

VYSOKÁ ŠKOLA MÚZICKÝCH UMENÍ V BRATISLAVE
FILMOVÁ A TELEVÍZNA FAKULTA

BAKALÁRSKA PRÁCA

VYSOKÁ ŠKOLA MÚZICKÝCH UMENÍ V BRATISLAVE
FILMOVÁ A TELEVÍZNA FAKULTA

NÁZOV BAKALÁRSKEJ PRÁCE:
TOO MUCH. RENDERER ENGINES ARNOLD / V-RAY

ŠTUDIJNÝ PROGRAM: Kameramanská tvorba a vizuálne efekty
ŠTUDIJNÝ PLÁN: Vizuálne efekty
VEDÚCI BAKALÁRSKEJ PRÁCE: prof. Ľudovít Labík, ArtD.
EVIDENČNÉ ČÍSLO:

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Čestne vyhlasujem, že moju bakalársku prácu “ Too Much. Renderer Engines Arnold / V-Ray ” som vypracoval na základe vlastných poznatkov, teoretických aj praktických, štúdia odbornej literatúry, ktorá je kompletne vypísaná v zozname použitej literatúry, a konzultácie s pedagógmi alebo odborníkmi z oboru.

V Bratislave dňa _____

Richard Černaj

POĎAKOVANIE

Chcem sa úprimne poďakovať môjmu školiteľovi prof. Ľudovítovi Labíkovi, ArtD. za odbornú konzultáciu a cenné rady pri tvorbe teoretickej a praktickej práce. Zároveň ďakujem všetkým čo mi pomáhali.

ABSTRAKT

Cieľom mojej teoretickej bakalárskej práce je priblížiť základné informácie, históriu a funkčnosť enginov, ktoré sa používajú pri každom digitálnom výpočte. Následne chcem porovnať dva zvolené enginy Arnold a V-Ray, ktoré som používal počas môjho štúdia na vysokej škole múzických umení, odbor ateliér vizuálnych efektov. Dôvod výberu týchto enginov bol ten, že sú najviac dostupné pre študenta a zároveň sa používajú aj v praxi. V druhej časti bakalárskej práce, sa chcem venovať testom a problémom týchto dvoch enginov.

ABSTRACT

The aim of my theoretical bachelor thesis is to present the basic information, history and functionality of the engines that are used in every digital calculation. Then I want to compare the two selected engines Arnold and V-Ray, which I used during my studies at the College of Performing Arts, Department of Visual Effects. The reason for choosing these engines was that they are the most available for the student and at the same time they are also used in practice. In the second part of the bachelor thesis, I want to deal with the tests and problems of these two engines.

OBSAH

ÚVOD	10
1 ZÁKLADNÉ POJMY	11
1.1 CPU	11
1.2 GPU	11
1.3 ROZDIELY MEDZI CPU A GPU	11
1.4 ČO ZNAMENÁ RENDER	11
1.5 REAL-TIME RENDERING	12
1.6 PRE-RENDERING	12
2 HISTÓRIA 3D	13
2.1 1963	13
2.2 1970	14
2.3 1980	15
2.4 1990	16
2.5 2000	16
3 HISTÓRIA ARNOLD	17
3.1 1997	17
3.2 1998	17
3.3 1999	17
3.4 2001	17
3.5 2004	17
3.6 2016	17
3.7 2017	17
4 HISTÓRIA V-RAY	18
4.1 1997	18
4.2 2002	18
4.3 2006	18
4.4 2009	18
4.5 2010	18
4.6 2011	19
5 ARNOLD A V-RAY V PRAXI	19

6	RENDER SETTINGS ARNOLD.....	19
6.1	CAMMON.....	19
6.2	ARNOLD RENDERER.....	20
6.3	DIFFUSE.....	21
6.4	SPECULAR.....	21
6.5	TRANSMISSION.....	22
6.6	SSS.....	22
6.7	VOLUME INDIRECT.....	22
7	RAY DEPTH.....	23
8	ENVIRONMENT.....	23
9	MOTION BLUR.....	23
10	LIGHTS SETTINGS.....	24
11	TEXTURES (SETTINGS).....	24
12	SUBDIVISION.....	24
13	IMAGERS.....	24
14	SYSTEM.....	25
15	AOV.....	26
16	DIAGNOSTICS.....	26
17	RENDER SETTINGS V-RAY.....	27
17.1	COMMON.....	27
18	VRAY.....	28
19	GI.....	29
20	SETTINGS.....	30
21	OVERRIDERS.....	31
22	RENDER ELEMENTS.....	32
23	IPR.....	33
24	CLEAN MODEL.....	34
25	UV.....	35
26	TEXTURING.....	36
27	SHADER.....	37
28	CPU TEST.....	38

29	GPU RENDER TEST.....	40
30	XPU.....	43
31	BAKALÁRSKY FILM	44
32	ZÁVER.....	48
33	BIBLIOGRAFIA.....	49
34	ZOZNAM OBRÁZKOV.....	50

ÚVOD

Technologický pokrok napreduje každý deň, taktiež aj tvorba vizuálnych efektov a hier sa posúva na inú úroveň. Dlhú som uvažoval, že o akej téme budem písať teoretickú časť. Keďže vizuálne efekty majú širokú paletu možností, rozhodol som sa pre časť, s ktorou sa stretávam každý deň pri svojej práci. Sú to render engine. Vždy som obdivoval, ako umelci dokážu preniesť realitu do digitálnej podoby. Dopomáhajú im render engine. Vec, bez ktorej by nevznikla žiadna digitálna tvorba.

Počas štúdia som sa venoval 3D grafike, kde som vystriedal niekoľko render engine. Vďaka nim som nabral aj nové skúsenosti v tejto oblasti. Pri práci som často riešil problém dlhotrvajúceho renderu, aj napriek výkonnému počítaču. Výpočet mojej práce trval príliš dlho. Začal som hľadať rôzne alternatívy, ktoré dokážu zrýchliť render. Keďže používam render Arnold, ktorý dlho vykresľoval, mojou ďalšou alternatívou bol render V-Ray. Má skoro identické výsledky ako Arnold, ale je oveľa rýchlejší. Do svojho bakalárskeho filmu som si vybral tieto dva rendery preto, lebo ich najviac používam a sú ľahko dostupné pre študentov.

1 ZÁKLADNÉ POJMY

1.1 CPU

CPU render je založený na vykresľovaní pomocou procesora, ako z názvu vypovedá. Nie je obmedzovaný žiadnym počtom grafických kariet v pracovnej stanici, ani pamäťou VRAM. Najväčším plusom pre umelcov je to, že keď renderujú cez CPU tak nemusia kupovať drahé grafické karty. Samozrejme aj CPU má svoje nevýhody. Hlavná nevýhoda CPU je tá, že keď pracujeme na animáciach, alebo zložitých scénach, tak render trvá oveľa dlhšie ako na GPU.

1.2 GPU

GPU render je založený na jednej, alebo viacerých grafických kartách. GPU si dokáže lepšie poradiť s vykresľovaním 3D scény ako CPU, pretože je na to optimalizované. To znamená, že dokáže spracovať oveľa viacej údajov a výpočtov súčasne ako zmienené CPU. Úloha vykresľovania funguje na spôsobe snímania lúčov. GPU zvláda vykresľovanie oveľa lepšie, keďže má v sebe niekoľko tisíc jadier na rozdiel od CPU, ktoré má niekoľko násobne menej jadier. Napriek rýchlemu výsledku, má taktiež nevýhody. Majú problém pri vykresľovaní simulácií, ktoré vyžadujú veľa operácií s pohyblivými časticami. Taktiež najväčší problém je, rýchle zaplnenie pamäti grafickej karty, do ktorej sa vkladajú údaje scény od textúr, až po rôzne výpočty. Tá potom nie je schopná vykresľovať scénu. Niektoré render engines majú možnosť využiť systémovú pamäť takzvanú RAM. Táto má možno za následok horší výkon vykresľovania a výsledný render sa môže dosť líšiť.

