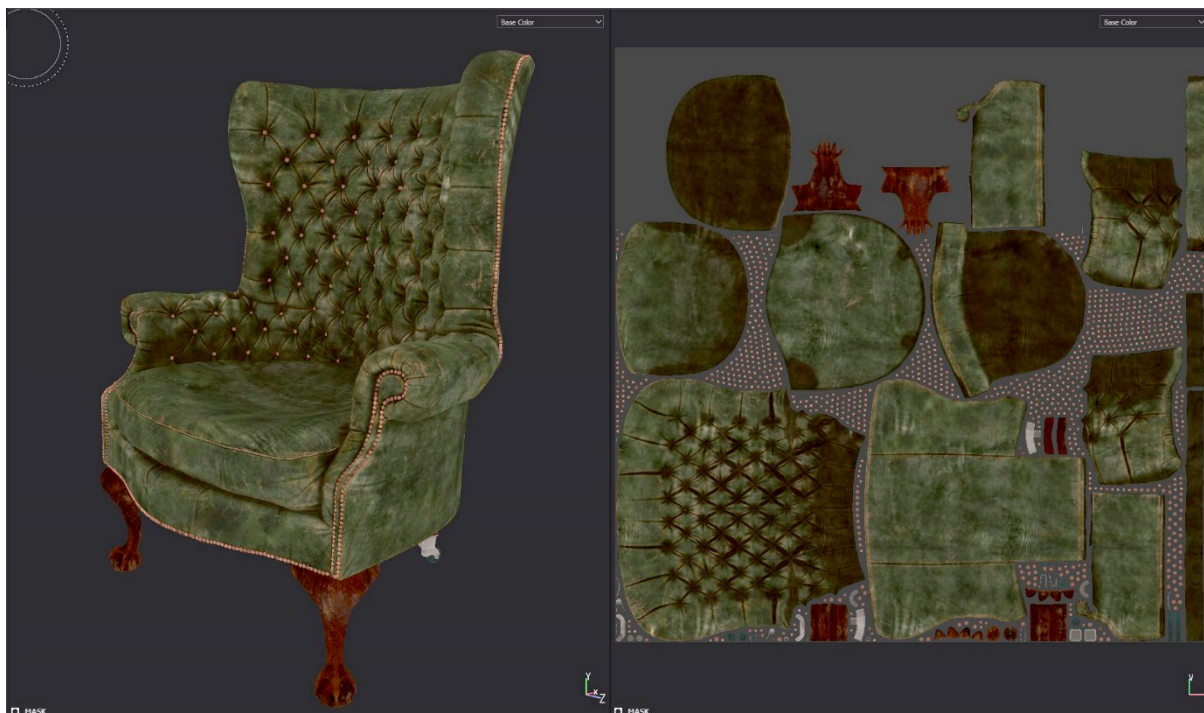


Прилог 4.7. Пример тајлабилног паковања UV-а. Може се приметити како се UV острва преклапају једно преко другог. Такође се може приметити како излазе из габарита UV простора, зато што је текстура дрвета *тајлабилна* то јест наставља се.

текстуре као и до несугласица у величини, јер то може довести до нереалног изгледа. Паковање UV-а је корак након развлачења UV-а. Као што је већ поменуто, 2Д мапа у овом случају диктира паковање UV-а, то значи да *UV острва* (енгл. *UV islands*) то јест делови UV координата објекта могу да се преклапају да би се захватила што већа површина 2Д текстуре по потреби.

Други начин паковања се обавља тако што се за свако UV острво прави специјалан простор, односно нема преклапања. Овакав начин паковања се користи за објекте који се даље шаљу на материјализацију у специјалне програме одређене за ту делатност. То су на пример програми *Адобе Сабстнс 3Д* (енгл. *Adobe Substance 3D*) или *Фаундријев Мари* (енгл. *Foundry, Mari*). За овај пројекат се користи *Сабстнс 3Д*.

Постоје различите величине 2Д мапа, а те величине могу бити *физичке* и *резулцијске*. На пример ако се ради материјализација дрвеног дашчаног пода, могу се користити различите скениране мапе реалног пода. Физичка величина би представљала простор који је обухватио фотоапарат приликом сликања то јест скенирања реалног пода на пример, 2x2 метра, 1x1 метар 30x30 центиметара и слично. Док је резолуцијска величина 4096x4096 пиксела, 2048x2048 пиксела, 512x512 пиксела и слично. Најбољи квалитет ће наравно дати мапа која представља 2x2 метара скенираног дрвеног пода у резолуцији од 4096x4096 пиксела. Зависно од тога са које удаљености ће се материјализован објекат видети резолуција мапе се може смањити, али се то не може рећи и за *физичку величину*



Прилог 4.8. Пример паковања UV-а за текстурисање у екстерним програмима као што је *Сабтис 3Д*. Може се приметити да свако *UV острво* заузима своје место, без преклапања.

*мапе*. Ако би се текстурисао 3Д модел неког великог дрвеног брода са мапом која представља 2x2 метра скенираних дрвених дасака, додатним увеличавањем те мапе на 4x4 метра на пример, ће дати нереалан приказ, јер ће годиви на дрвету бити већи и приметитиће се да нешто није како треба. Решење би било да се брод „исече“ на комаде и да се мапа од 2x2 метра креативно замаскира тако да се не види репетиција. Као и у традиционалној сценографији тако и у дигиталној, већина ствари се своди на маскирање и симулацију.

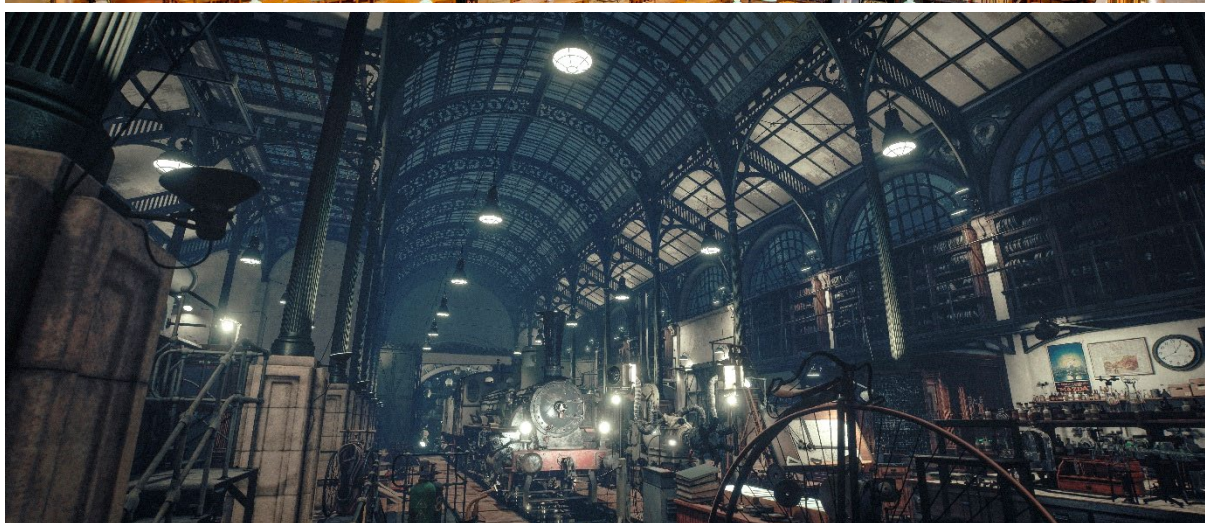
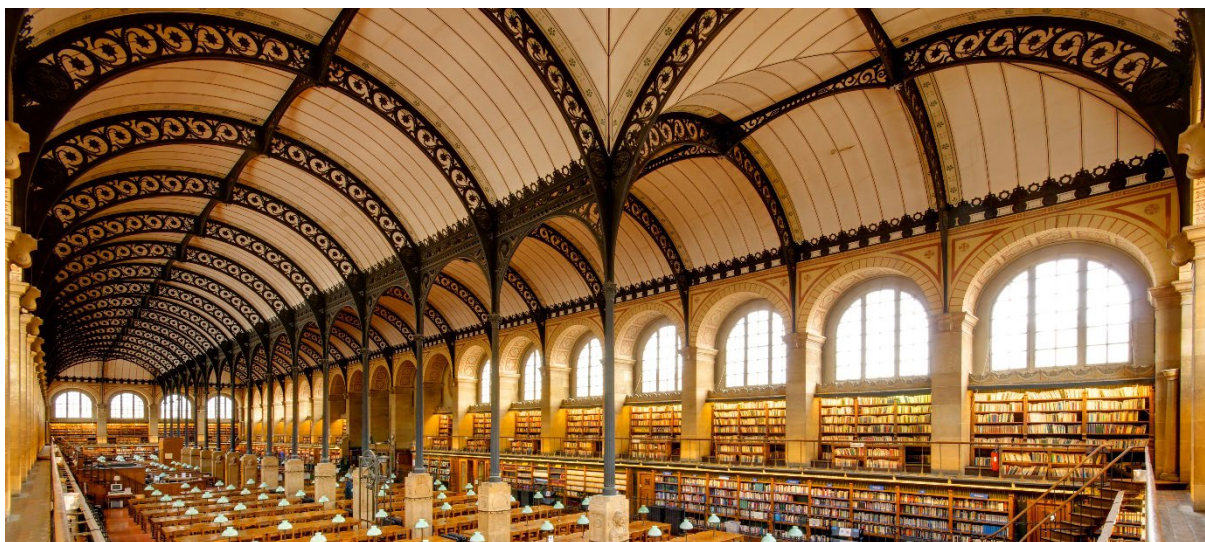
За тродимензионалну израду ентеријера студија су коришћене већ наведене технике. Пошто је прича интерактивног филма о излажењу воза из биоскопског платна, ентеријер студија је осмишљен тако да подсећа на комбинацију железничке станице, биоскопске сале и филмског студија. Постоје и додатни делови простора у овом ентеријеру а то је лабораторија, библиотека, дневни боравак и простор за велики дизел генератор са контролном таблом. Да би се стекао утисак огромног простора железничке хале, први главни задатак је био да се што боље истраже и преузму конструкцијска решења великих затворених простора из времена када су браћа Лимијер били млади (1890-1910). Наравно већина таквих конструкција је заснована на употреби лукова, греда и стубова, само је требало наћи решење које ће визуелно да подсећа на тражену епоху. Прва идеја је била употребити конструкцију *Велике палате Јелисејских поља* (франц. *Grand Palais*) саграђене 1900. године. Припада времену, поднебљу и дизајну, кров *Велике*

*палате* је лучан и у стаклу што одговара потребама ентеријера јер се у студију браће Лимијер поред пројекцијских експеримената врше и снимања и за то је потребно доста природног светла. Нажалост конструкција *Велике палате* је огромна и конструкцијски елементи, да би ушли у пропорције сценографије морали би се доста смањити, чиме би изгубили на детаљима и изгледу. Наредне могуће идеје за решење су биле: лондонска *Кристална палата* (енгл. *Crystal Palace*, 1851.), *Српска хала* (нем. *Serbenhalle* или *Raxwerke*, 1942.) у Аустрији, студио Жоржа Мелијеса (1900-те) као и тржни центар *Самарићанин* (франц. *Le Samaritaine*, 1869.) у Паризу, и други. На крају је одлучено да се за решење кровне конструкције искористи дизајн читаонице библиотеке *Сент Женејев* (франц. *Sainte-Genève*) коју је пројектовао француски архитекта *Школе лепих уметности* (франц. *École des Beaux-Arts*) Анри Лабрус (Henri Labrouste) између 1838-1851. године. Ова конструкција је омогућила да се створи простор који би, посматрајући основу, био подељен у квадрате, што би значило да би цео кровни систем могао бити направљен од модула односно инстанци, што је јако битно за брзину израде и оптимизацију сцене. Такође, олакшавајућа околност је што су се на интернет страницама могли наћи оригинални цртежи пресека и детаља који су доста убрзали процес моделовања. До идеје да се искористи дизајн Анри Лабруса се дошло приликом гледања филма *Хуго*, Мартина Скорсезеа (Martin Scorsese) из 2011. године где је библиотека искоришћена за сцену где главни лик Хуго, тражи и проналази књигу о Жоржу Мелијесу. Архитектонски детаљи који су такође пронађени на другим местима и инкорпорирани у сценографско решење су, велики камин и врата у дневном боравку, који се могу пронаћи у филму *Краљев говор* (енгл. *The king's speech*, 2010.) и спирално степениште у лабораторији које се може наћи у *Лонг руму на Тринити колеџу у Даблину* (енгл. *Long room, Trinity College Dublin*). Још један начин убрзавања процеса приликом стварања дигиталне сценографије<sup>68</sup> је куповина или *преузимање* (енгл. *download*) већ направљених асета односно 3Д модела или 2Д мапа. Отприлике око деведесет посто целе дигиталне сцене (са све карактерима) је направљено од минимума ринфузног и у фрагментима расположивог материјала (енгл. *from scratch*). Да би се убрзао процес израде, купљени и преузети су модели биљака односно вегетације. Пошто би тражење, фотографисање, скенирање, моделовање<sup>69</sup> и оптимизација ових асета одузела доста времена, прибегло се овом решењу. *Квиксел Мегаскенс* (енгл. *Quixel Megascans*) и *МАВИ*

---

<sup>68</sup> Ово се може иначе односити на било какав дигиталан медиј.

<sup>69</sup> Иначе да време није од суштинске важности за моделовање вегетације би се користио програм *Speed Три* (енгл. *Speed tree*), *Лаубверк* (нем. *Laubwerk*) или *Макс Три* (енгл. *Max Tree*)



Прилог 4.9. Ентеријер библиотеке *Сент Женевјев* (горе) и дигитално сценографско решење ентеријера студија браће Лимијер (доле)

*Јунајтед ГмбХ (Mawi United GmbH)*, пружају дизајнерима широк асортиман најразличитијих биљака<sup>70</sup> са сваког поднебља. *МАВИ* модели се плаћају а *Мегаскенс* даје своје modele бесплатно. Постоје многобројне интернет платформе које пружају овакве дигиталне производе, то су: *Си Ци Трејдер (енгл. CGTrader.com)*, *Турбосквид (енгл. Turbosquid.com)*, *Скечфеб (енгл. Sketchfab.com)* и други.

Највећи део искуства за ово моделовање је стечено у претходним изузетно захтевним пројектима. На пример, од 2017. до 2018. године су рађени пројекти за фирму *Китбеш 3Д (енгл. Kitbash3D)*. Ово је такође интернет платформа која се бави продајом 3Д асета. У овом случају *Китбеш 3Д* је специјализован за модуларне оптимизоване дигиталне сценографије које се могу користити у филму, компјутерским играма, рекламама, архитектонским визуелизацијама и тако даље. Задужење за ове пројекте је

<sup>70</sup> Квиксел Мегаскенс поред 3Д вегетације нуди и друге бесплатне асете: реквизиту (енгл. props), скениране стене и камење, 2Д мапе, архитектонске модуле и тако даље.

било дизајнирати и измоделовати четири пакета (*енгл. packs*) дигиталних сценографија које би представљале: викторијански Лондон, старе фабрике викторијанског доба, футуристички град и сиромашне четврти Хонг Конга. Пошто је сваки пакет био другачији такав је био и процес израде.

За дизајн викторијанског Лондона и фабричких постројења су за референце коришћене књиге о викторијанској архитектури као и фотографије са интернета. Највећи проблем за моделовање је стварала *Вестминстерска палата* (*енгл. The Palace of Westminster*) која је требала да се нађе у пакету. Ова прелепа грађевина, позната по сату *Биг Бену* (*енгл. Big Ben*) садржи мноштво детаља који би проузроковали велики број полигона што би чинило да модел буде претежак за коришћење на слабијим компјутерима, такође доста времена би било потрошено на само моделовање. Да би се убрзао процес моделовања и касније оптимизације приступило се следећем решењу. Употребљен је програм *Гугл Ерث* (*енгл. Google Earth*) и још неколико програма како би се генерисао полу тачан модел палате. Пошто *Гугл Ерث* не дозвољава преузимање 3Д модела из њихове базе података, коришћен је програм за снимање екрана компјутера, *Гриншот* (*енгл. Greenshot*). Док је било укључено снимање, „екранска камера“ је кружила око грађевине презентоване на *Гугл Ерту* и правила снимке фокусирајући се на сваки детаљ. Затим је снимљени материјал пребачен у програм за дигиталну обраду видео материјала *Афтер Ефектс* (*енгл. Adobe After Effects*) где је из снимка преузета свака десета сличица то јест *фрејм* (*енгл. frame*), да би на крају све те сличице биле убачене у фотограметријски<sup>71</sup> програм руске производње, *Агисофт Меташејп* (*енгл. Agisoft Metashape*) и од тог материјала добијен текстурисан, приближно тачан модел *Вестминстерске палате*. Да би се добила реална димензија новонасталог 3Д модела коришћена је висина *Биг Бена* по чијој се мери цео модел увеличао. Од овога је добијена 3Д скица по којој се моделовала цела палата тако да прати захтеве пројекта: модуларност, оптимизација, организација и индексирање.

Пројекат где је требало осмислити и направити сиромашне четврти Хонг Конга је захтевао другачији начин рада. Почетне добијене референце су приказивале оронуте зграде густо насељених четврти овог града. Већине тих вишеспратница прате неку врсту реда иако изгледају као да су неуредно наслагане једна на другу. Главни изазов је био

---

<sup>71</sup> Фотограметрија је уметност, наука и технологија прибављања поузданих информација о физичким објектима и околине кроз процес снимања, мерења и интерпретације фотографских слика, образаца електромагнетних зрачења и других појава.

смислити основе то јест приземља ових зграда да буду модуларни и да изгледају уверљиво. Да би се што боље пренела атмосфера неуредних бучних улица Хонг Конга поново је коришћен *Гугл Ерт* али овај пут уз помоћ *Окулус Рифт*-а. Стављајући на главу HMD, добила се могућност виртуелног шетања и фотографисања града који су деловали интересантно као нека врста извиђања односно *скаутинга* (енгл. *scouting*) при тражењу локација за снимање филма. Затим су прво измоделовани архитектонски модули (врата, прозори, делови зидова, терасе и тако даље) и пропратна реквизита Хонг Конга (многобројни клима уређаји, сушилице за веш, светлеће рекламе, контејнери и слично). Када су сви делови били готови почело је „склапање“ грађевина уз помоћ *додатног програма* то јест *плаг-ина* (енгл. *plugin*) за 3Дс Макс, *Рејл Клоун* (енгл. *RailClone*). Овај програм користи криве да дистрибуира 3Д објекте, тако да је за сваки модел грађевине било потребно исцртати како ће изгледати у основи а онда би програм уз инпуте додавао спратове, мењао прозоре и позиционирао пропратну реквизиту. Када би једна вишеспратница била готова, следећи корак је био њено дељење на приземље, средину и последње спратове. Тиме би крајњи корисник имао могућност да направи објекат са неограниченим бројем спратова а комбиновањем са другим деловима вишеспратница би добио различита архитектонска решења.

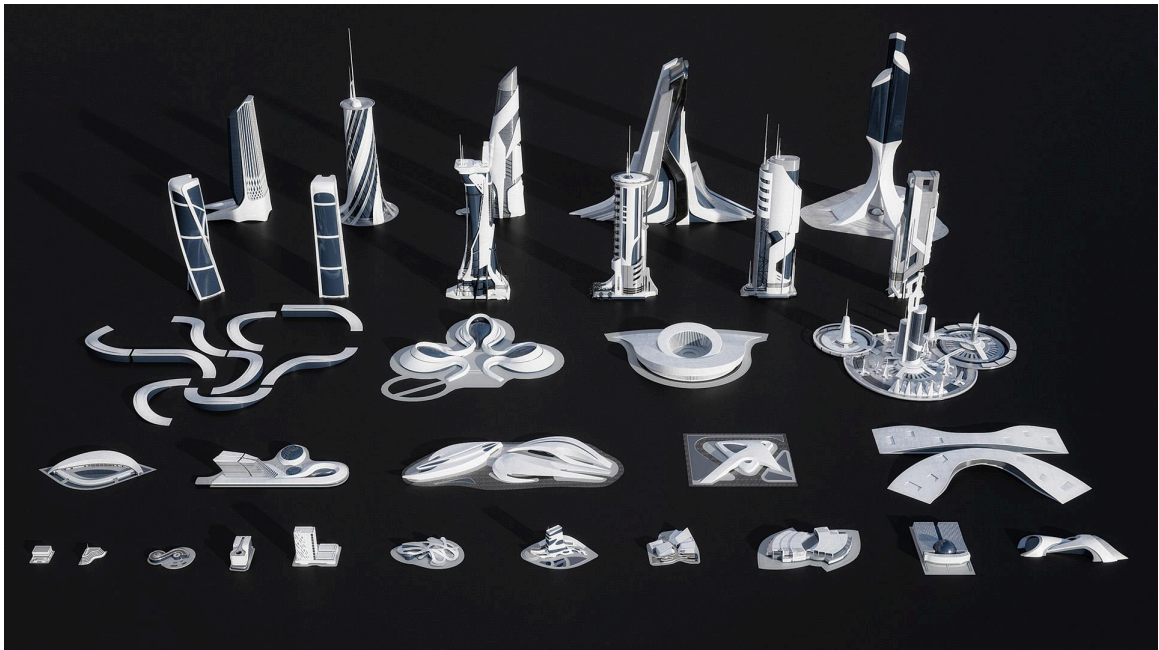
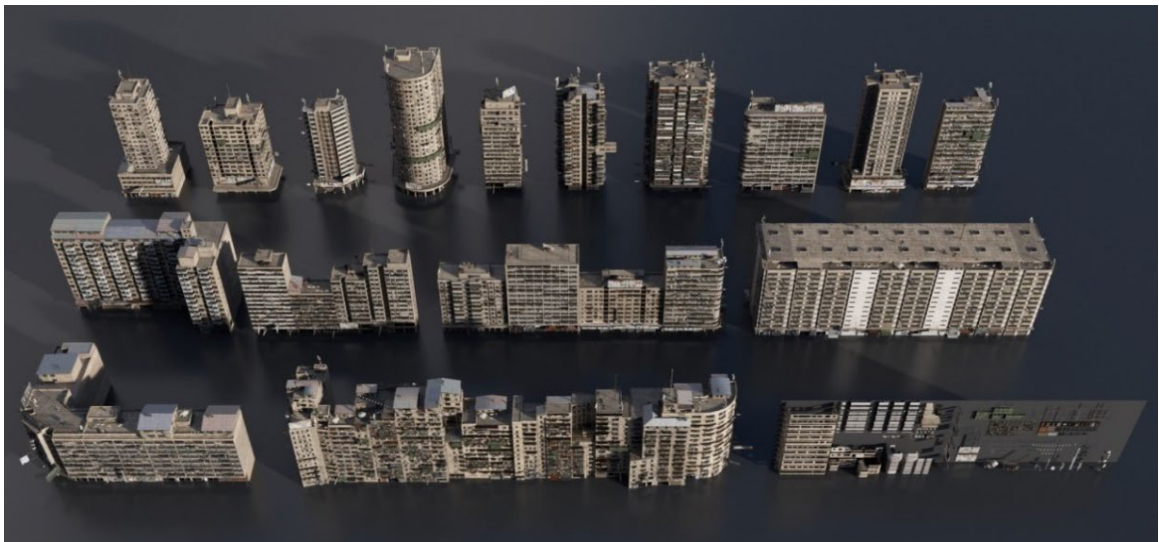
Након завршеног пројекта и дистрибуције дигиталног материјала путем интернета, дигиталне сценографије које су створене се данас могу наћи у многим радовима креативних појединаца<sup>72</sup>, музичким спотовима<sup>73</sup>, рекламама као и у пројектима великих светских студија, као на пример у серији *Вурд Сити* (енгл. *Weird City*) у продукцији оскаровца Џордана Пила (Jordan Peele), серији *Лав Дем Роботс* (енгл. *Love Death Robots*) у продукцији Дејвида Финчера (David Fincher) на којој је радило десетак студија из целог света, серија *Стар Трек: Пикард* (*Star Trek: Picard*) и тако даље.

Ови примери начина креирања и дистрибуирања дигиталног материјала иду у прилог Мановичевој тези о *авангарди нових медија* односно *метамедија*, која се бави новим начинима приступања и манипулисања информацијама претходно акумулираних медија.

---

<sup>72</sup> Уметник под псеудонимом *Бупл* (енгл. *Beeples*) право име *Мајк Винкелман* (*Mike Winkelmann*) је инкорпорирао наведене моделе у своје уметничко дело *Everydays: The first 5000 days*, које је 21. фебруара 2021. године продато за шездесет и девет милиона долара преко аукцијске куће *Кристиз* (енгл. *Christies*). Ова дигитална слика заузима седмо место најскупле продатог уметничког дела живог уметника. На осмом месту се налази *Ballon Dog (Orange)*, Џеф Кунса (Jeff Koons).

<sup>73</sup> Модел сиромашних четврти Хонг Конга се могу наћи у споту за песму *Last I heard (...He Was Circiling The Drain)*, Том Јорка (Thom Yorke)



Прилог 4.10. Пакети дигиталних сценографија рађених за *Китбеи3Д*  
*Victorian, Future slums* и *Utopia*

## 4.5 Израда дигиталне реквизите

За разлику од дигиталне сценографије (у овом случају се мисли на 3Д архитектонске елементе који сачињавају простор) за коју се моделују само они делови који ће се видети из угла посматрања ВР корисника, стварање 3Д реквизите захтева другачији приступ. Реквизита није градивни елемент простора (иако понекад и јесте), она испуњава простор стварајући визуелну атмосферу поднебља и епохе, може презентовати симболе, карактерне особине лика свеукупно доприносећи причи и естетици филмског дела. Као и приликом изградње физичке сценографије, фронт кулисе презентује сву визуелну информацију која ће се наћи у кадру док задњи део чини конструкција односно костур који све то носи. У виртуелном искуству кориснику је омогућено да се креће по целом простору које је ограничено тродимензионалним кулисама, али тај простор је испуњен реквизитом којој гледалац може приступити из сваког могућег угла и са које год близине. Зато сваки комад тродимензионалне реквизите мора бити детаљно моделован и материјализован да би кориснику виртуелног искуства деловао реално.

Један од примера процеса израде дигиталне реквизите биће презентован кроз израду великог дизел генератора који се налази у ентеријеру студија браће Лимијер. На идеју за инкорпорирање генератора у виртуелну сценографију се дошло на следећи начин. Као што је већ поменуто, у филмској причи браћа Лимијер овај простор користе за јавно приказивање филмова као и за тајне филмске експерименте. За те подухвате они користе различите научно фантастичне „ретро-хај-тек“ (енгл. *retro-high-tech*) направе као што су ласери велике снаге који испаљују зрак из *побољшаног* (енгл. *upgraded*)



Прилог 4.11. Ентеријер студија браће Лимијер



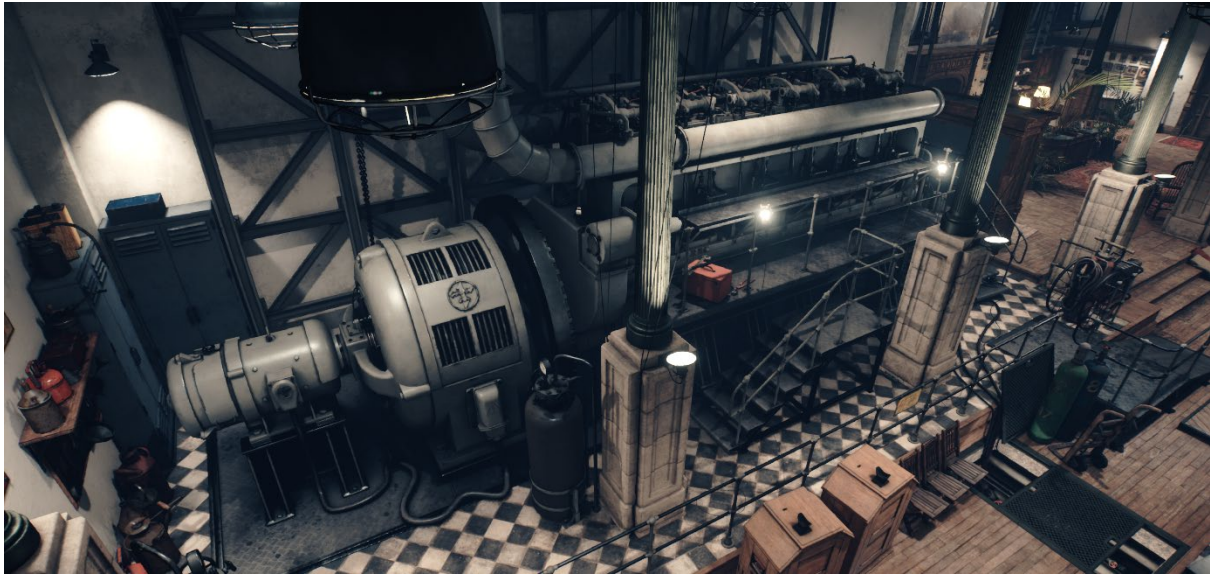
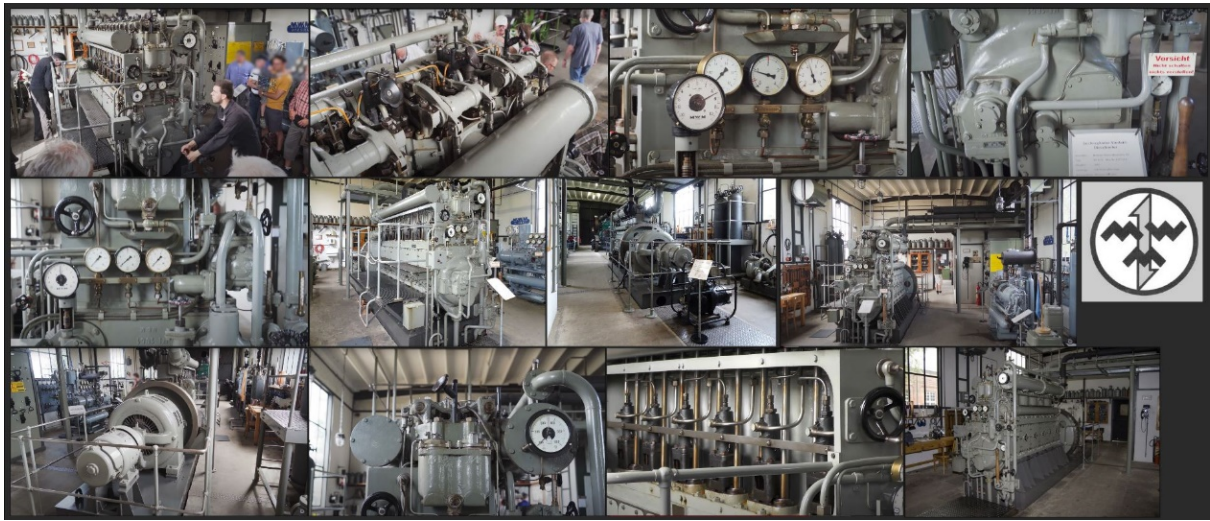
пројектора са шест објектива, на систем сачињен од безброј хексагоналних огледала која имају улогу биоскопског платна, из ког на крају експеримента излази парна локомотива. Такође у поду студија се налази систем хидрауличних дизалица које подижу пругу која служи да „прихвати“ локомотиву када изађе из платна.

Овај високо технолошки систем захтева доста електричне енергије коју електране тог времена не би могле обезбедити и зато браћа Лимијер имају независан извор напајања струјом. Следећи корак је био да се пронађе што више референци свих могућих електрана из тог времена, чији генератори имају пропорције које могу да уђу у димензије простора између зида и стубова виртуелног студија. За главну референцу то јест дизајн генератора је изабран *MBM-ов PC 34C* (нем. *MWM GmbH, Motoren-Werke Mannheim, RS 34S*), шестоцилиндрични дизел мотор који је коришћен у немачким подморницама током Другог светског рата. Олакшавајућа околност је та што се један примерак овог модела може наћи у *Музеју машина* у Килу (нем. *Maschinenmuseum Kiel-Wik*) у Немачкој. Поред сликовних референци, пронађен је и снимак паљења и рада генератора који је забележио један туриста приликом посете.<sup>74</sup> На снимку се тачно приказује како се који део генератора покреће и уз додатно информисање о четворотактним моторима се приступило моделовању, риговању, текстурирању и анимацији покретних делова. Може се приметити да је тродимензионална верзија генератора већа од оригиналне. То је учињено да би се стекао што бољи визуелни утисак снаге ове направе.