1.3 ROZDIELY MEDZI CPU A GPU

Väčšinou je rýchlejšie GPU (Graphics Processing Unit) ako CPU (Central Processing Unit). V praxi tak úplne nezáleží čo je rýchlejšie, ale čo je pre danú úlohu lepšie. Render je zložitý proces, v ktorom počítame ako vyzerá scéna za pomoci CPU, alebo GPU na matematické výpočty, aby sme získali konečný obraz. V týchto výpočtoch prebieha veľké množstvo sledovania objektov a vrhanie lúčov v scéne. Je to podobný proces, ako sa deje v reálnom živote.

1.4 ČO ZNAMENÁ RENDER

Render je konečný proces, ktorý sa generuje z dvojrozmerného, alebo trojrozmerného obrazu pomocou aplikačných programov. Používa sa často vo filmovom, hernom priemysle, simulátoroch, architektonických návrhoch a v ďalších odvetviach. V dnešnej dobe existujú dve kategórie vykresľovania. Predbežné vykresľovanie (Pre-Rendering), alebo vykresľovanie v reálnom čase (Real-Time Rendering). Najväčší rozdiel spočíva v rýchlosti, akou prebieha výpočet finálneho obrazu.

1. 5 REAL-TIME RENDERING

Táto technika vykresľovania sa používa v interaktívnej grafike a v hrách, kde sa musí rýchlym tempom vykresľovať obraz. Keďže v takýchto prostrediach je vysoká interakcia tak si vyžaduje vykresľovanie v reálnom čase. Na túto techniku je vyhradený väčšinou grafický hardware GPU, ktoré prepočítava tieto informácie, a následne ich vykresľuje v reálnom čase. Zástupcom Real-Time Renderingu je v súčasnosti Unreal Engine od firmy Epic a Unity engine.



1 - The Mandalorian prvá séria použitie Unreal Engine na virtuálnu produkciu 2019.

<https://www.youtube.com/watch?v=gUnxzVOs3rk>

1. 6 PRE-RENDERING

Tento spôsob sa používa v prostrediach, kde nezáleží na rýchlosti. Vykreslenie obrazu sa vykonáva za pomoci viacjadrového výkonu CPU namiesto grafického hardware GPU. Táto technika sa používa väčšinou v animáciách a vizuálnych efektoch, kde treba čo najvyššiu úroveň fotorealizmu.



2 – Kingsglaive Final Fantasy XV vykresľované za pomoci Arnold a V-Ray 2016.

<https://www.youtube.com/watch?v=htnkOpknGok>

2 HISTÓRIA 3D

2.1 1963

Keď chcem porovnávať moje dva zvolené engine, tak je fajn povedať aj nejakú krátku históriu. Kde to vlastne všetko začalo, ako sme sa za tie roky posunuli dopredu. Začalo to predstavením programu Sketchpad, ktorý predstavil Ivan Sutherland v roku 1963. Sketchpad bol prvý 3D program v histórii. Taktiež známy, ako robotický kreslič. V tej dobe ho používali inžinieri na rôzne výpočty. Časom sa rozhranie zmenilo, aby bolo jednoduché. Mohli ho používať aj dizajnéri, umelci, ale aj ďalší ľudia v rôznych odvetviach práce. Softvér bol priekopníkom niektorých najdôležitejších konceptov vo výpočtovej technike, hlavne v grafickom rozhraní a programovaní. Ak používame zariadenia typu počítač, mobil, tak používame technológiu, ktorú vyvinul Sketchpad. Vďaka jednoduchému rozhraniu, bol tento program dosť známi a publikovaný. Veľa užívateľov považuje Ivana Sutherlanda tvorcom počítačovej grafiky.

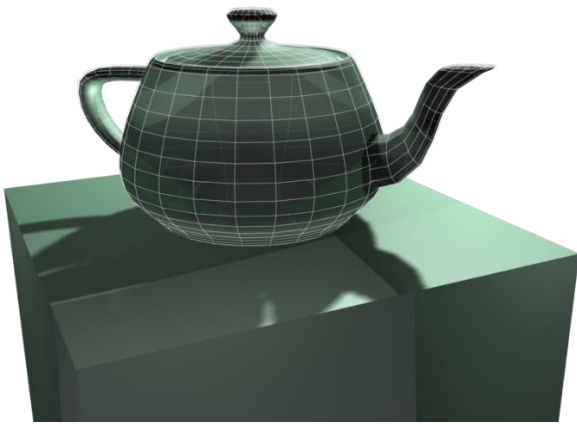


3 - Ivan Sutherland a Sketchpad program 1963.

<https://bimaplus.org/news/the-very-beginning-of-the-digital-representation-ivan-sutherland-sketchpad/>

2.2 1970

V roku 1970 Sutherland a David C. Evan boli profesionáli v oblasti 3D grafiky, ktorú dokonca vyučovali na univerzite v Utahu a ďalších vzdelávacích inštitútoch. Utah sa tak stal hlavným miestom, kde sa učili študenti 3D grafike. Sutherlandovi študenti popri štúdiu zakladali veľké štúdio Pixar. Zatiaľ čo Sutherlandov sketchpad dokázal modelovať iba najzakladanejšie 3D objekty, tak iný počítačový vedci využívali tento program na zložitejšie objekty. Koncom roku 1970 sa podarilo Martinovi Newell na univerzite v Utahu vymodelovať revolučný objekt a to čajník. Bol známy ako Utah Teapot. Aj keď to v dnešnej dobe vyzerá ako jednoduchý objekt, vtedy to boli náročné výpočty. Pre 3D počítačová grafiku, to znamenalo veľký skok.



4 – Utah Teapot 1970.

<https://www.atlasobscura.com/articles/utah-teapot>

2.3 1980

Investori a počítačový vedci si začali v roku 1980 uvedomovať potenciál 3D počítačovej grafiky. V polovici roku umožnili verejnosti používať prostriedky na mapovanie textúr a možnosť vyrenderovať svoj 3D model. 3D grafika sa začala viac popularizovať a pridávať do filmov, alebo hudobných videí. Najznámejší videoklip, kde sa používala 3D grafika, bol Money for Nothing od skupiny Dire Straits. Tento klip nemal žiadne náročné textúry, iba základné materiály, ktoré nám znázorňovali oblečenie, tvár postáv alebo miestnosť s televízormi. Takto sa začala 3D grafika popularizovať a ľudia chceli viac takéhoto obsahu, čo si všimol Hollywood.



5 – Videoklip Money for Nothing od skupiny Dire Straits 1985.
https://www.youtube.com/watch?v=wTP2RUD_cL0

2. 4 1990

V roku 1990 začala technológia 3D vykresľovania napredovať rýchlejšie ako kedykoľvek predtým v histórii. Najväčším bodom zlomu bol príchod animovaného filmu v roku 1995 a to Toy Story. Bol to prvý film, ktorý sa prezentoval tým, že je spravený za pomoci 3D grafiky. Divákovi sa páčil tento nový štýl animácie a dodnes existujú ďalšie animované filmy, ktoré sa inšpirovali týmto štýlom. Počas tejto doby napredovali aj videohry, ktoré doslova z jednej noci prešli z 2D grafiky na 3D.



1995



2019

6 – Toy Story 1, 1995 a Toy Story 4, 2019.

<https://www.youtube.com/watch?v=xxq9sy56rdk>

2. 5 2000

Od tohto roku sa 3D grafika stala našou neoddeliteľnou súčasťou každodenného života.

3 HISTÓRIA ARNOLD

3.1 1997

Začiatok Solid Angle siaha do roku 1997, keď zakladateľ Marcos Fajardo prišiel na spôsob vykresľovania, ktoré môže byť optimalizované tak, aby vytváralo najnáročnejšie snímky. Prvotný kód sledovania lúčov bol vložený do WYSIWYG, čo bol nástroj na osvetľovanie 3D scén. Vďaka tomuto silnému nástroju firma CAST Software získala v Toronte cenu Engineering Emmy Award.