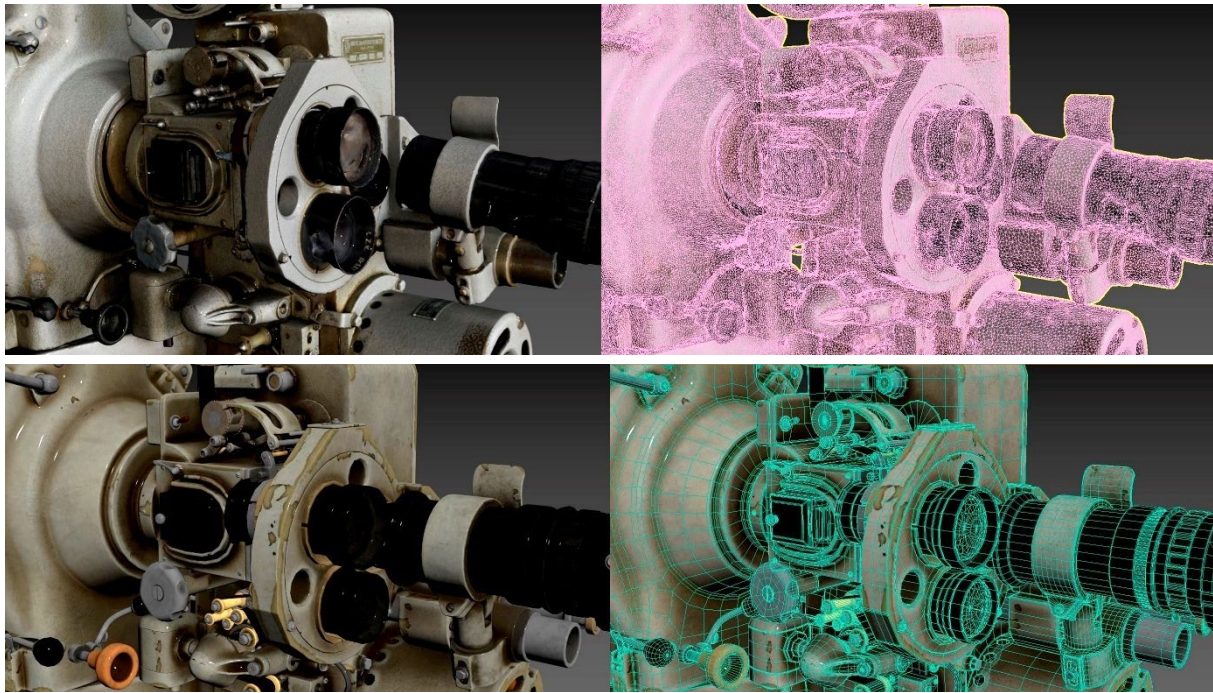


Прилог 4.12. Приказ ретро-футуристичког пројектора и шина које помоћу хидрауличних дизалица излазе из пода студија.

<sup>74</sup> Start Up of a WW2 Submarine Diesel Engine of a German U-Boat, [https://www.youtube.com/watch?v=zLfa43\\_1WH8&list=PLRU9nlj8zcoPnpSUdzmjfEjpZyfqx82C0&index=22&t=209s](https://www.youtube.com/watch?v=zLfa43_1WH8&list=PLRU9nlj8zcoPnpSUdzmjfEjpZyfqx82C0&index=22&t=209s), acc. 25.06.2021. at 13:44.



Прилог 4.13. Исечци из снимка генератора начињених у Музеју машина у Килу и завршен генератор у виртуелном простору



Прилог 4.14. Приказ сировог фотограметријског 3Д модела (*енгл. raw scan*) (горе) и исправљеног, текстурисаног, оптимизованог, ригованог и анимираног 3Д модела (доле)

Ово није био једини начин израде реквизите, за моделовање пројектора на пример је употребљен следећи принцип. Са већ наведеног сајта *Скечфеб*, интернет платформе за продају и бесплатно преузимање тродимензионалних асета, од корисника под именом *Нано*<sup>75</sup>, је бесплатно преузет скениран односно сирови фотограметријски 3Д модел пољског филмског пројектора произведеног од стране *Łódzkie Zakłady Kinotechniczne*, скраћено ЛЗК из 1961. године. Иако ова направа не припада епохи у коју је смештено виртуелно искуство и у нади да се у публици неће наћи познавалац филмских пројектора, овај модел је послужио као основа за даље моделовање. Пошто је овај модел настао кроз процес фотограметрије, његова топологија је не оптимизована, прегуста и неправилна односно модел није сачињен од четвороугаоних полигона и пун је недостатака. Да би се добио тачан и оптимизован асет, са добром топологијом приступа се *ретопологији* (*енгл. retopology*). Ово је процес где се површина много детаљног модела са лошом топологијом користи само као подлога за цртање новог 3Д модела испочетка. Након ретопологије се развлачи и нови УВ да би се аплицирале и текстуре испочетка. Пошто фотограметријски модел настаје од забележених фотографија са терена, фотоапарат бележи и светлосне информације на објекту (сенке и одсјаје). Тај фотограметријски објекат пошто већ има светлосне информације уписане на себи (*енгл. baked lighting*) не би могао поново да се осветљава светлима у 3Д сцени јер би изгледао нетачно. У

75 Cinema Movie Projector AP5 - 1961 <https://sketchfab.com/3d-models/cinema-movie-projector-ap5-1961-6ea63a63e75149fcaea83026451bf479> , acc. 26.06.2021. at 15:17.

савршеним условима ово се може избећи као на пример коришћењем статива, студијске дифузне *флет* (енгл. *flat*) расвете, употребом ротационе подлоге која би равномерно ротирала објекат за по десет степени и бележењем фотографија са *ЦПЛ* филтером<sup>76</sup>. Цео процес је могуће и аутоматизовати. Постоје програми који, користећи се специјалним алгоритмима цртају приближно тачну топологију, али 3Д моделар нема баш неку контролу над тим и резултати понекад могу бити неадекватни. Такође и текстура фотограметријског објекта може донекле да се пребаци на тачан нови модел. Мануелна процедура ипак и даље даје најбоље резултате, али је нажалост, најспорија.

За остале комаде реквизите се користила стандардна процедура гледања референтних фотографија и моделовања. Интернет антикварнице, аукцијске куће, као и специјализоване онлајн продавнице (као на пример за продају старих грамофона) нуде својим корисницима каталоге са фотографијама и мерама комада који су у понуди. На крају треба поменути да се моделовању реквизите треба приступити исто као и моделовању сценографије, почети од великих комада и полако ићи ка најситнијим моделима.

#### 4.6 Дигитални глумци

До момента кад је требало увести виртуелне актере - браћу Лимијер, све је ишло по плану, почетни тестови са статичним и анимираним 3Д моделима сценографије и реквизите су функционисали у виртуелном окружењу, у оквиру правила постизања виртуелне реалности, сцена је била довољно оптимизирана да достигне деведесет сличица у секунди и више (енгл. *frames per second*), што је чинило да нема осећаја мучнине и нелагодности. Нажалост, због недовољног познавања *Анријел Енџина*, програма који се користи за финално приказивање то јест *рендеровање* сличица (енгл. *rendering*), настаје нов проблем – дигитални глумци.

Пре него што се објасни каква је проблематика настала, треба приказати какав процес израде захтева „дигитална глумачка екипа“. До сад је претежно коришћен програм *3Дс Макс*, јер је већина објеката захтевало *чврсто* односно *hard surface* моделовање. За креирање дигиталних глумаца односно браће Лимијер се користи програм *Зибраш* (енгл. *ZBrush*). Иако се *Зибраш* може користити и за *чврсто* моделовање у већини случајева је главни софтвер за органско моделовање. Овај програм поседује

---

<sup>76</sup> *ЦПЛ* филтер (енгл. *Cross Polarizing Lens*) умањује рефлексије приликом фотографисања или видео снимања.



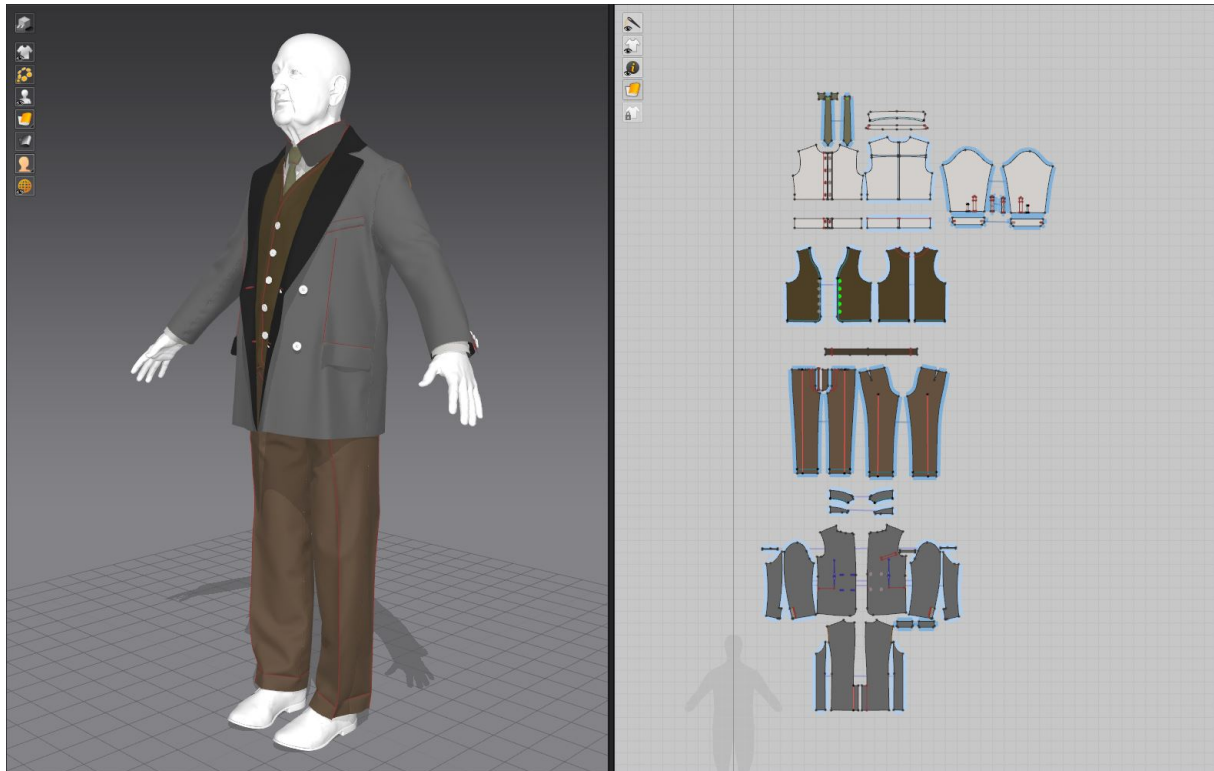
Прилог 4.15. Пронађене фотографије Огиста Лимијера

различите алате у виду *ЗД четкица*, за тродимензионално обликовање које доста подсећа на физичко обликовање у глини. Такође поседује моћан алгоритам за брзу обраду тешких много полигоналних модела.

За потребе виртуелног искуства задатак је био измоделовати, браћу Лимијер, Луја и Огиста као и једног зеца. По интерактивној филмској причи, гледалац прати две упоредне сцене. Огиста који се креће по ентеријеру студија намештајући пројектор и платно, узимајући ролне филма, припремајући воду за чај и тако даље. Огист се налази у „стварном свету“. Друга сцена је са Лујем који је машиновођа парне локомотиве која се креће кроз алпски пејзаж, Луј се налази у „филму“. Финале интерактивног филма је излазак воза из платна, где би гледалац приметио да је Огист све припремао како би сачекао свог недавно преминулог брата Луја да „изађе“ из филма.

У овој причи, млађи брат Огист који је жив, је стар, док старији брат Луј, који је мртав и излази из филма, је млад и у годинама кад је „сниман“ тај филм. Ово поред симболике да филм чини људе бесмртним представља и проблем моделовања, треба направити млађу и старију особу. У већини случајева је лакше моделовати стару изборану особу јер се лакше постиже сличност док моделовати младу особу је доста теже јер недостатак бора чини теже постизање карактерне сличности.

Цео процес израде почиње као и увек, прикупљањем што већег броја референци. Данас се приликом израде дигиталне верзије глумца користе системи за 3Д скенирање од којих би се добила егзактна реплика реалног глумца, али у овом случају то није било могуће. У случајевима када реалне физичке особе више не постоје, прибегава се *моделовању сличности* (енгл. *likeness sculpting*), где је наравно, главни циљ да се направи истоветна 3Д реплика реалне особе. Иако су родитељи браће Лимијер били власници фотографског студија а касније и фабрике за израду фотографских плоча, пронађен је мали број слика Аугуста и Луја. Када се прикупе све референце почиње да се моделује базни модел тела који ће се каснијим изменама довести до пропорција и сличности са референцом задате особе. Овај процес се може радити у било ком програму за 3Д моделовање. Иначе поменуте интернет платформе за продају 3Д модела већ нуде базне 3Д моделе са коректном анатомијом. Да би се уштедело време, прибегава се овом другом начину. Иако је купљен модел спреман за мењање односно *моделовање сличности*, морају се извршити измене топологије и UV-а то јест свеобухватна оптимизација модела. Након тога се приступа постепеним изменама форме користећи се *3Д четкицама* и другим алатима који имају различите функције за промену топологије. Највећи фокус је стављен на моделовање лица и шака док се остатак тела измењује толико, да изгледа коректно када се обуче у костим. Ово је одличан повод да се презентује наредни програм за израду дигиталних карактера а то је *Марвелус Дизајнер* (енгл. *Marvelous Designer*). Овај софтвер пружа корисницима креирање дигиталних одећа. Интерфејс програма је подељен на два прозора, 2Д прозор где се црта крој одеће и 3Д прозор где се крој спаја то јест шије и симулира на импортованом карактеру. Када је креирање одеће завршено, убацује се карактерна анимација која покреће симулацију одеће да би се добили набори, гужвања и слично. Овим се тестира да ли је крој добар и да ли ће долазити до пробијања геометрије, а служи и за финално експортивање анимираног карактера са све симулираном одећом. Такође приликом израде кроја се генерише и UV одеће који се после може искористити за текстурисање, а пошто се крој црта по реалним мерама тај



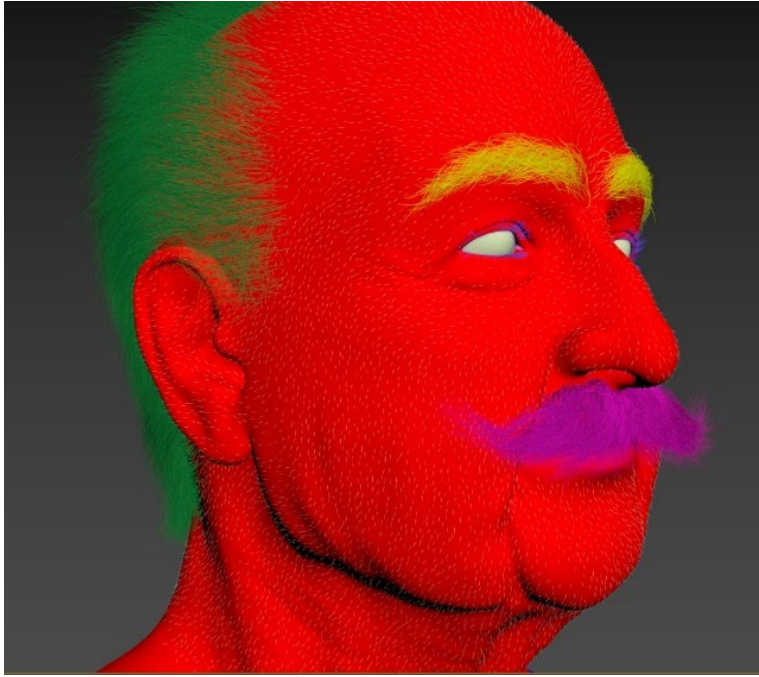
Прилог 4.16. Приказ интерфејса *Marvelus Дизајнера*

цртеж се може употребити и за израду реалне одеће. За дигитално шивење костима су доста помогле фотографије и цртежи одела са почетка двадесетог века као и две кројачке књиге, *La tecnica dei modelli Vol. 1* и *2* Антонија Донана (Antonio Donnanno)<sup>77</sup>.

Након завршеног моделовања тела и одела карактера следећи корак је креирање косе, бркова и осталих власи које ће бити видљиве. За овај подухват се користи додатни програм за 3Дс Макс, *Орнатрикс* (енгл. *Ephere Ornatrrix*). Овај *плаг-ин* користећи се кривама које се цртају или процедурално генеришу на површини коже 3Д карактера управљају обликовањем (енгл. *grooming*) длака. Као дигитални фризер, 3Д моделар уз помоћ различитих алата има могућност да шиша, чешља, коврца, исправља, плете, „сади нову косу“ и слично.

Као што је речено на почетку поглавља, креирањем и тестирањем дигиталних глумаца је уочен један велики проблем који је **условио тоталну промену првобитне идеје практичног дела докторског уметничког пројекта**. Првобитна идеја креирања интерактивног филма са виртуелним глумцима је морала бити промењена у једноставну виртуелну шетњу (енгл. *walkthrough*) кроз дигиталну сценографију без глумаца и без приче.

<sup>77</sup> Donnano, Antonio, *La tecnica dei modelli Vol. 1 – 2*, ?, Ikon, 2008.



Прилог 4.17. Дигитално фризирање у програму 3Дс Макс, користећи плаг-ин Орнатрикс. Поред бркова, обрва косе и трепавица се могу приметити и ситне длачице које покривају цело лице.

Поред хардверског оптерећења које је настало увођењем много полигоналне и анимиране геометрије косе и одећа главни проблем је презентовала материјализација коже. Иако су одећа и коса могле бити оптимизоване, систем за материјализацију коже једноставно није могао бити конфигуриран тако да у исто време функционише и даје реалан ефекат и да омогућава хардверу компјутера да пише односно

рендерује деведесет сличица у секунди које су потребне за комфортно виртуелно искуство. Шта то значи?

Иако ће материјали и текстуре које их чине бити објашњени у даљем тексту као и основе *Анрил Енџина*, да би се објаснио овај круцијални проблем треба разјаснити следеће термине. *Анрил Енџин* користи различите *моделе сенчења* (енгл. *shading model*) односно моделе који симулирају физичка својства материјала. Да би се на пример постигао реалан приказ људске коже користи се *ППР* модел или (енгл. *Subsurface Profile*).

*SSS - Subsurface scattering*, преведено на српски језик *Под површинско расипање* или *ППР* је механизам транспорта светлости, у коме светло које продире кроз трансплуцентну (непрозирну) површину објекта се расипа интеракцијом са материјалом и излази из површине у другој тачки. Светлост углавном продре кроз површину, одбије се неколико пута под неправилним угловима испод површине то јест унутар материјала пре него што се врати из материјала под другим углом него што би била да се директно одбила од површину. *ППР* је јако важан за реалистично приказивање непрозирних материјала као што су мермер, кожа, лишће, восак, коса и слично<sup>78</sup>. Ако се не примени *ППР* модел, материјал може изгледати неприродно.

<sup>78</sup> Rendering Translucent Materials [Rendering Translucent Materials \(2001\) - Computer Animation history-CGI! \(jimdofree.com\)](http://www.jimdofree.com), acc. 03.07.2021. at 19:05





Прилог 4.18. 3Д модел без ППР материјализације (лево) и са ППР материјализацијом (десно),

Да би се постигао реалан приказ ППР материјала у сцени, унутар *Анрил Енџина*, потребно је користити *покретна светла*. Овај програм за писање слика у реалном времену (*енгл. real time render engine*), поседује три врсте *покретности светала* чија намена зависи од ситуације, ефекта и нивоа оптимизације који се жели постићи. Постоје *статична* (*енгл. static*), *стационарна* (*енгл. stationary*) и *покретна светла* (*енгл. movable*).

**Статично светло** се не може променити у току анимације или симулације виртуелне стварности, ово је најбржа метода приказивања светла јер су све калкулације урађене пре, односно светлосне информације су уписане на 3Д објекат (*енгл. baked lighting*). Споменуто је већ да сваки 3Д модел поседује UV информације да би било могуће аплицирати текстуре које ће чинити материјализацију. UV се иначе може делити на *канале* који омогућају писање различитих информација у 2Д формату на тродимензионални објекат. На пример сваки објекат користи први канал за текстуре које чине материјал, док се други канал у овом случају искључиво користи за писање светлосних информација (*енгл. lightmaps* а процес се зове *енгл. light baking*). Сваки статичан објекат када се убаци у *Анрил Енџин* поседује два UV канала. Када се сви статични објекти позиционирају, покреће се *билдовање или изградња* (*енгл. build*) сцене. То значи да *Анрил*, поред других операција покреће и калкулацију светла. Свако статично (и стационарно) светло у сцени испушта фотоне, који се одбијају по сцени одређено време, стварајући осветљене и осенчене делове свих статичних објеката у сцени. Та информација се уписује на други канал UV-а и меша се са првим каналом да би се добио

тачан материјализован и осенчен објекат. Када се заврши овај процес *Анрил* не мора да ради калкулације у реалном времену, ослобађајући простор за друге операције, тиме повећавајући број писаних сличица у секунди које су потребне за брзо приказивање сцене.

**Покретно или динамично светло** је тотална супротност од статичног светла. Добра страна употребе овог светла је што се светлосне информације и ефекти добијају одмах у реалном времену, такође приликом анимације или симулације виртуелне реалности ово светло може мењати позицију, јачину, боју и остале параметре. Лоша страна је што је ово *најтеже* светло по питању оптерећења на хардвер, јер компјутер мора све време да врши калкулације, тиме успоравајући цео процес приказивања односно рендеровања сличица.

**Стационарно светло** је микс поменута два светла, може да пише светлосне информације на статичне објекте али сви остали објекти који се крећу добијају динамичну расвету. Такође овај начин осветљавања може да мења јачину и боју током симулације али не може да мења позицију.

Да би се постигао реалан приказ материјализације људске коже, многобројна светла која су покривала простор где ће се кретати виртуелни глумци су промењена из статичне у покретну расвету. У том тренутку је брзина од сто написаних сличица у секунди пала на девет до петнаест, такође *Анрил Енџин* је постао јако нестабилан. Било је покушаја изменити модел сенчења али те промене нису давале задовољавајуће резултате, и то је **довело до промене у плану и циљу израде практичног дела пројекта**. Нови план је био изградити полу-статични приказ виртуелне сценографије који ће се састојати из две сцене. Прва ће бити екстеријер шуме са пругом, где ће корисник доживети симулацију осећаја који су (можда) имали гледаоци који су присуствовали пројекцији филма *Улазак воза у станицу* браће Лимијер 1896. године. А друга сцена ће омогућити кориснику да се виртуелно *прошета* кроз њихову фиктивну башту и студио. Након изложбене презентације и писања текстуалног дела докторског пројекта, ова дигитална сценографија и глумци ће бити искоришћени за израду стандардног не-виртуелног анимираног филма.



Прилог 4.19. Финални 3Д модели, Огиста (лево) и Луја (десно) Лимијера

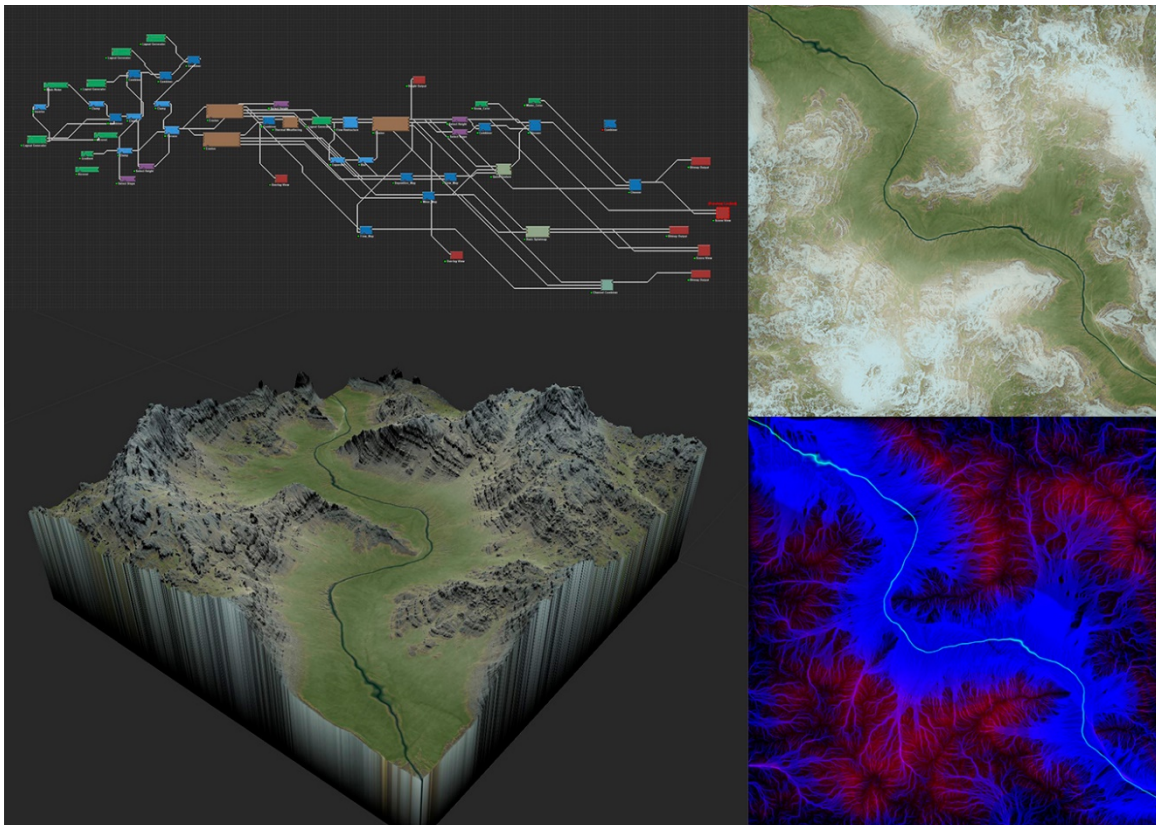


Прилог 4.20. Почетни тестови материјализације зеца. Иако процес израде зеца није обухваћен детаљно, није се много разликовао од процеса креирања браће Лимијер. Највећи фокус је био на изучавању зечије анатомије и крзна а највећи део времена је потрошен на фризирање крзна и бркова користећи се програмом *Орнатрикс*.

## 4.7 Дигитални пејзажи

Промена плана израде практичног дела уметничког пројекта је условила и промену првобитне сцене екстеријера где би гледалац пратио Луја како возећи се парном локомотивом пролази кроз алпски пејзаж. Пошто је ова сцена била направљена пре уочавања проблема материјализације дигиталних глумаца, у овом поглављу ће бити објашњена два начина израде дигиталних пејзажа.

Прва односно стара верзија екстеријера је требала да представља планински масив који је просечен долином којом пролази река а и железничка пруга са мостом куда иде парна локомотива. За овај корак је коришћен програм *Врлд Машин* (енгл. *World Machine*). Овај софтвер на бази нодова<sup>79</sup> се користи за процедурално креирање топологије терена и даје могућност 3Д моделару да за кратко време симулира милионе година географских промена. Када се дефинише терен, програм може да створи различите 2Д мапе које се могу користити за генерисање терена у другим програмима, у овом случају *Анрил Енџину*.



Прилог 4.21. Систем нодова који креира терен (горе лево), генерисан терен (доле лево) и 2Д мапе које се користе за стварање топологије у другим програмима. Овде је приказана колоритна мапа терена и мапа са информацијом позиције реке, врхова и путање спирања терена такозвана *flow* мапа.

<sup>79</sup> *Нодови* су саставни део система за визуелно програмирање. Софтвери на бази нодова (енгл. *node based program*) процесом генерисања и међусобног спајања *чворова* (енгл. *node*), од који сваки има неку функцију, извршава се одређени задатак или се добија жељени ефекат.



Прилог 4.22. Приказ завршеног терена у *Армил Енцину*. Сађење 3Д шуме, цртање реке, пруге (обележене зеленом линијом) стварање облака и слично се обавља накнадно у *Армил Енцину*. Одређени делови пејзажа су уклоњени због оптимизације сцене (горе). Тест кадар (доле).

Нова верзија екстеријера није захтевала приказивање огромних пространа, јер ће позиција корисника виртуелног искуства бити статична, односно корисник ће се налазити на прузи у сред шуме и након двадесетак секунди ће бити прегажен од стране виртуелног воза. Додавање магле у шумски амбијент ће олакшати *сет дресинг* (енгл. *set dressing*), јер ће видокруг посматрача бити ограничен. Иако је споменуто да се за дигиталне терене користе специјализовани програми, *Армил Енцин* такође поседује различите алате за обликовање терена као и алате за *сађење вегетације*. За вегетацију и осталу шумску реквизиту су коришћени модели већ поменутих произвођача дигиталних биљака, *МАВИ* и *Мегаскенс*, тако да за веома кратко време је створена шумска сцена. Железничка пруга је моделована тако да прати правило инстанцирања, односно



Прилог 4.23. Приказ шумске сцене, где корисник виртуелног искуства бива ударен од стране парне локомотиве.

направљено је парче пруге од сто метара. Затим је помоћу *блупринтова* (енгл. *blueprint*)<sup>80</sup> у *Анрил Енџину* испрограмиран систем који приликом цртања криви по шумском простору генерише пругу, а контролне тачке криве управљају позицијом и закривљеношћу.

#### 4.8 Бојење тродимензионалних објеката

Један од последњих корака у процесу израде, пре него што се завршен *асет* убаци у програм за писање сличица односно *рендер енџин* је текстурисање (енгл. *texture painting*). У студијским условима овај процес може да се дешава паралелно са риговањем и анимацијом. Процес текстурисања асета то јест тродимензионалног објекта је аплицирање визуелне и физичке информације у виду 2Д мапа које касније служе за програмирање материјала у *рендер енџину*. За овај пројекат користио се *Адобеов Сабстнс 3Д* (енгл. *Adobe Substance 3D*). Као што се може видети у графичком прилогу 4.8. интерфејс програма је подељен на два прозора. Леви приказује тродимензионални објекат који се боји то јест текстурише а десни прозор представља УВ објекта. Зависно од потребе, оба прозора могу да се употребљавају за осликавање. Процес рада би био следећи. Готов објекат би се експортовао из неких од програма за 3Д моделовање (*3Дс Макс*, *Зибраш* и слично). Приликом овог процеса, по потреби би биле експортоване две верзије објекта, мало детаљна (енгл. *low poly object*) и много детаљна (енгл. *high detail*

---

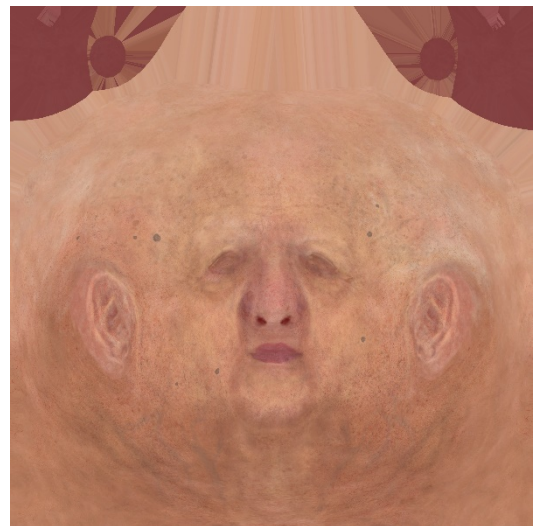
<sup>80</sup> *Блупринтови* или *нацрти* (енгл. *blueprints*) је визуелни систем програмирања унутар *Анрил Енџина*. Уместо потребе да се пишу многобројне линије кода, све се ради путем развлачења и спајањем *нодова* и намештањем њихових својстава.

object). У *Сабстнс 3Д* би се импортовала „лака“ мало детаљна верзија<sup>81</sup> на коју би се аплицирале информације много детаљног објекта процесом који се зове *бејковање* (енгл. *baking*). Ова радња калкулише и презентује различите информације о објекту: позиције (енгл. *position* и *world position*), дебљину (енгл. *thickness*), закривљеност (енгл. *curvature*), усеке и испупчења на површини (енгл. *normals*) и слично. Након тога ове информације се користе за аплицирање текстура на објекат у виду генератора и ефеката који контролишу маскирање одређених делова објекта. Поред генератора и ефеката се користе и четкице које омогућавају *текстуреру* да директно осликава информације по површини 3Д објекта.