3.2 1998

Po návšteve Blue Sky Studios v New Yorku v roku 1998, získal inšpiráciu pracovať vo filmovej produkcii. V tom čase spoluzakladateľ Carl Ludwig ukázal Marcosovi veľmi pekné a zaujímavé obrázky vykreslené pomocou ich nového scriptu na sledovanie lúčov Monte Carlo. Krátko nato vznikol Arnold.

3.3 1999

V roku 1999 po prvý krát použil Arnold španielsky animátor Daniel Martinez Lara, ktorý vydal krátky animovaný film Pepe. Tento film sa presadil vo svete. Od tohto animovaného filmu sa dala do povedomia tvorba CG techniky.

3.4 2001

Krátkometrážny film Ruairi Robinson Fifty Percent Grey, bol nominovaný na Oscara v roku 2001. V tomto roku spoločnosť Mikros Image ako prvá zakúpila licencie pre Arnold. Vykresľovací engine použili na vykreslenie VFX záberov pre francúzsky celovečerný film Le Boulet. Po dlhoročnej spolupráci s USC ICT bol Arnold znova použitý na stvárnenie krátkeho filmu Paula Debeveca The Parthenon, ktorý bol uvedený na SIGGRAPH v roku 2004.

3.5 2004

Sony Pictures Imageworks v roku 2004 uzavreli spoluprácu a partnerstvo s Marcosom Fajardom (zakladateľ Solid Angle), ktorý im umožnil zdrojový kód k Arnold. Štúdio Imageworks tým začalo používať Arnold ako svoj hlavný vykresľovací nástroj, ktorý sa použil v nasledujúcich filmoch. Vďaka tejto spolupráci vznikol film Monster House v roku 2006, ktorý bol následne aj nominovaný na cenu Akadémie. Bol to prvý animovaný celovečerný film vykreslený za pomoci Arnold engine. Ďalšie filmy, ktoré využívali tento vykresľovací engine, boli Oblačno miestami fašírky (Cloudy with a Chance of Meatballs), Alice v krajine zázrakov (Alice in Wonderland) a mnoho ďalších. Spolupráca pokračuje dodnes ale stým, že Arnold zdrojový kód sa stále vylepšuje a prispôsobuje k dnešnej dobe a technike.

Od vzniku Arnold ubehlo už niekoľko rokov a stal sa pre viaceré filmové, reklamné štúdiá ako najlepšia možnosť vykresľovania svojich prác. Vďaka svojmu svieteniu v scénach.

3.6 2016

Píše sa február rok 2016 a Solid Angle uzatvára spoluprácu s firmou Autodesk. Ešte v ten rok sa stáva Arnold hlavným vykresľovacím nástrojom pre programy Autodesk Maya a 3ds Max.

3.7 2017

V januári 2017 získava firma akademické ocenenia za Arnold v priemysle, a cenu za vedeckú činnosť.

4 HISTÓRIA V-RAY

4.1 1997

V Bulharsku hlavnom meste Sofia v roku 1997 vzniká nové animačné a dizajnérske štúdio Chaos Group, ktoré prinesie v budúcich rokoch render V-Ray. Pre jeden zo svojich prvých projektov tím potrebuje vykresliť atmosférické efekty, ako sú napríklad vietor, dážď, hmla a mnoho ďalších. Na základe tohto projektu začala niekoľko ročná tvorba pluginu a vzniká Atmos Blender. Problém nastal, že Atmos Blender nedokázal vrhať realistické tieňe na objekty, čím vznikali neprirodzené tieňe a odlesky materiálov. Začínajú písať svoj vlastný kód čo dokáže vrhať realistické lúče. Peter Mitev a Vlado Koylazov sú hlavnými zakladateľmi spoločnosti. Boli prekvapení a zároveň ohromení ako ich nový kód dokáže rýchlo vykresliť scénu s kvalitnými odrazmi. Uvedomujú si, že je to silný nástroj, ktorý by zaujal širokú verejnosť. Toto odštartovalo začiatok V-Ray rendera. Koncom roka 2001 vychádza prvá verejná beta verzia V-Ray.

4.2 2002

13. marca v roku 2002 oficiálne prichádza prvá verzia V-Ray pre program 3ds Max. Komunita ľudí je nadšená, čo dokáže tento render. Rôzne štúdiá začínajú používať V-Ray, ako svoj hlavný vykresľovací nástroj pre svoje rýchle globálne svietenie a sledovanie lúčov. Vďaka dobrým ohlasom a širokej komunite začali Chaos Group vkladať rôzne nástroje na zrýchlenie a zlepšenie práce.

4.3 2006

Počas roka 2006 Chaos Group prezentuje svoju novú verziu V-Ray 1.5 na Siggraph v Bostone, čo je celosvetová konferencia o počítačovej grafike a interaktívnych technológiách. Nová verzia je postavená na starom jadre. Začali pridávať nové funkcie ako fotoaparát s reálnymi parametrami a Shader VrayFastSSS. Dokáže rýchlejšie prepočítavať prechod svetelného lúča cez materiál, a mnoho ďalších funkcií.

4.4 2009

V 2009 prináša Chaos Group revolučnú možnosť vykresľovania a to interaktívny render V-Ray RT. Interaktívny render dosť pomohol používateľom, lebo už nemuseli čakať na vykreslenie dlhší čas. V reálnom čase mohli vylepšovať svoje materiály, svietenie a ďalšie prvky vo svojej scéne. Tomuto pomohlo využitie grafickej karty (GPU). Na konferencii Singgraph 2009 prezentujú očakávanú podporu V-Ray pre program Maya. Celosvetové VFX a filmové štúdiá začínajú používať V-Ray do svojich postupov pri práci.

4.5 2010

Spoločnosť uvádza na trh dlho očakávaný plugin na simuláciu rôznych elementov a to Phenonix FD. Phenonix FD poskytuje kompletne riešenie pre tvorbu dynamických efektov, ako sú rôzne tekutiny, vlny, hmla, oheň a mnoho podobných. V ten istý rok vydáva svoju novú verziu V-Ray 2.0. Pridáva nový obsah a ďalšie funkcie. Tento rok sa rozrastá komunita o viac ako 20 000 umelcov a dizajnérov „Chaos Group“.

4.6 2011

Chaos Group zakladá prvú pobočku v USA.

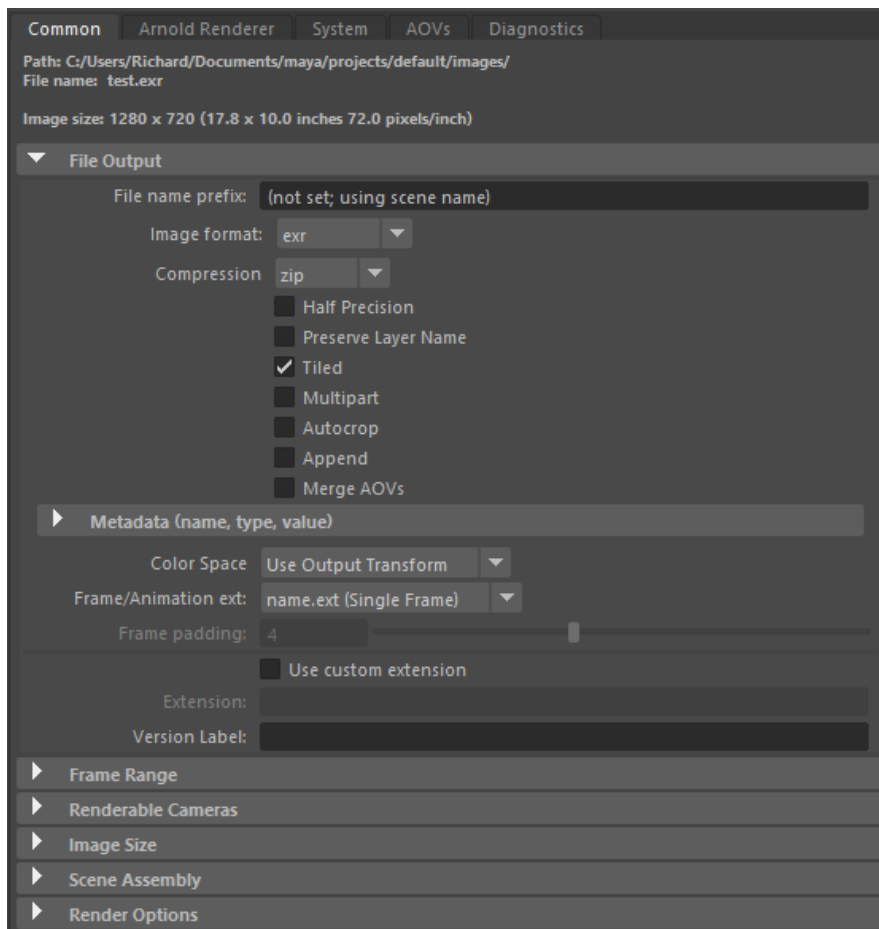
5 ARNOLD A V-RAY V PRAXI

V tejto kapitole budem ukazovať svoj postup, ako som postupoval pri tvorbe bakalárskeho filmu na ktorom pracujem aj so svojimi spolužiakmi. Zároveň budem riešiť rozdiely medzi Arnold a V-Ray. Rozdelil som to na niekoľko podkapitol, ktoré sa budú zaoberať nastaveniami daných renderov. Aké nám dokážu ponúknuť nastavenia, parametre a ďalšie veci. V druhej kapitole budeme riešiť rýchlosť a zároveň rozdiely voči Arnold a V-Ray.

6 RENDER SETTINGS ARNOLD

6.1 COMMON

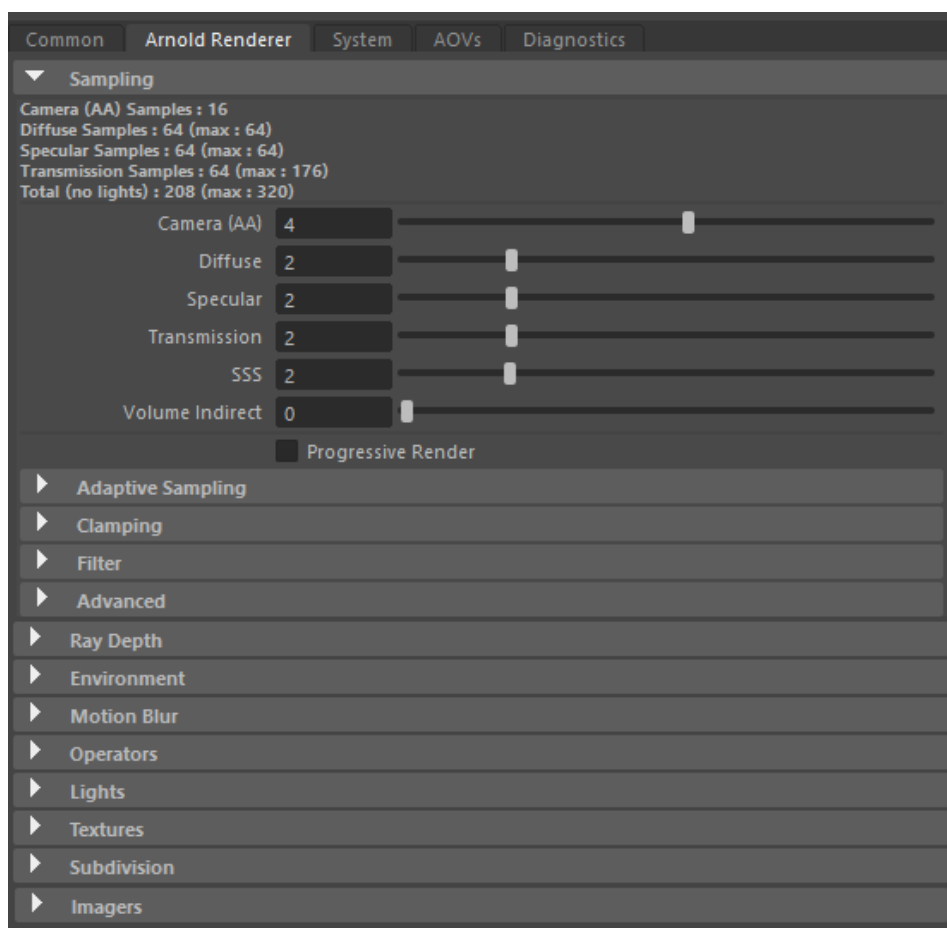
V prvom okne máme zložku common, kde máme základné nastavenia formátov ako je napríklad jpg, png, exr, tif, alebo spájanie AOV čo sú separátne dáta jednotlivého snímku. Ďalšie možnosti máme ako nastavovanie farebného priestoru, počet snímkov za sekundu a následne výber kamery, ktorú chceme renderovať.



7 - Nastavenia Arnold Common, vlastný obrázok 2022.

6.2 ARNOLD RENDERER

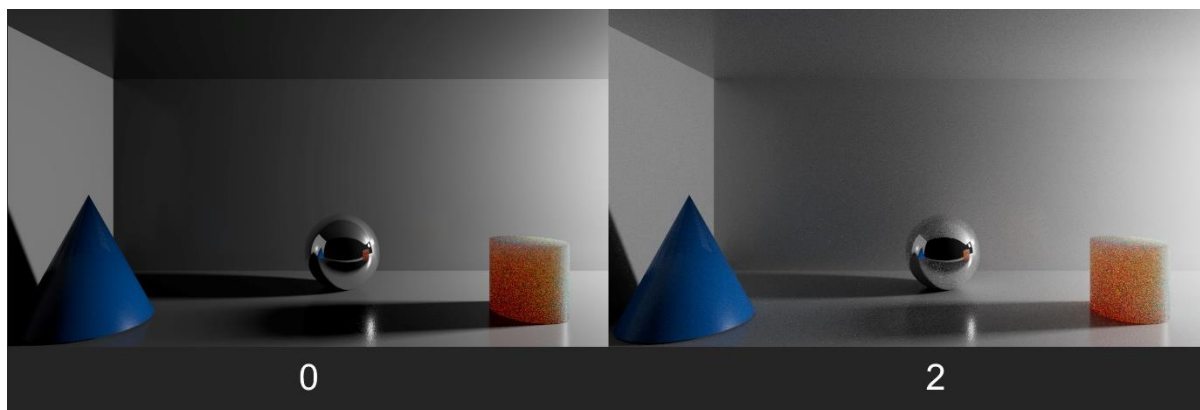
V tomto okienku máme hlavné nastavenia renderu Arnold, kde nastavujeme ako sa má správať pri vykresľovaní našej scény. Ako prvú možnosť máme nastavenie vzorkovania (sampling) čo nám umožní nastaviť kvalitu daného snímku. Funguje to na báze lúčov, ktoré idú z kamery a odrážajú sa od rôznych materiálov. Čím je menšia hodnota, tým má obraz viac šumu a ak má väčšiu hodnotu tým je obraz čistejší. Tieto nastavenia majú najväčší vplyv na dĺžke času vykreslenia snímku. Hodnoty sa násobia druhou mocninou to znamená, že ak mám nastavenú kameru na 2 (AA), ako vidíme na obrázku č. 8, tak výsledné vykresľovanie bude mať hodnotu $2 \times 2 = 4$. V praxi tieto hodnoty znamenajú, hodnota 4 je stredná kvalita a hodnota 8 je pre vysokú kvalitu. Zriedkavo sa používa hodnota 16, čo je najlepšia kvalita. Vďaka týmto hodnotám dokáže algoritmus vypočítať farby pixelu na základe farieb v ňom a okolo neho. Pixel môže mať vo vykreslení iba jednu farbu, ktorú vypočíta Arnold na základe prideleného materiálu, priameho a nepriameho svetla dopadajúceho na objekt. Aby render určil správnu farbu pre takýto pixel, tak pozerá na rôzne časti samotného pixelu. Tento proces voláme image sampling. AA Frekvenciu môžeme brať ako univerzálny výpočet vzorkovania pre ďalšie distribúcie vzorkovania ako sú Diffuse, Specular, Transmission, SSS a Volume Indirect.