Сабстнс 3Д нуди велики спектар већ готових *ПБР*<sup>82</sup> материјала али *текстурер* може да ствара и нове материјале које ће да аплицира на 3Д објекат. Сваки материјал је састављен од различитих канала односно параметара који утичу на изглед финалног материјала. У те параметре се могу убацити већ готове 2Д мапе са визуелним информацијама, обична боја, математички 3Д генератори шума (енгл. *3D noise generator*) и слично. Такође у сваки параметар се може мануелно уписати визуелна информација коришћењем поменутих четкица.

Основни канали који чине један ПБР материјал су: *боја* (енгл. *base color* или *albedo*), *висина* (енгл. *height*), *храпавост* (енгл. *roughness*), *метална вредност* (енгл. *metalness*) и *нормале* (енгл. *normals*).

**Боја** – овај канал приказује само колоритну информацију материјала, без сенки, одсјаја и слично. Може се генерисати процедурално као на пример употребом генератора за камуфлажне флеке (енгл. *camo generator*) или мануелно, сликањем четкицама по објекту. За осликавање боје коже Аугуста Лимијера на пример је употребљена мануелна



Прилог 4.24. Колор мапа (енгл. *albedo map*) лица Аугуста Лимијера

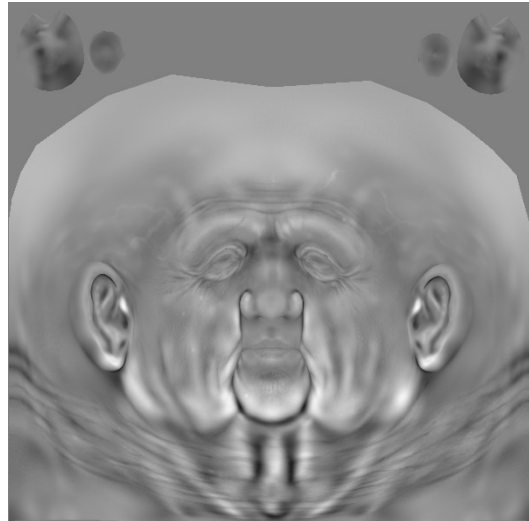
<sup>81</sup> Мало детаљна верзија се импортује за бојење јер је оптимизована и самим тим бржа и неоптерећујућа за програм. Зависно од потребе понекад се дешава да се у *Сабстнс 3Д* убаци и много детаљна верзија која током *бејковања* аплицира информације на саму себе. У оба случаја, објекат који се осликава мора имати UV координате.

<sup>82</sup> *ПБР* (енгл. *PBR – Physically Based Rendering*) је метода сенчења и приказивања која пружа тачнији приказ како светлост делује са површинама. За више информација о овом термину прочитати McDermott, Wes, *THE PBR GUIDE BY ALLEGORITHMIC - PART 1 + PART 2*, ?, *Allegorithmic*, 2018. <https://substance3d.adobe.com/tutorials/courses/the-pbr-guide-part-1>

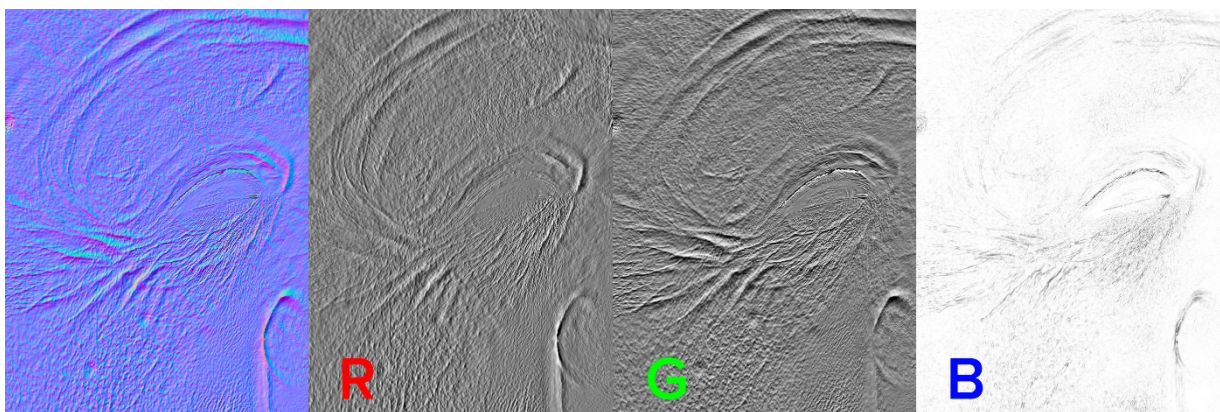
техника као и техника пројекције где се четкицом контролише где ће се 2Д мапа пројектовати на 3Д објекат. За 2Д колоритну мапу су коришћени скенирани делови лица седамдесетогодишњака преузетих са сајта *Срфес Мимик* (енгл. *Surface Mimic.com*).

**Висина** – представља испупченост (светла вредност) или удубљеност објекта (тамна вредност). Ова информација касније може да се употреби да физички помери топологију полигона на 3Д моделу, такође служи као додатна вредност за канал нормале.

**Нормале** – представљају технику мапирања која лажира утицај светла на избочине и удубљења. За разлику од висинског канала, нормале служе да додају детаље моделу без употребе додатних полигона. Почетна *нормал мапа* се генерише приликом процеса *бејковања* где се информације о избочинама и удубљењима много детаљног објекта уписују на мало детаљни објекат. Иако физички не мењају форму објекта нормале приказују односно лажирају промене локалне топологије 3Д објекта, највише се користе за приказивање *ситних детаља* (енгл. *high frequency details*).



Прилог 4.25. Висинска мапа (енгл. *height map*) лица Аугуста Лимијера, светли спектар – испупчено, тамни спектар – удубљено, средње сива (50% gray) – нема промена у топологији



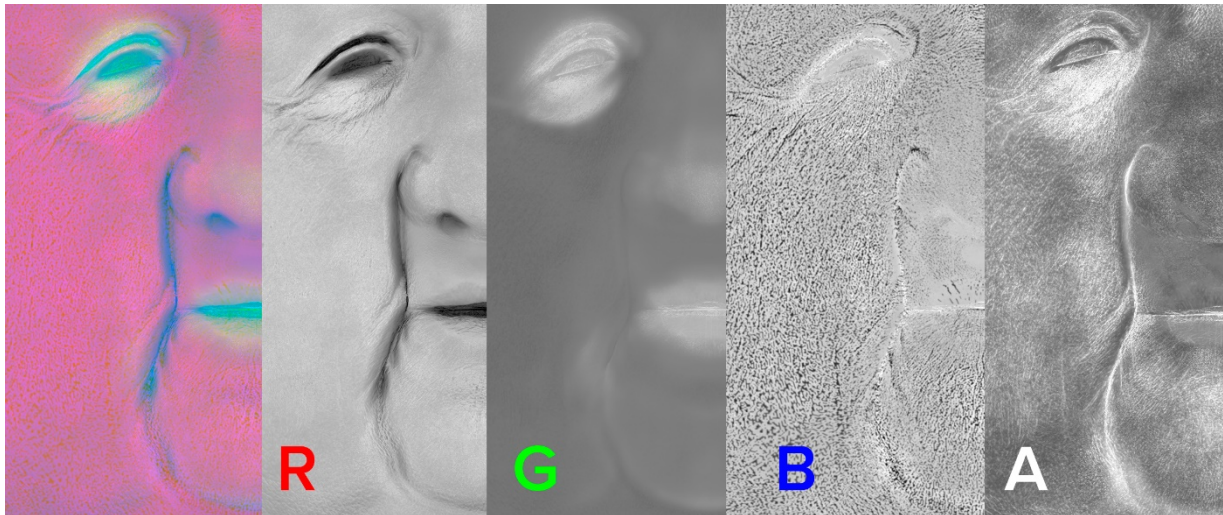
Прилог 4.26. Детаљ нормал мапе (енгл. *normal map*) приказана скроз лево, је састављена од црвеног, зеленог и плавог канала (*RGB колор модел*), где сваки канал кореспондира локалној спацијалној димензији у координатном систему: Црвени = X оса, Зелени = Y оса и Плави = Z оса.

**Храпавост** – овај канал презентује површинске неправилности које узрокују дифузију светлости, контролишу шта је рефлектно (тамне вредности) а шта није (светле вредности).

**Метална вредност** је црно бела мапа чија улога је да маскира односно дефинише области које су металне (бела) или нису металне (црна).



Постоји још доста различитих канала (*енгл. texture channel*) за осликавање који се могу креативно употребити за креирање најразличитијих материјала. Такође да би се уштедело на величини фајла, различите 2Д мапе је могуће паковати у колор канале једног фајла.



Прилог 4.27. Детаљ мулти каналне мапе. Црвени канал приказује амбијенталну оклузију, може се користити приликом маскирања одређених материјалних ефеката који се дешавају у ћошковима, прегибима и тако даље. Зелени канал приказује већ поменути *ППП* или *SSS* мапу, оно што је светлије представља тању кожу оно што је тамније је дебља кожа. Плави канал приказује ситне шупљине (*енгл. cavity map*) користи се за истицање пора у овом случају. И алфа канал који представља мапу храпавости, оно што је светлије мање рефлектује а тамније више рефлектује.

Треба обратити пажњу и на величину текстуре у односу на димензије 3Д модела. Иако се овај корак решава још приликом развлачења УВ-а, намештањем *тексел* *дензитија* (*енгл. texel density*)<sup>83</sup> да би сви објекти имали пропорционално уједначене величине текстура, важно је истаћи да текстуре величине на пример, 512 x 512 пиксела су довољне за материјализацију једног 3Д модела сточића али та резолуција текстура не би била адекватна за материјализацију целог једног 3Д модела парне локомотиве. Као што је већ помињано, када је 3Д модел огroman онда се дели на више мањих објеката или се УВ тог објекта дели на више УВ квадрата (*енгл. UV tile или UDIM*)<sup>84</sup> или на више *материјалних идентификација* (*енгл. Material IDs* у програму *3Дс Макс*)<sup>85</sup>. Када је све спремно, када је 3Д модел „обојен“ и када су текстуре оптималне величине, приступа се

<sup>83</sup> Погледати, *UNDERSTANDING UVS AND TEXEL DENSITY*, <https://substance3d.adobe.com/tutorials/courses/understanding-uvs-and-texel-density/youtube-bwusznnkRxo>, асц. 29.06.2021. at 10:22

<sup>84</sup> Погледати, *Paint Across UV Tiles (UDIMs) in Substance Painter*, <https://substance3d.adobe.com/magazine/paint-across-uv-tiles-udims-in-substance-painter/>, асц. 29.06.2021. at 10:27

<sup>85</sup> Погледати, *Material IDs*, <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2020/ENU/3DSMax-Reference/files/GUID-D8EDE0E1-9694-4844-B58B-A8CB0EBD473B-htm.html>, асц. 29.06.2021. at 10:30.

експортовању 2Д мапа са тачно одређеним именовањем. Након тога почиње импортовање 3Д модела и 2Д текстура које ће чинити његову материјализацију у финалном програму, а то је *Анрил Енџин*.

## 5. Анрил енџин (енгл. *Unreal engine*)

Последњи корак у процесу израде односно *најплајну* је импортовање свих готових 3Д и 2Д *асета*, њихово паковање у целине, програмирање, материјализација и оптимизација унутар *Анрил Енџина*. Овај програм је заправо софтвер за израду и приказивање компјутерских видео игара (енгл. *game engine*), ког је развио *Епик Гејмс* (енгл. *Epic Games*). Прва верзија овог програма је представљена 1998. године, пуцачком игром из првог лица под називом *Анрил* (енгл. *Unreal*). Иако је овај програм првобитно развијен за потребе израде *игара са пуцањем из првог лица* или ФПС-ова (енгл. *first person shooter*), од тада се користи за израду 3Д игара различитих жанрова, а усвојиле су га и друге индустрије, највише филмска и телевизијска индустрија. Написан програмским језиком C++, *Анрил* се одликује високим степеном преносивости, подржавајући широк спектар платформи за компјутере, мобилне уређаје, конзоле и виртуелну реалност.

Последња генерација је *Анрил Енџин 4*<sup>86</sup>, покренута 2014. године са претплатничким моделом наплате. Од 2015. године *Анрил* постаје бесплатан а фирма *Епик* дозвољава употребу програма у комерцијалне сврхе уз накнаду од 5% прихода од продаје. Ово потраживање се не односи на програмере који објављују своје пројекте преко *Епик Гејмс Стора* (енгл. *Epic Game Store*) интернет платформе за продају дигиталних медија насталих у *Анрил Енџину*. Након десет година, најављен је *Анрил Енџин 5* чија финална верзија је заказана да изађе почетком 2022. године.

*Анрил Енџин* је софтвер за писање сличица у реалном времену (енгл. *real time rendering engine*)<sup>87</sup>. То у теорији значи да корисник не мора да чека цртање односно *рендеровање* сличица. Ова погодност долази уз одређена ограничења. Да би се сличице цртале у реалном времену одређени начини израчунавања и приказивања реалних физичких појава морају бити лажирани или чак угашени од стране софтвера. Такође корисник има веома важну улогу оптимизовања модела, материјала, ефеката и других елемената у сцени да би се постигла та брзина цртања. Као што је већ поменуто врсте

---

<sup>86</sup> Тренутна верзија (за датум 29.06.2021.) је 4.26.2 и пред премијерна верзија 4.27.

<sup>87</sup> Поред *Анрил Енџина* постоје и други *рил тајм рендер енџини*: *Јунити* (енгл. *Unity*), *КрајЕнџин* (енгл. *Cry Engine*), *Фростбајт* (енгл. *Frostbite*) и тако даље.

покретности светла у *Анрилу* доносе и одузимају одређене опције реалног приказивања осветљености објекта. Рефракција, рефлексије, каустика (*енгл. caustics*), ППР, глобална илуминација у реалном времену, способност приказивања многобројних полигона одједном и слично, су такође „скупи“ ефекти који због оптимизације се на креативан начин *лажирају* (*енгл. faking*), упрошћују или искључују. Поред програма за *рендеровање* сличица у реалном времену, постоје и *рендер енџини* који могу приказати односно *изрендеровати* слике са тачном представом реалних физичких појава, али за извршење тих калкулација треба одређено време (понекад *рендеровање* једне сличице може трајати и неколико сати). Развојем технологије хардвера, посебно графичких картица (*GPU*) и компјутерских процесора (*CPU*) као и развојем нових софтверских алгоритама чак и оваква врста *тачног-рендеровања-у-приближно-реалном-времену* постаје све више могућа.<sup>88</sup> За потребе што бржег *рендеровања* студији за анимацију и специјалне ефекте поседују такозване *рендер фарме* (*енгл. render farm*). На пример *реднер фарма Пиксар* (*енгл. Pixar*) студија је у суштини супер-компјутер састављен од две хиљаде машина и двадесет и четири хиљаде језгара, што га чини једним од двадесет и пет највећих супер-компјутера на свету.<sup>89</sup>

## 5.1 Импортовање и материјализација

Да би се реализовала дигитална сценографија односно у овом случају виртуелно искуство, сваки креирани *асет* треба убацити, односно импортовати у *Анрил Енџин*, испрограмирати га и оптимизовати да би коректно функционисао у виртуелној сцени.