8 - Arnold Renderer nastavenia, vlastný obrázok 2022.

6.3 DIFFUSE

Táto zložka riadi počet vyžiarených lúčov z kamery, ktoré dopadajú na materiály. Ak je hodnota viac ako nula, tak lúče z kamery sa pretínajú difúznym povrchom, ktorý vyžaruje nepriame difúzne lúče. Tieto lúče sa vyžarujú náhodným smerom to znamená, že šum vzniká na základe toho, že je nedostatok lúčov ktoré by rozpoznali rozsah prostredia. Prejavuje sa to zvyčajne v tmavých miestach, kde majú vzniknúť tieň.

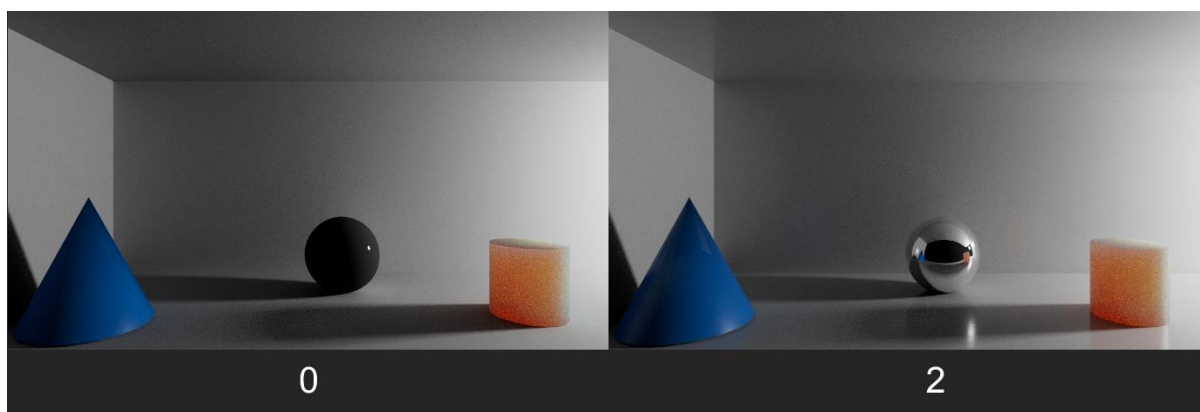


9 – Porovnávanie diffuse hodnôt na materiáloch, vlastný obrázok 2022.

Na obrázku č. 9 som nastavil hodnotu na 0 a ako môžeme vidieť, že na mieste kde majú byť tieň, máme tmavý obrys bez žiadneho šumu.

6.4 SPECULAR

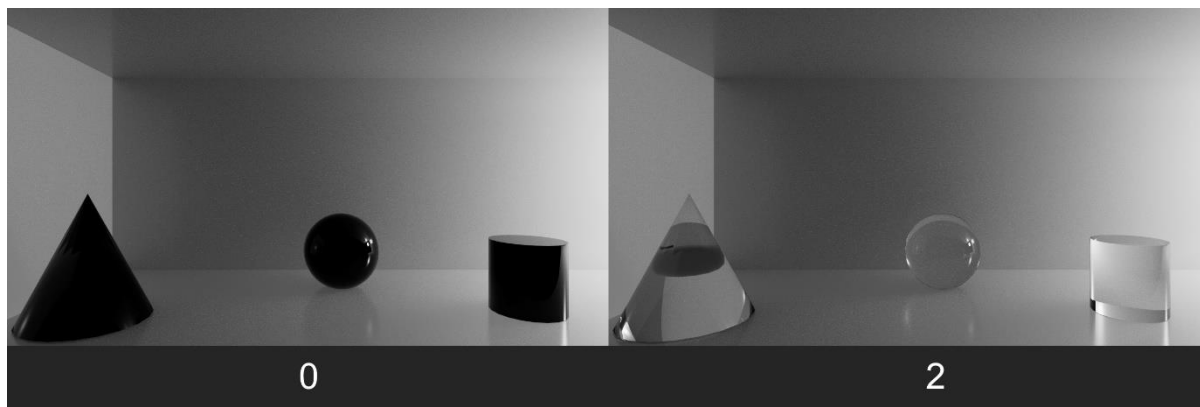
Možnosť specular nám redukuje šum na miestach, kde sa nám odráža nepriame žiarenie (jemné a rozmazané odrazí) ktoré sa nachádzajú na lesklých materiáloch, zrkadlách a oknách. Ako aj pri zložke diffuse aj tu funguje, čím väčšia hodnota, tým sa viac lúčov vyžiari na tieto miesta. Tak sa nám redukuje šum vo výslednom renderi.



10 - Testovanie odleskov na materiál a ich správanie, vlastný obrázok 2022.

6.5 TRANSMISSION

Riadi počet lúčov, ktoré simulujú prechod svetla cez priesvitné materiály.



11 – Test na Transmission, vlastný obrázok 2022.

6.6 SSS

SubSurface Scattering je zložka, ktorá riadi počet lúčov, ktoré prechádzajú priamo a nepriamo cez 3D modely. Vo vnútri objektu sa snaží odhadom prepočítať ako prechádza svetlo na povrch. S takýmto nastavením sa stretávame často pri tvorbe ľudských postáv, listoch, alebo pri materiáloch pri ktorých sa povrch mení.



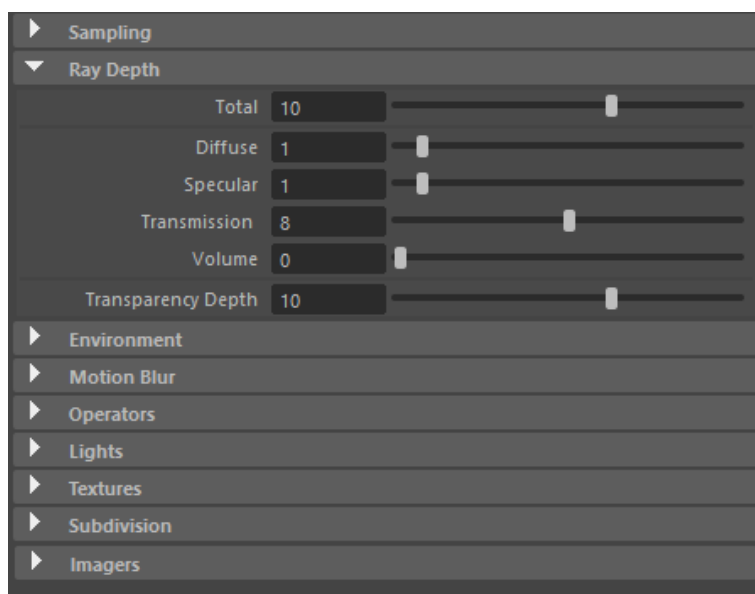
12 - Porovnávanie prechodu svetla cez materiály, vlastný obrázok 2022.

6.7 VOLUME INDIRECT

Riadi lúče ktoré vyžaruje materiál v prostredí, kde je veľa častíc ako sú napríklad hmla, dym alebo nejaké výpary, oblaky a podobne.

7 RAY DEPTH

Podskupina Ray Depth nám umožňuje konfigurovať nastavenia kvality a typy lúčov. Hlavný rozdiel oproti nastaveniam Sample je, že sa nesnažíme zmierniť šum v scéne a nastaviť kvalitu odrazov, čím dokážeme vytvoriť reálnejšie správanie materiálov. Ako aj pri Sample tak aj tu platí čím väčšia hodnota, tým bude render dlhšie trvať.



13 - Rozšírená ponuka nastavení v Ray Depth, vlastný obrázok 2022.

8 ENVIRONMENT

Nastavenie Environment nám poskytuje kontrolu nad pozadím a atmosférami v našej scéne. Máme tú možnosť vytvoriť hmlu, alebo atmosféru s objemom častíc, ktoré budú simulovať slnečné lúče.

9 MOTION BLUR

Toto nastavenie nám dáva možnosť ovládať kvalitu rozmazaného pohybu, ktorý sa následne aplikuje na fotoaparát v scéne. Môžeme tu rozmazať objekty, svetla, alebo Shadre.

10 LIGHTS SETTINGS

V lights settings môžeme nastavovať a mať kontrolu nad tým, ako Arnold vyhodnocuje svetlá v scéne. To znamená, že keď máme nastavené predvolené nastavenia (low Light Treshold 0.001) tak svetlá v scéne osvetľujú všetky objekty. Táto položka umožňuje prepojiť svetlo s konkrétnym objektom, tak svetlo bude osvetľovať iba objekt s ktorým je spojené. Zvýšenie hodnoty nám zrýchli render za cenu, že pri veľkých hodnotách sa nám začnú deformovať miesta kde sú tieňe.

11 TEXTURES (SETTINGS)

Nám umožňuje nastaviť čítanie textúr. Dôležitú vec čo treba spomenúť je tá, že Arnold má svoj vlastný formát na čítanie textúr, ktorý má koncovku TX. TX je tilovací mip-mapovaný formát (jeden Tile je na 64 x 64 pixelov). Vďaka tomuto formátu môže Arnold načítať textúry rýchlejšie a zároveň efektívne využívať pamäť nášho zariadenia. V praxi to funguje tak, že objekty ktoré sa nachádzajú mimo kameru tak sa nebudú čítať, ale tie čo sú na kamere tak im budú prispôsobené textúry podľa rozlíšenia nášho renderu. Okrem toho, že sa zlepší rýchlosť načítania renderu tak v pamäti sa nám uchováajú iba naposledy používané textúry s predvolenou veľkosťou 512 MB. To znamená, že ak máme textúry v rozlíšení 4K alebo 8K tak je to úplne jedno, lebo si to preformátuje do rozlíšenia ktoré potrebuje pre renderovanie.

12 SUBDIVISION

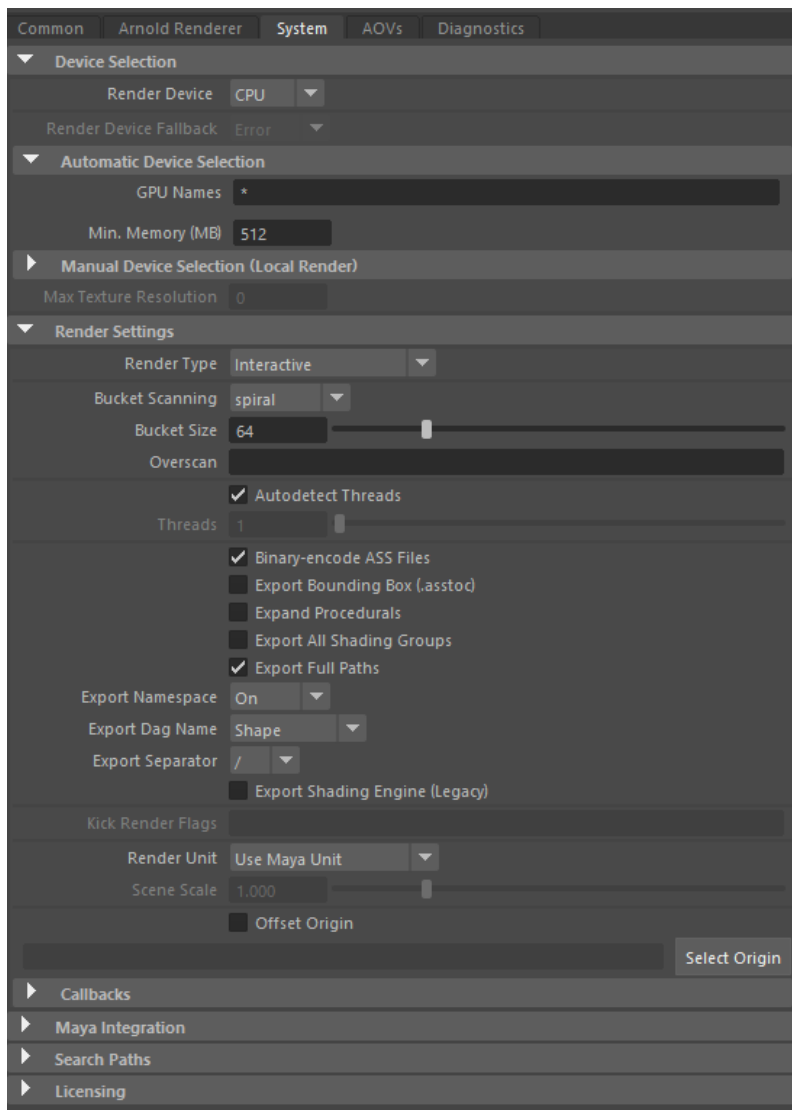
Nastavenie subdivision nám umožňuje riadiť v Arnold hustotu a delenie plôch na objektoch. Okrem globálneho ovládania môžeme ovládať aj jednotlivé objekty prostredníctvom editora pre samostatný objekt. Znamená to, že môžeme ovládať hustotu siete takzvaných polygónov v našom 3D objekte. Taktiež tu máme možnosť nastaviť hustotu siete, ktorá sa nachádza iba na zornom poli kamery, čo nám slúži na zachytenie a vykreslenie dôležitých detailov v scéne. Toto násobenie polygónov má vplyv na dlhšie načítanie scény pri renderovaní.

13 IMAGERS

Posledná záložka, ktorá sa nachádza v Arnold renderer nám slúži ako dodatočné spracovanie nášho výstupného obrazu. Máme tu k dispozícii postprocesy ako sú Arnold Denoiser, farebné korekcie, vyváženie bielej, lens effect a ďalšie. Tieto postprocesy je možné aplikovať v IPR (interactive preview render) v okne, ktoré nám slúži na zobrazovanie scény v reálnom čase.

14 SYSTEM

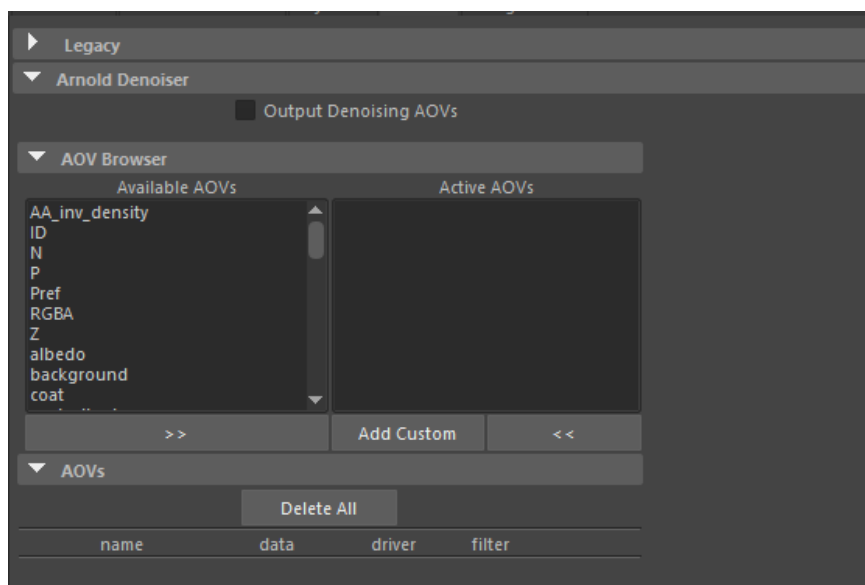
Záložka system nám umožní nastaviť akým hardvérom budeme vykresľovať našu scénu. Na výber máme CPU a GPU. Ďalšie možnosti nám umožňujú ako sa bude vykresľovať scéna, a veľkosť segmentov obrázkov takzvané Buckets.