Процес импортовања 3Д објекта би изгледао овако. Након убацавања у програм, 3Д објекат би прво прошао кроз проверу: топологије, позиције и оријентације објекта у координатном систему, тачност оријентације полигона на објекту, постојање УВ мапа за текстуре и светлосне информације (*енгл. lightmaps*). Ако је 3Д објекат анимиран, проверава се тачност импортованог рига и анимације. Затим се приступа првом степену оптимизације а то је израда *ЛОД*-ова или *нивоа детаља* (*енгл. level of detail* или скраћено *LOD*). Ово је алатка којом се користе сви *гејм енџини* да би растеретили хардвер компјутера од прекомерног рачунања многобројних полигона објеката у 3Д простору.

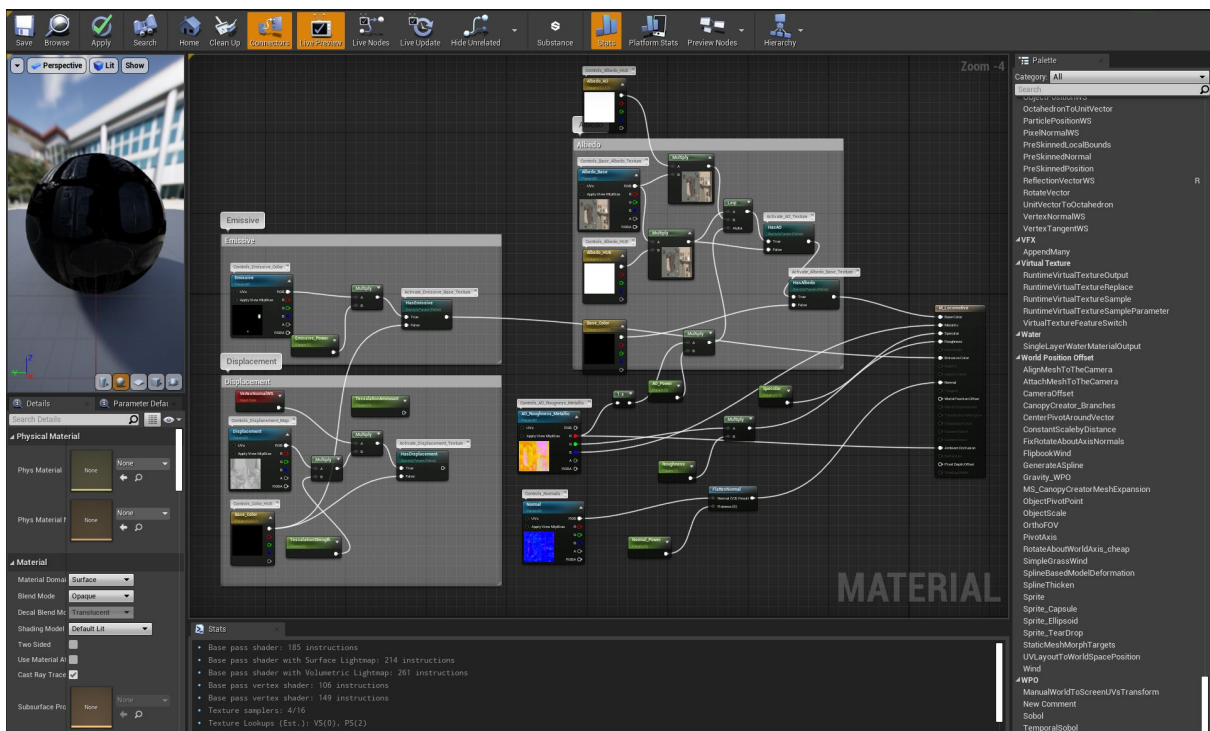
---

<sup>88</sup> Погледати, In Depth: Which render engine is best? (Updated 16 June 2021), [https://www.toolfarm.com/tutorial/in\\_depth\\_3d\\_renderers/](https://www.toolfarm.com/tutorial/in_depth_3d_renderers/), acc. 29.06.2021. at 13:18.

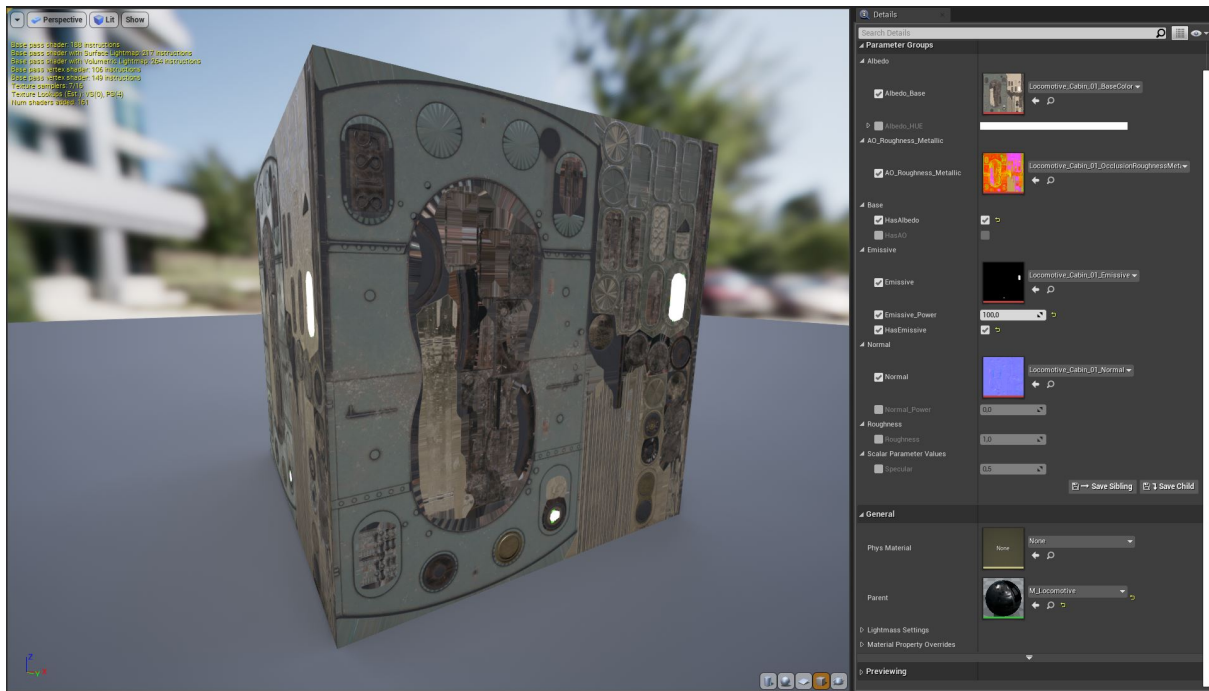
<sup>89</sup> Погледати, Rendering turns a virtual 3D scene into a 2D image, <https://sciencebehindpixar.org/pipeline/rendering> acc. 29.06.2021. at 13:50.

ЛОД-ови постепено оптимизују односно смањују број полигона 3Д објекта у односу на удаљеност од камере то јест корисника. Тако да ће најдеталнији, односно верзија 3Д објекта са највишим бројем полигона бити најближи камери и носиће ознаку ЛОД-0. Када се камера удаљи од објекта за одређено растојање „упалиће“ се ЛОД-1 који ће имати мање полигона од ЛОД-0 верзије, па ако се корисник односно камера удаљи још мало „упалиће“ се ЛОД-2 са још мање полигона и тако даље. Након ЛОД-ова се оптимизује и резолуција мапе за уписивање светлосних информација. Ако је објекат статичан ово је обавезан корак, ако је анимиран то јест покретан онда се овај корак може прескочити. Резолуција *светлосне мапе* одређује колико ће детаљно сенка бити приказана на објекту након *изградње сцене* (енгл. *build level*). Један од последњих корака је намештање *волмена сударања* (енгл. *collision volume*), који одређује како ће 3Д објекат утицати односно како ће *интерактовати* са покретним 3Д објектима или честицама у простору. Не морају сви објекти у 3Д сцени имати *волумен сударања*. Ако је 3Д објекат прошао проверу и ако све функционише како треба, модел се шаље даље на креирање материјала, ако не, модел се зависно од грешке коригује у одређеним, већ наведеним програмима.

Наредни корак је импортовање 2Д мапа односно текстура које ће се користити за програмирање материјала. Зависно од врсте материјализације, приступа се програмирању *мастер материјала* (енгл. *master material*) из ког ће касније бити изведене *материјалне инстанце* (енгл. *material instance*). У мастер материјалу се програмирају



Прилог 5.1. Приказ интерфејса приликом креирања Мастер Материјала



Прилог 5.2. Приказ интерфејса материјалне инстанце.

правила и параметри који одређују физичка својства одређеног материјала а инстанце се воде тим правилима и од корисника је потребно само да „убаци“ текстуре односно 2D мапе у програмирања поља. Кад се помене „програмирање материјала“ мисли се на визуелно програмирање које се користи и у већ поменутих процесима израде (на пример терена у програму *World Machine*), где повезивање *нодова* односно *чворова* замењује писање линије кода за одређену функцију. Када се заврши креирање и аплицирање материјала на одређени објекат, тај се објекат онда убацује и позиционира у 3D сцену водећи се сценографским решењем. Паралелно са „изградњом“ виртуелне сценографије и позиционирањем реквизите убацује се и расвета да би се игром светлости и сенке креирала жељена атмосфера а и да би се увиделе могуће грешке у светлосним мапама објеката.

## 5.2 Виртуелна реалност у Анрил Енџину

Олакшавајућа околност приликом стварања виртуелних искустава у *Анрил Енџину* је та што овај програм нуди почетне шаблоне (*енгл. template*) за стварање различитих врста видео игара, системе за филм и ТВ продукцију, архитектонске презентације, система за мулти корисничке прегледе дизајна и продукт конфигураторе, као и почетне шаблоне за израду виртуелних искустава. Ово ослобађа дизајнера од програмирања сегмената који су потребни за функционисање ВР искуства као на пример израду пијуна

(*eng. pawn*) чију улогу односно контроле преузима корисник када ВР искуство почне. Пијун односно актер (*енгл. actor*) поседује програмиране системе за покрет то јест телепортацију или транслацију као и за хватање 3Д објеката коју контролишу хаптички системи – дојстици. НМД и дојстици су такође конфигурисани да комуницирају са сензорима за праћење покрета тако да корисничко померање главе и руку у реалном свету се преводи у покрет у виртуелном свету. Дизајнеру, осим осмишљавања, 3Д моделовања, фризирања, шивења, текстурисања, симулације, риговања, анимације, убацивања, програмирања, оптимизације и тестирања целокупног виртуелног света који окружује пијуна, остаје само да постави волумене за сударање. Такозвани *волумени за модификацију навигације* (*енгл. Navigation Modifier Volume*), креирајући *путање* (*енгл. paths*) одређују где корисник сме а где не сме да се креће по виртуелном простору, решавајући проблем могућег корисничког „губљења“ у виртуелном простору. На пример, цела сцена екстеријера и ентеријера студија браће Лимијер поседује ове волумене за модификацију навигације. Они су смештени у све зидове, стубове, ограду од баште да се корисници не би телепортовали у шуму са друге стране ограде као и делове реквизите, намештај, расвету и тако даље. Све са циљем да корисник односно гледалац не испадне из одређеног простора за кретање у виртуелном свету и да би се избегло корисничко сударање то јест улажење у делове реквизите или сценографије. Приликом израде виртуелног искуства, у дигиталну сценографију се уводи и звук да би поспешило корисничко урањање у виртуелни простор. *Анрил Енџин* поседује одличне алате који симулирају спацијално слабљење односно атенуацију звука. Кроз намештање параметра се конфигурише јачина, зона ефекта и брзина атенуације, одјек, дифузија и друга физичка својства звука, такође могуће је мешање тачније миксовање више узорака (*енгл. sample*) да би се створио интересантнији звучни ефекат. Пошто аутор овог пројекта не поседује професионалну опрему за снимање звука, пронађени су различити аудио снимци односно звучни ефекти на сајту британске телевизије *БиБиСи* (*енгл. BBC*)<sup>90</sup>. На овом сајту се бесплатно могу наћи и преузети различити аудио записи створени у последњих шездесетак година за потребе *БиБиСијевих* репортажа и емисија. Поред ове онлајн аудио библиотеке постоји и *Фрисаунд* (*енгл. Freesound.com*) где многобројни чланови ове платформе постављају различите аудио записе за бесплатно преузимање.

---

<sup>90</sup> Погледати, BBC Sound Effects, <https://sound-effects.bbcrewind.co.uk/>, acc. 30.06.2021. at 11:01.

У четвртом и петом поглављу је дат најједноставнији приказ целог креативног и техничког процеса израде практичног дела уметничког пројекта. Сваки корак у процесу је представљен на базном нивоу односно није описана употреба сваког програма који је коришћен јер за то постоје специјалне књиге и предавања односно туторијали који се могу наћи на интернету. Представљен је само суштински начин приступања изради виртуелне сценографије и дигиталних глумаца и треба поменути да овакав процес израде није правило које треба стриктно поштовати и пратити. Сваки пајплајн је другачији, зависно од врсте пројекта, студија то јест броја људи, програма и тако даље. Технологија се рапидно развија и могуће је да цео процес израде који је описан у овом раду буде кроз неколико година тотално превазиђен. Као одличан пример је најављен излазак пете генерације *Анрил Енџина* односно *Unreal Engine 5* почетком 2022. Ова верзија по речима људи који развијају овај софтвер, ће имати могућност лакшег и бржег процесирања многобројних полигона у сцени користећи се системом *Ненајт* (енгл. *Nanite*) што ће омогућити да модели буду много детаљни, тиме и реалнији. Поседоваће *Лумен* систем (енгл. *Lumen*) који ће решити и убрзати калибрацију светла и рефлексија тиме решити проблем који је и проузроковао промену финалне идеје овог докторског уметничког пројекта. Осим ова два круцијална новитета постоје многи други који ће бити уграђени у нову верзију овог програма, што отвара питање шта ће остали програми за креирање дигиталних светова донети наредних година. Креативни ствараоци који користе дигиталне технологије се морају константно усавршавати, пратећи развој нових технологија јер оне могу да убрзају и промене процесе израде а можда и да инспиришу креирање нових медија, тиме оспоравајући Мановичеву тезу да компјутер није катализатор нових форми него служи само да учврсти већ постојеће.



Прилог 5.3. Ентеријер студија браће Лимијер

## 6. Закључак

### 6.1 Закључна разматрања

Предмет овог уметничког рада је било истраживање нових расположивих компјутерских програма и дигиталних техника намењених 3Д моделовању и виртуелној реалности у изради дигиталне сценографије која допушта активно учешће (присуство) гледаоца у сценографски осмишљеном простору и филмској радњи. Истраживање је са једне стране подразумевало класификацију и начин употребе опреме (хардвер и софтвер) намењене реализацији дигиталне сценографије као и сета технолошке опреме која кориснику (гледаоцу-учеснику) омогућава потпуни доживљај виртуелног окружења. Како би се овај комплексан процес повезао и функционисао са жељеним исходом, неопходно је било истражити и психолошку компоненту то јест дејство дигитално генерисаних дражи на перцепцију. С тога су још у почетној фази, на самом почетку израде виртуелне сценографије вршени тестови са фокусом на постизање визуелне реалности унутар виртуелне сценографије као и управљање корисничком пажњом унутар VR-а, а у ту сврху су коришћене готове виртуелне игре, филмови, креативни програми и друга искуства у оквиру НМД система. Сва ова истраживања су резултирала планом рада који је стриктно морао бити подељен у фазе и међу фазе са међусобно контролисаном корелацијом свих делова процеса (*најплатјн*) израде дигиталне сценографије. Овим делом рада је установљена и успостављена технолошка процедура која је требала да обезбеди реализацију идејног концепта стварања тематске виртуелне реалности дефинисаног садржаја.

Иницијална идеја уметничког аспекта рада је Воз браће Лимијер, то јест реминисценција на њихов први филм, уласка воза у станицу. Иако тај филм није имао класичан сценарио који подразумева заплет и развој радње, ипак би се могао сврстати у „камен међаш“ филмске продукције, будући да је кроз релативно примитивну примену технологије, изазвао бурну реакцију код публике и тиме отворио полигон за експерименте повратних дејстава на релацији филм - публика.