14 - Záložka systém, vlastný obrázok 2022.

15 AOV

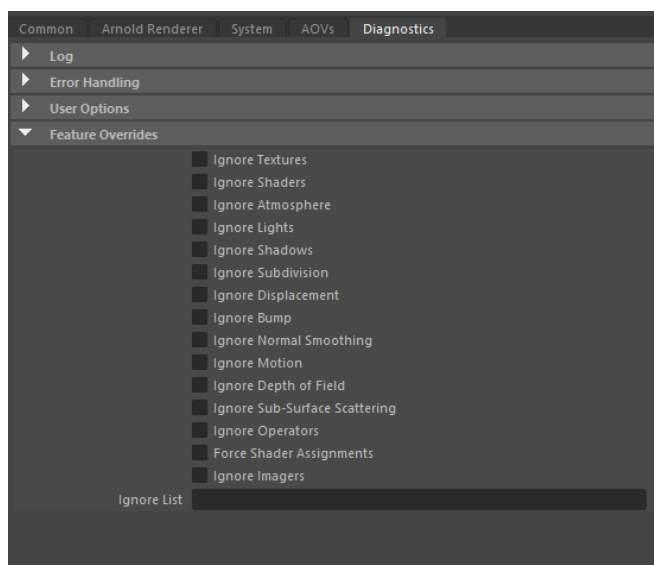
AOV (Arbitrary Output Variables) nám poskytuje spôsob separátneho vykreslenia daného renderu. Môžeme tu oddeliť priame a nepriame svetlá, ktoré následne v compositingu môžeme spojiť, alebo rôzne kombinovať. Následne tu máme informácie o hĺbke, polohe a pohybu našich objektov.



15 - AOV okno, vlastný obrázok 2022.

16 DIAGNOSTICS

Diagnostics je posledné okienko, ktoré nám slúži na monitorovanie a zároveň na odstránenie problémov v renderi.

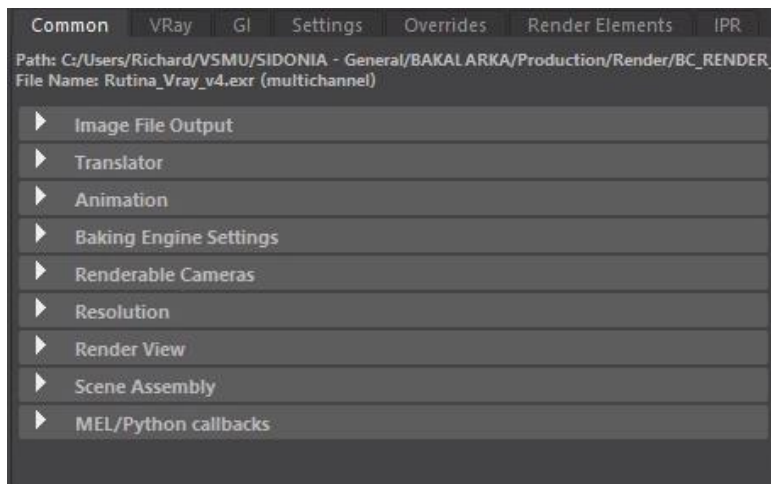


16 - Diagnostics okno, vlastný obrázok 2022.

17 RENDER SETTINGS V-RAY

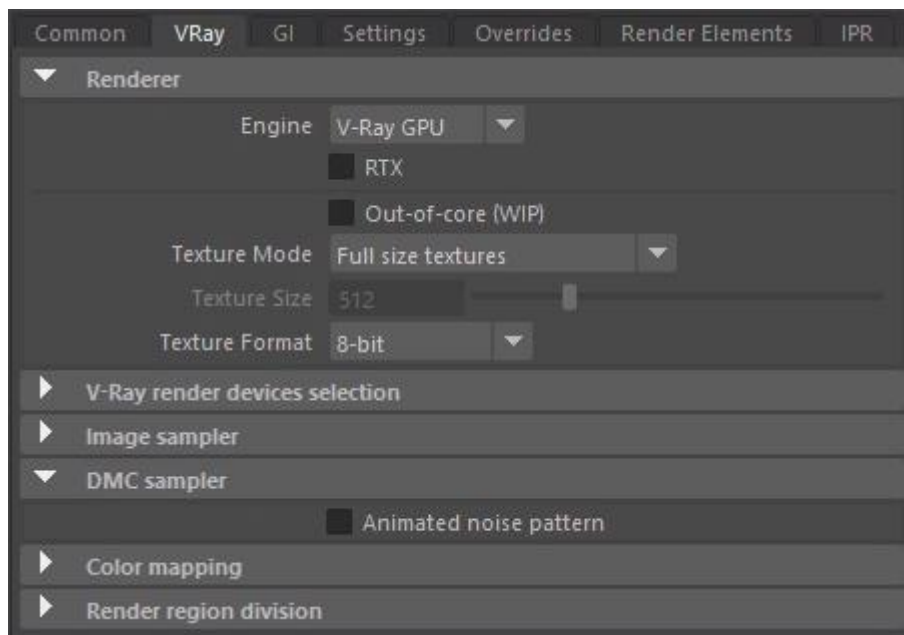
17.1 COMMON

Ako aj pri Arnold nastaveniach tak aj tu máme bežné nastavenia pre výstup súborov. Možnosti formátov, koľko chceme snímkov za sekundu, rozlíšenie scény a zobrazovanie.



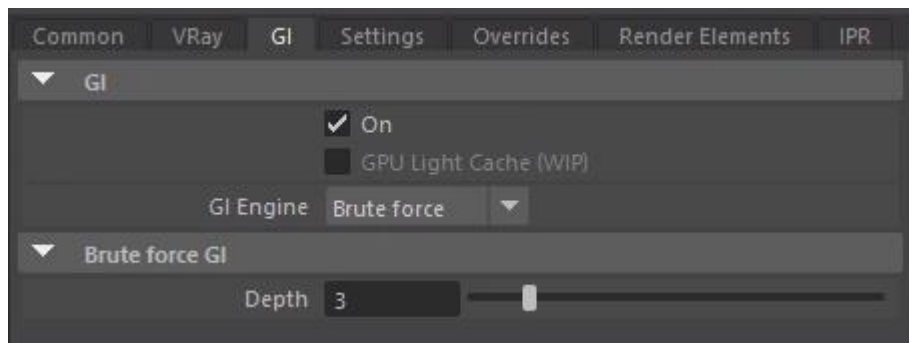
17 – V-Ray common, vlastný obrázok 2022.

Karta V-Ray nám dáva na výber z 3 možností vykresľovania a to za pomoci CPU, GPU alebo XPU. Veľký rozdiel oproti Arnold je, že namiesto rozšírených možností nastavovania lúčov tu máme dve možnosti a to je Progressive a Bucket. Z týchto možností môžeme nastavovať minimálnu a maximálnu hodnotu samples. Rozdiel medzi týmito dvoma vykresľujúcimi procesmi je ten, že progressive vykresľuje obraz postupne v prechodoch na rozdiel od Bucket, čo zobrazuje pomocou štvorčekov. Ďalšou možnosťou tu máme nastaviť limitáciu rozlíšenia textúr čo nám umožní horšiu kvalitu textúr na objektoch, ale zato rýchlejší výpočet samotného snímku.



18 – V-Ray nastavenia s ďalšími možnosťami, vlastný obrázok 2022.

GI známe ako globálne svietenie čo sú odrazy v scéne, ktoré pochádzajú z priameho zdroja svetla. Na výber tu máme 3 možnosti, ako sa budú počítať tieto odrazy svetla.