Теза овог рада је да спој данас већ високо софистициране технологије и осмишљеног сценарија на нивоу омажа браћи Лимијер, уз доживљај виртуелне реалности, пасивног гледаоца трансформише у улогу активног учесника проширујући му корисничко искуство квалитативно новим сензацијама. Симулација стварног простора, друге епохе који виртуелно егзистира у садашњој, показала је могућност да се



синтетишу алтернативни временски токови и доказала да је виртуелна реалност иманентни део објективне реалности што је у великој мери достигнуће које ствара прилике за даље унапређивање како филма тако и ширења спектра квалитета доживљаја гледаоца-учесника.

Будући да су циљеви овог уметничког пројекта били да се објасни, и анализира:

- комплексни процес стварања дигиталне сценографије и дигиталних глумаца, који посредују у доживљају интерактивног виртуелног искуства,
- квалитативни аспект утицаја виртуелног искуства на корисника,
- могући потенцијал технологије ВР-а и њене улоге у промени парадигме посматрања филмског дела, услед чињенице да се ради интерактивној партиципацији гледаоца-учесника,

уметнички пројект је као референтни модел показао следеће:

Да би виртуелна реалност била успешна, морају се испунити одређени параметри. Виртуелна реалност мора бити: **уверљива, интерактивна, да поседује сензорску узајамност и да буде имерсивна.**

По утисцима корисника са изложбене презентације а и пре, током тестирања, креирана виртуелна сценографија делује **уверљиво** и постиже се утисак присутности у виртуелном простору.

**Сензорска узајамност** је донекле испуњена. Корисник би се у теорији могао кретати кроз реалан свет и то кретање би се могло пренети у виртуелни свет путем сензора за калибрацију позиционирања али нажалост ту за сад постоје ограничења. Сензори коришћени за пројекат односно на изложбеној презентацији имају одређен домет утицаја, такође НМД је кабловима повезан са компјутером, што ограничава кориснички простор кретања у реалном свету на квадрат димензија 2 x 2 метра.

Поред осећаја позиционирања у виртуелном свету постигнуте су **визуелна** (видно поље корисника у виртуелном свету је отприлике слично као и у реалном свету) и **слушна узајамност** (звук у виртуелној сценографији донекле има физичка својства звука као у реалном свету). **Хаптика** узајамност није испуњена јер корисник при додиривању објеката у виртуелном простору нема осећај осликавања величине, тежине и форме објекта као да је у стварном свету што је последица недостатка адекватне опреме.

Финални параметар који највише зависи од успешности горе наведених ставки је **имерсивност (утоњуће)**. Иако није постигнута **интерактивност** у виртуелном искуству, већина гледалаца је искусила висок степен осећаја **имерсивности** захваљујући детаљној тродимензионалној виртуелној симулацији сценографског простора, са пропратним ефектима као што су звукови, симулиране природне појаве, анимирани одређени комади реквизите као и великој парној локомотиви која се залеће ка гледаоцу.

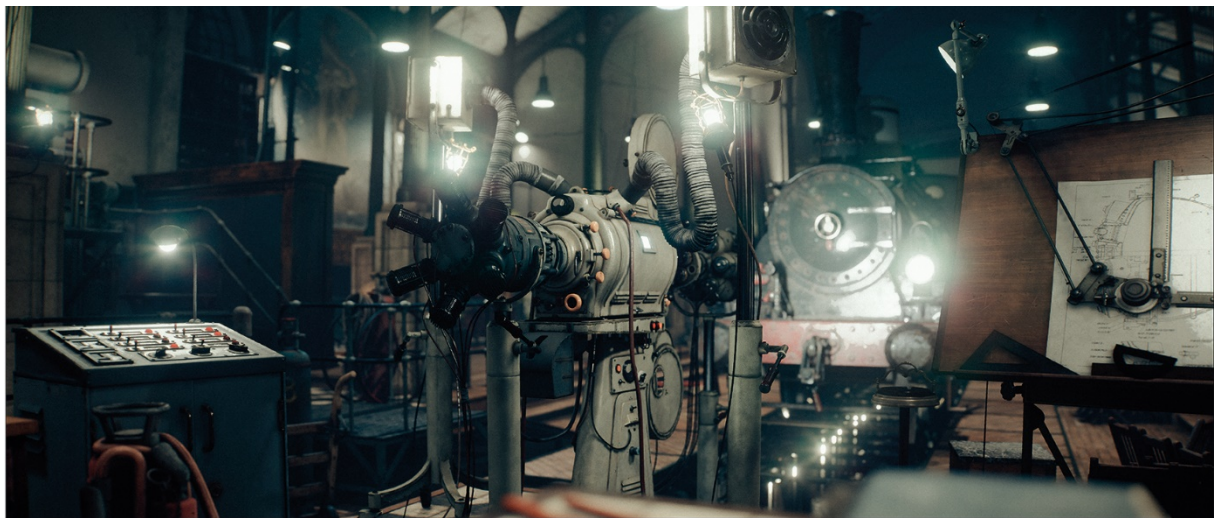
Свеукупно, може се рећи да је креирано виртуелно искуство успело. Постигнута је симулација осећаја који су имали први гледаоци филма *Улазак воза у станицу* браће Лимијер 1896 године. Осим тога у овом уметничком пројекту направљен је помак јер је виртуелна реалност привремено пробила просторну и временску баријеру синтезом материјалног и нематеријалног фактора с обзиром да је публика могла да „уђе“ у сценографски сет и разгледа га по свом нахођењу имајући могућност за алтернативне изборе присуства у амбијенту.

Овај рад иако је изведен индивидуално ван студијских услова који претпостављају изузетно софистицирану опрему и различите сараднике, представља модел који може послужити у едукативне сврхе, а истовремено као концепт може иницирати промену парадигме класичног филма и филма као проширеног медија у потрази за новим уметничким изразима.

Иако је у фокус рада стављена сценографија као интегришући фактор филмског производа и њеном дејству на гледаоца, испоставља се да се њен дигитални облик у VR окружењу и комуникација са корисником поприма потпуно нову медијску димензију што води даљим теоријским разматрањима и експериментима у пракси.



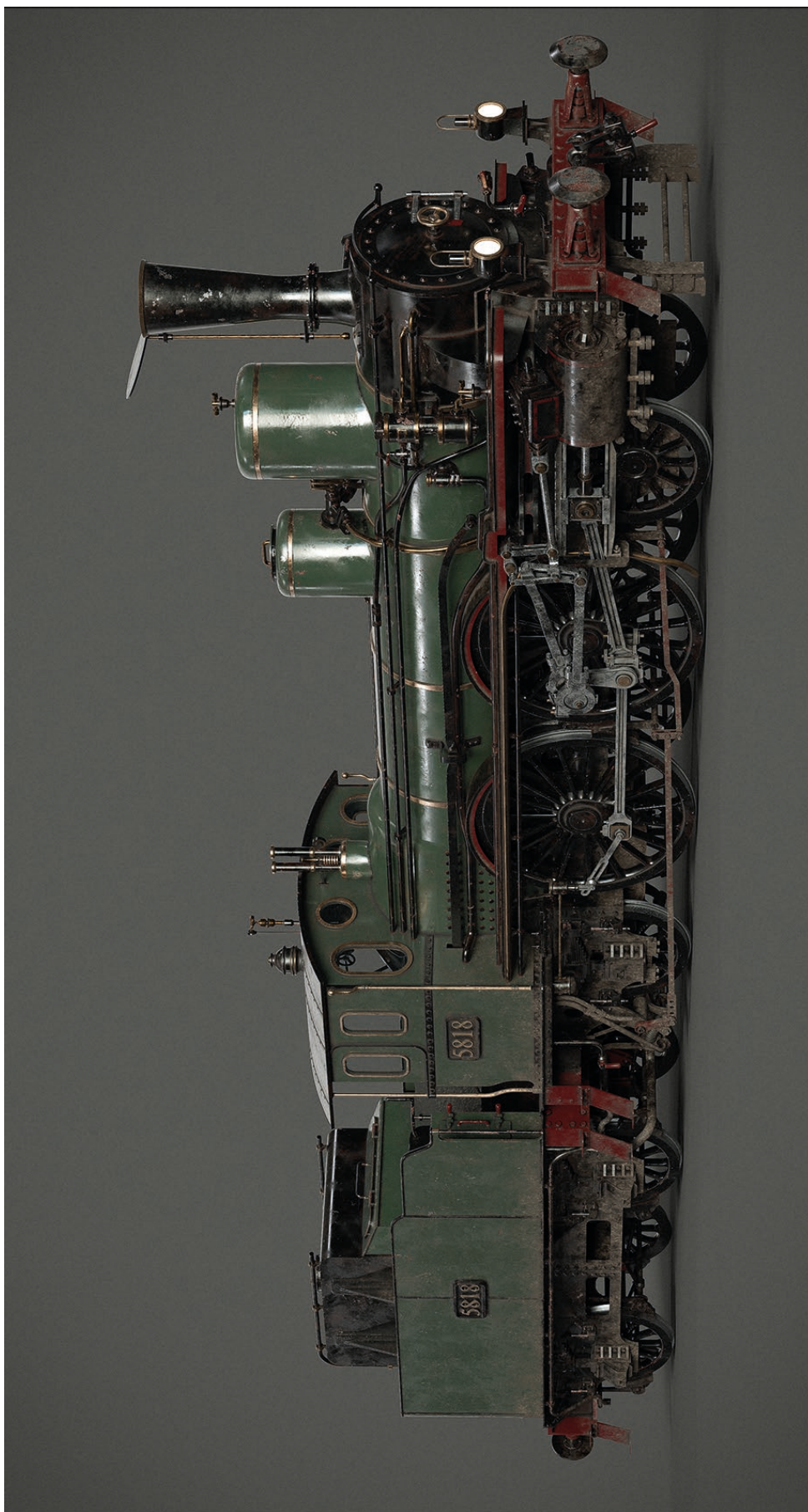
Прилог 6.1. Екстеријер и ентеријер студија браће Лимијер



Прилог 6.2. Ентеријер студија браће Лимијер



Прилог 6.3. Ентеријер студија браће Лимијер



Прилог 6.4. Воз браће Лимијер

## Литература

1. Dean, Ian, Real time cinematography, *3D World magazine* (213, 26-30), Bath, Future publishing, November 2016.
2. Dean, Ian, Should your next job be in VR, *3D World magazine* (217, 86-89), Bath, Future publishing, February 2017.
3. Dinur, Eran, *The Filmmaker's Guide to Visual Effect (The Art and Techniques of VFX for Directors, Producers, Editors, and Cinematographers)*, New York, Routledge, 2017.
4. Donnano, Antonio, *La tecnica dei modelli Vol. 1 – 2, ?, Ikon*, 2008
5. Dunlop, Renee, *Production pipeline fundamentals for film and games*, Burlington, Focal Press, 2014.
6. Еко, Умберто, *Како се пише дипломски рад*, Народна књига и Алфа, Београд, 2000.
7. Halligan, Fionnuala, *Production design*, Lewes, Ilex Press Ltd., 2013.
8. Hogg, Trevor, Reality check: Looking to a virtual future, *3D World magazine* (218, 78-81), Bath, Future publishing, March 2017.
9. Hogg, Trevor, Sensing a virtual opportunity, *3D World magazine* (217, 72-75), Bath, Future publishing, February 2017.
10. Katatikarn, P. Jasmine i Michael Tanzillo, *Lighting for Animation (the art of visual storytelling)*, Boca Raton, CRC Press, 2017.
11. LoBruto, Vincent, *The Filmmaker's Guide to Production Design*, New York, Allworth Press, 2002.
12. Li, Jingtian, Build a realistic real-time arch-viz environment, *3D World magazine* (218, 48-53), Bath, Future publishing, March 2017.
13. Manovich, Lev, *Software Takes Command (International Texts in Critical Media Aesthetics)*, New York, Bloomsbury Publishing Pic, 2013.
14. Manovich, Lev, *Метамедији*, избор текстова, (приредио Дејан Сретеновић), Београд, Центар за савремену уметност, едиција ВИР цо/Но 2, 2001.
15. McDermott, Wes, *THE PBR GUIDE BY ALLEGORITHMIC - PART 1 + PART 2, ?, Allegorithmic*, 2018.
16. McCaffrey, Mitch, *Unreal Engine VR Cookbook (Developing Virtual Reality with UE4)*, Boston, Addison-Wesley Professional, 2017.
17. Mercado, Gustavo, *The filmmaker's eye (Learning (and breaking) the rules of cinematic composition)*, Burlington, Elsevier, 2011.
18. Moniem A, Muhammad, *Unreal Engine Lighting and Rendering Essentials*, Birmingham, Packt Publishing, 2015.
19. Мунитић, Ранко, *Естетика анимације*, Београд, Филмски центар Србије, 2009.
20. Murdock L, Kelly, *Autodesk 3ds Max 2014 Bible*, Indianapolis, John Wiley & Sons Inc, 2014.
21. Nixon, David, *Unreal Engine 4 for Beginners, (?), Luquinox*, 2017.
22. Оливер, Грау, *Виртуелна уметност* (прев. Ксенија Годоровић), Београд, Клио, 2008.
23. Омон, Жак и др., *Естетика филма*, (превела са француског Јасна Видић), Београд, Клио, 2006.
24. Parkinson, David, *Историја филма*, (прев. Наташа Кривокапић), Београд: Дерета, 2014
25. Rizzo, Michael, *The art direction handbook for film*, Burlington, Elsevier, 2005.

26. Sanders, Andrew, *An introduction to Unreal Engine 4*, Boca Raton, CRC Press, 2017.
27. Sharp, Brian, Inside oculus medium, *3D World magazine* (217, 18-25), Bath, Future publishing, February 2017.
28. Шћепановић, Владислав, *Медијски спектакл и деструкција (Естетика деструкције и спектакуларизација стварности: 11. септембар као медијски феномен)*, Београд, Универзитет уметности и Службени гласник, 2010.
29. Yot, Richard, *Light for Visual Artists (Understanding & Using light in Art & Design)*, London, Laurence King Publishing, 2011.
30. (?), Real time filmmaking, *3D World magazine* (213, 19-24), Bath, Future publishing, November 2016.

## Вебографија

1. Abrash, Michael, *What VR Could, Should, and Almost Certainly Will Be within Two Years (Steam Dev Days 2014)*, <https://www.youtube.com/watch?v=G-2dQoeqVVo> , acc. 15.06.2021. at 10:47.
2. Adams, Ernest, *Postmodernism and the Three Types of Immersion*, [http://designersnotebook.com/Columns/063\\_Postmodernism/063\\_postmodernism.htm](http://designersnotebook.com/Columns/063_Postmodernism/063_postmodernism.htm) , acc. 14.06.2021. at
3. BBC Sound Effects, <https://sound-effects.bbcrewind.co.uk/> , acc. 30.06.2021. at 11:01.
4. Virtual Reality Market Growth & Trends, <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-virtual-reality-vr-market> , acc. 18.06.2021. at 12:28.
5. Difference Between Interlaced <https://www.synopi.com/interlaced-and-progressive-video> , acc. 21.06.2021. at 11:21.
6. In Depth: Which render engine is best? (Updated 16 June 2021), [https://www.toolfarm.com/tutorial/in\\_depth\\_3d\\_renderers/](https://www.toolfarm.com/tutorial/in_depth_3d_renderers/) , acc. 29.06.2021. at 13:18.
7. Koljonen, Johanna, *Nostradamus report: Transforming Storytelling Together 2021:* <https://goteborgfilmfestival.se/wp-content/uploads/2021/02/GFF21-nostradamus-web-pages-210212.pdf>, acc. 14.06.2021. at 14:40 PM
8. *THE PBR GUIDE BY ALLEGORITHMIC - PART 1 + PART 2*, <https://substance3d.adobe.com/tutorials/courses/the-pbr-guide-part-1> acc. 28.06.2021. at 13:46.
9. Material IDs, <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2020/ENU/3DSMax-Reference/files/GUID-D8EDE0E1-9694-4844-B58B-A8CB0EBD473B-htm.html>, acc. 29.06.2021. at 10:30.
10. Muybridge, Eadward, *Animals in motion*, [www.cinereferences.net/consultationPdf/web/o000/019.pdf](http://www.cinereferences.net/consultationPdf/web/o000/019.pdf) , acc. 10.06.2021. at 18:15
11. Paint Across UV Tiles (UDIMs) in Substance Painter, <https://substance3d.adobe.com/magazine/paint-across-uv-tiles-udims-in-substance-painter/>, acc. 29.06.2021. at 10:27
12. Rendering turns a virtual 3D scene into a 2D image, <https://sciencebehindpixar.org/pipeline/rendering> acc. 29.06.2021. at 13:50.
13. Rendering Translucent Materials [Rendering Translucent Materials \(2001\) - Computer Animation history-CGI! \(jimdofree.com\)](http://www.jimdofree.com) , acc. 03.07.2021. at 19:05



14. Cinema Movie Projector AP5 - 1961 <https://sketchfab.com/3d-models/cinema-movie-projector-ap5-1961-6ea63a63e75149fcaea83026451bf479> , acc. 26.06.2021. at 15:17.
15. Start Up of a WW2 Submarine Diesel Engine of a German U-Boat, [https://www.youtube.com/watch?v=zLfa43\\_1WH8&list=PLRU9nlj8zcoPnpSUdzmjfEjpZyfqx82C0&index=22&t=209s](https://www.youtube.com/watch?v=zLfa43_1WH8&list=PLRU9nlj8zcoPnpSUdzmjfEjpZyfqx82C0&index=22&t=209s) , acc. 25.06.2021. at 13:44.
16. Types of VR system, <http://www.agocg.ac.uk/reports/virtual/37/chapter2.htm> , acc. 18.06.2021. at 16:54.
17. The Virtual Production of The Mandalorian, Season One, <https://www.youtube.com/watch?v=gUnxzVOs3rk>, acc. 14.06.2021. at 15:02.
18. *UNDERSTANDING UVS AND TEXEL DENSITY*, <https://substance3d.adobe.com/tutorials/courses/understanding-uvs-and-textel-density/youtube-bwusznnkRxo> , acc. 29.06.2021. at 10:22
19. Шиђанин, Предраг и Јелена Плавшић, *Имерсивна виртуелна реалност*, [https://educons.edu.rs/wp-content/uploads/2020/05/IMERSIVNA-VIRTUELNA-REALNOST\\_2019\\_2020.pdf](https://educons.edu.rs/wp-content/uploads/2020/05/IMERSIVNA-VIRTUELNA-REALNOST_2019_2020.pdf) , acc. 15.06.2021. at 09:38.

## Списак графичких прилога

- 2.1. <https://intelligentheritage.wordpress.com/2010/09/18/interesting-optical-device-thaumatrope/> , acc. 22.06.2021. at 14:39.
- 2.2. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phenakistoscope\\_3g07692u.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phenakistoscope_3g07692u.jpg) , acc. 22.06.2021. at 14:39.
- 2.3 <https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/collection-search-results/zoetrope/285473> acc. 22.06.2021. at 14:54.
- 2.3 <https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/collection-search-results/zoetrope/285473> , acc. 22.06.2021. at 14:47.
- 2.4 <https://www.pinterest.com/pin/459507968205220849/> , acc. 22.06.2021. at 15:00.
- 2.5 <https://www.theguardian.com/artanddesign/picture/2013/jun/15/horse-eadweard-muybridge> , acc. 22.06.2021. at 15:06.
- 2.6. <https://www.ebay.com/itm/360207807843> , acc. 22.06.2021. at 15:12.
- 2.7 <https://patrickmurfin.blogspot.com/2019/02/edisons-black-mariafirst-film-studio.html> , acc. 22.06.2021. at 15:20.
- 2.8 <https://yesterdaysamerica.com/the-father-of-film-thomas-edison/> , acc. 22.06.2021. at 15:23.
- 2.9. <https://theculturetrip.com/europe/france/articles/how-the-french-lumiere-brothers-invented-cinema/> , acc. 22.06.2021. at 15:38.

- 2.10. <https://www.cinemuse.org/reviews-posts/the-arrival-of-a-train-1897> , acc. 22.06.2021. at 15:46.
- 2.11. <http://www.uppergroundproduction.com/home/understanding-cinema-the-editing-a-scene-voyage-dan-la-lune> , acc. 22.06.2021. at 15:56.
- 2.12. <https://centuryfilmproject.files.wordpress.com/2017/02/lifeofanamericanfireman1.jpg> , acc. 22.06.2021. at 16:01.
- 2.13. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:La\\_Loupe\\_de\\_grand-maman\\_\(Grandma%27s\\_Reading\\_Glass\).Plan\\_7.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:La_Loupe_de_grand-maman_(Grandma%27s_Reading_Glass).Plan_7.jpg) , acc. 23.06.2021. at 13:09.
- 2.14. <https://www.youtube.com/watch?v=7f8ON092Gsw> , acc. 23.06.2021. at 13:13.
- 2.15. <https://slate.com/culture/2015/03/the-birth-of-a-nation-how-the-fight-to-censor-d-w-griffiths-film-shaped-american-history.html> , acc. 23.06.2021. at 13:29.
- 2.16. <https://www.britannica.com/topic/Battleship-Potemkin> , acc. 23.06.2021. at 13:31.
- 2.17. <https://artandhome.net/grand-staircases-inspire-awe-wonder/> , acc. 23.06.2021. at 14:06.
- 2.18. <https://quintessenceblog.com/dr-zhivago-the-story-behind-the-style/> , acc. 23.06.2021. at 14:12.
- 2.19. <https://techcrunch.com/2020/02/20/how-the-mandalorian-and-ilm-invisibly-reinvented-film-and-tv-production/> , acc. 23.06.2021. at 14:20.
- 3.1. <https://shannonselin.com/2016/11/panoramas-19th-century/> , acc. 23.06.2021. at 14:28.
- 3.2. <https://kindredcapital.medium.com/take-me-to-the-year-2028-1dd405bd30b6> , acc. 23.06.2021. at 14:30.
- 3.3. [https://www.researchgate.net/figure/The-Sketchpad-program-developed-by-Ivan-Sutherland-allowed-the-user-to-draw-on-a\\_fig6\\_318446870](https://www.researchgate.net/figure/The-Sketchpad-program-developed-by-Ivan-Sutherland-allowed-the-user-to-draw-on-a_fig6_318446870) , [https://www.researchgate.net/figure/The-Sword-of-Damocles-circa-1968-Reprinted-from-Sherman-and-Craig-2003-with\\_fig6\\_260761455](https://www.researchgate.net/figure/The-Sword-of-Damocles-circa-1968-Reprinted-from-Sherman-and-Craig-2003-with_fig6_260761455) , acc. 23.06.2021. at 14:44.
- 3.4. [https://www.researchgate.net/figure/Myron-Krueger-Videoplace-1975\\_fig1\\_274621011](https://www.researchgate.net/figure/Myron-Krueger-Videoplace-1975_fig1_274621011) , acc. 23.06.2021. at 14:48.
- 3.5. [https://www.reddit.com/r/OculusQuest/comments/djmlx7/from\\_an\\_ex\\_rift\\_cv1\\_user\\_the\\_oculus\\_quest\\_is\\_so/](https://www.reddit.com/r/OculusQuest/comments/djmlx7/from_an_ex_rift_cv1_user_the_oculus_quest_is_so/) , acc. 23.06.2021. at 14:52.
- 3.6. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cave\\_automatic\\_virtual\\_environment#/media/File:CAVE\\_Crayoland.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Cave_automatic_virtual_environment#/media/File:CAVE_Crayoland.jpg) , acc. 23.06.2021. at 14:57.
- 3.7. [https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus\\_Rift](https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift) , acc. 23.06.2021. at 14:58.
- 4.0, 4.1, 4.2, 4.3. Ауторске графике.

- 4.4. [https://www.researchgate.net/figure/Types-of-geometries-used-for-facial-modeling-a-polygonal-b-NURBS-c-subdivision\\_fig10\\_236217183](https://www.researchgate.net/figure/Types-of-geometries-used-for-facial-modeling-a-polygonal-b-NURBS-c-subdivision_fig10_236217183) , acc. 23.06.2021. at 15:51.
- 4.5. Ауторска графика и [https://en.wikipedia.org/wiki/Institut\\_Lumi%C3%A8re](https://en.wikipedia.org/wiki/Institut_Lumi%C3%A8re) , acc. 23.06.2021. at 15:58.
- 4.6. <https://twitter.com/xxivips/status/938366852039888896/photo/1> , acc. 23.06.2021. at 19:04.
- 4.7, 4.8 Ауторске графике.
- 4.9. [https://en.wikipedia.org/wiki/Sainte-Genevi%C3%A8ve\\_Library#/media/File:Salle\\_de\\_lecture\\_Biblioth%C3%A8que\\_Sainte-Genevieve\\_n03.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Sainte-Genevi%C3%A8ve_Library#/media/File:Salle_de_lecture_Biblioth%C3%A8que_Sainte-Genevieve_n03.jpg) acc. 24.06.2021. at 11:59. и Ауторска графика
- 4.10, 4.11, 4.12. Ауторске графике
- 4.13. Исечци из снимка, Start Up of a WW2 Submarine Diesel Engine of a German U-Boat, [https://www.youtube.com/watch?v=zLfa43\\_1WH8&list=PLRU9nlj8zcoPnpSUdzmjEjZyfqx82C0&index=22t=209s](https://www.youtube.com/watch?v=zLfa43_1WH8&list=PLRU9nlj8zcoPnpSUdzmjEjZyfqx82C0&index=22t=209s) , acc. 25.06.2021. at 13:44. и Ауторске графике
- 4.14. Ауторске графике
- 4.15. Фотографије Огиста Лимијера прикупљене са различитих интернет страница, ?
- 4.16,4.17,4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23 Ауторске графике
- 5.1, 5.2, 5.3 Ауторске графике
- 6.1, 6.2, 6.3, 6.4. Ауторске графике

## Биографски подаци о аутору

Михаило Радошевић је рођен 1989. године у Београду. Завршио је основне студије на Факултету примењених уметности у Београду на студијском програму дизајна – модул Дизајн ентеријера и намештаја, 2012. године. Мастер студије је завршио 2014. године на Факултету примењених уметности у Београду са темом „Ревитализација визуелног идентитета филмског класика Фаренхајт 451" на студијском програму примењена уметност – модул сценографија – филмска и ТВ сценографија код ментора, ред. проф. Јасне Драговић. За време мастер студија, креће професионално да се бави филмском и ТВ сценографијом, а након завршетка мастер студија, почиње да ради у студију за анимације и специјалне ефекте - *Spring Onion* у Београду, где учествује у изради многобројних реклама за стране и домаће клијенте. Половином 2016. године одлучује да се посвети личним пројектима, раду на даљину (*фрилансовању*) и уписује докторске студије на Факултету примењених уметности у Београду.

### Изложбе:

2018. – Групна изложба „Форма, примена, уметност“ у оквиру прославе 70 година Факултета примењених уметности, Музеј града Београда

2017. – Групна изложба „Филмска и ТВ сценографија“, Установа културе „Вук Стефановић Караџић“, Београд
2014. – Излагање мастер пројекта „Ревитализација визуелног идентитета филмског класика Фаренхајт 451“, Дом омладине, Београд
2013. – Излагање идејног решења за спомен – обележје Милутину Миланковићу, Удружење „Милутин Миланковић“, Београд

### **Награде и стипендије:**

2015. – Награда „Crater VFX“ тренинг центра за најбољи рад из области примењених уметности и дизајна
2014. – Награда „Вељко Деспотовић“ коју додељује Факултет примењених уметности за најбољи студентски рад на свим студијским нивоима из области - Филмска сценографија
- 2012/2013. – Стипендија фонда за младе таленте Републике Србије „Доситеја“
- 2011/2012. – Стипендија фонда за младе таленте Републике Србије „Доситеја“
- 2010/2011. – Стипендија републичке фондације за развој научног и уметничког подмлатка

### **Објављени радови:**

2019. – Learn squared, 3D Asset production with 3D Generalist Mihailo Radošević, онлајн мастерклас предавање.
2019. – кратки анимирани филм “Freight”, веб странице на којима је објављен кратки филм: Vimeo (Staff pick), Youtube, Artstation, Film shortage, VfxSerbia и др.
2018. – Q&A with kitbash modeling genius Mihailo Radošević – интервју за часопис „3DArtist“
2017. – Interview with the team behind IFCC 2017 Main titles – VFX Serbia
2017. – IFCC 2017 Main titles – Film shortage, Featured Short Film, Top 10 shorts 2017.
2017. – IFCC 2017 Main titles – уводна шпица за „Фестивал креативних комуникација у Загребу“ (Independent festival of creative communications), веб странице на којима је објављен кратки филм: Artstation magazine, Art of the title, VWartclub, CGRecord, CGPress, CGMeetup и др.
2017. – Групни пројекат ( анимација за рекламу Carling British Cider) – објављен у часопису „Lürzer’s int’l archive“-а, „200 Best digital artists worldwide 2017 - 2018“
2015. –UEPS AWARDS (The Association of Serbian Market Communication) – рекламна кампања „Добро јутро џезвери“ за компанију „Doncafe“
2015. - New York , Lower East Side, лични пројекат, објављен у часопису „3DCreative“ бр. 113
- 2014/2016. – Рекламе рађене за домаће и стране клијенте у оквиру Spring Onion студија у Београду

### **Списак уметничких, односно научних и стручних радова**

2020. – 3Д моделар и текстурер – кратки анимирани филм “Huxley”
2019. – 3Д моделар и текстурер – кратки анимирани филм “Freight”
2019. – Израда предавања под називом "3D Asset production with 3D Generalist Mihailo Radošević", за едукативну онлајн платформу Learn squared
- 2017/2021. – 3Д Генералиста - Vacuum studio, Пула

2017/2018. – Дизајнер и 3Д моделар за Kitbash3D, пројекти: Victorian, Factories, Utopia, Future slums  
2017. – 3Д Генералиста, Bunker VFX Studio, Београд  
2014/2016. – 3Д Генералиста, сценограф, концепт цртач - Spring Onion Studio, Београд  
2015. – Сет дизајнер, филм *Шума (The Forest)*, режија Jason Zada, продукција Lava Bear Films, извршна продукција Work in progress, Београд  
2013. – Сценограф на филму *Једнаки (Equals)*, режија Младен Ђорђевић, Дејан Караклајић, Дарко Лунгулов, Милош Петричић, Игор Стоименов, Ивица Видановић, продукција Cinnamon Production, Београд  
2013. – Асистент у сектору сценографије, филм *The November man*, режија Roger Donaldson, продукција Relativity media, извршна продукција Work in progress, Београд

## **Изјава о ауторству**

Потписани: **Михаило Радошевић**

број индекса: **79/2016**

**Изјављујем,**

да је докторска дисертација / докторски уметнички пројекат под насловом

**Воз браће Лимијер, Употреба виртуелних технологија у изради дигиталне сценографије – интерактивна инсталација**

- резултат сопственог истраживачког / уметничког истраживачког рада,
- да предложена докторска теза / докторски уметнички пројекат у целини ни у деловима није била / био предложена / предложен за добијање било које дипломе према студијским програмима других факултета,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 2021.

---

**Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације / докторског уметничког пројекта**

Име и презиме аутора: **Михаило Радошевић**

Број индекса: **79/2016**

Докторски студијски програм: **Примењене уметности и дизајн**

Наслов докторске дисертације / докторског уметничког пројекта:

**Воз браће Лимијер, Употреба виртуелних технологија у изради дигиталне сценографије – интерактивна инсталација**

Ментор: **мр Јасна Драговић, проф. емеритус, ФПУ у Београду**

Потписани (име и презиме аутора) **Михаило Радошевић**

изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације / докторског уметничког пројекта истоветна електронској верзији коју сам предао за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета уметности у Београду.**

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука / доктора уметности, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета уметности Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 2021.

## **Изјава о коришћењу**

Овлашћујем Универзитет уметности у Београду да у Дигитални репозиторијум Универзитета уметности унесе моју докторску дисертацију / докторски уметнички пројекат под називом:

**Воз браће Лимијер, Употреба виртуелних технологија у изради дигиталне сценографије – интерактивна инсталација**

која / и је моје ауторско дело.

Докторску дисертацију / докторски уметнички пројекат предао сам у електронском формату погодном за трајно депоновање.

У Београду, 2021.

Потпис докторанда

---