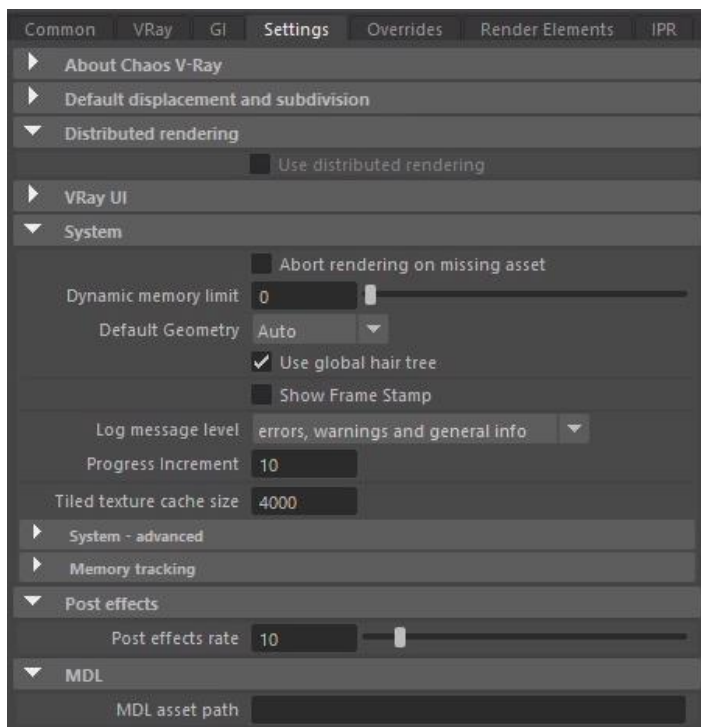
19 - GI záložka s možnosťou výberu GI Engine, vlastný obrázok 2022.

None - Nebude vypočítavať žiadne odrazy. Možnosť sa dá použiť, keď vytvárame oblohu bez priameho prepúšťania farieb.

Brute force – Slúži na výpočet priamych odrazov. Znamená to, že prepočítava hodnoty pre každý jeden tieň oddelene a nezávisle od ostatných bodov. Táto metóda je vhodná pre renderovanie exteriérov, alebo pre scény, kde je veľa malých detailov.

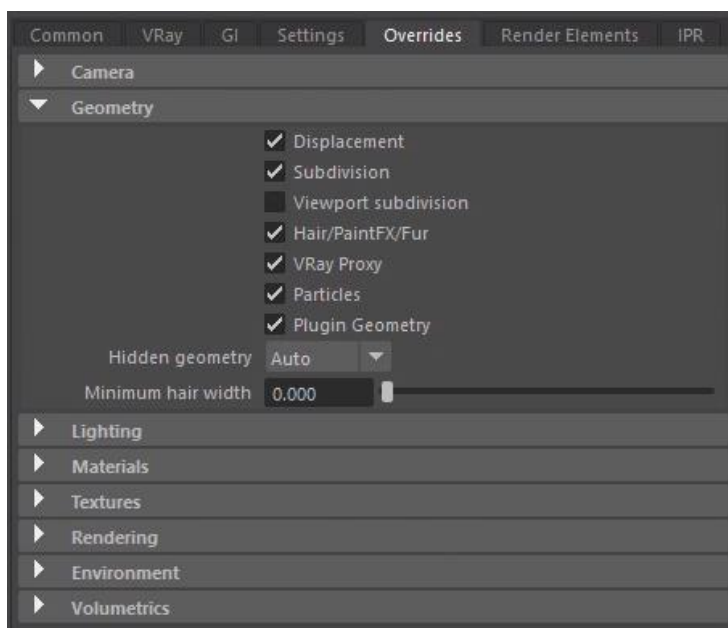
Light cache - Touto technikou umožňujeme rýchly výpočet odrazov, ktoré sa ukladajú do našej vyrovnávacej pamäti, čo nám umožňuje rýchle vykreslenie scény. Metóda bola vyvinutá spoločnosťou Chaos Group pre samotný V-Ray.

Táto karta nám poskytuje celkové systémové ovládanie rôznych funkcií vo V-Ray. Máme tú možnosť nastavovania hustoty sieti na našich objektoch. Môžeme tu pridať, alebo odstrániť špecifické ikonky, nastaviť počet jadier, ktoré sa budú využívať pri vykresľovaní. Ďalšie informácie tu máme o počte efektov, ktoré sa použijú pri renderovaní, informácie o aktuálnej verzii V-Ray a platnosti licencie. Ako posledná možnosť tu je podávať spätnú väzbu Chaos Group.



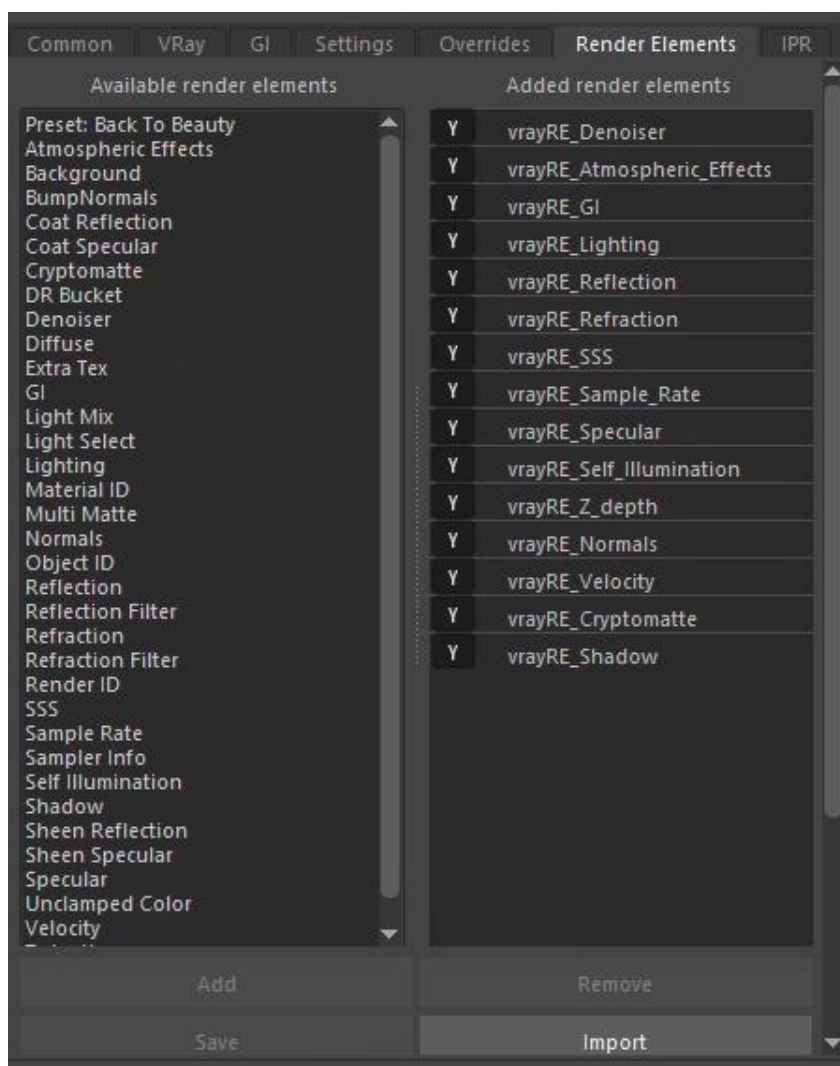
20 - V-Ray settings, vlastný obrázok 2022.

Ďalšia karta nám dáva možnosť nastaviť globálne parametre našej scény. Je to užitočná možnosť, keď potrebujeme vykonať dočasné zmeny. Možnosť camera nám dáva na výber nastaviť typ kamery, vyváženie bielej, automatickú expozíciu, alebo hĺbku ostrosti. Geometry má vlastnosti zapínať a vypínať násobenie siete v našich objektoch, rôznych častic, vlasov, alebo aj rôznych pluginov. Lighting nám tiež umožňuje zapínať a vypínať svetlá, tieň, čo sa dá použiť aj na jednotlivé modely v scéne. V environment máme na výber z rôznych zdrojov svetla ako je HDRI, slnečné svetlo alebo čistú oblohu. Volumetrics dokáže vytvoriť hmlu, alebo častice, na ktoré sa budú zachytávať svetelné lúče.



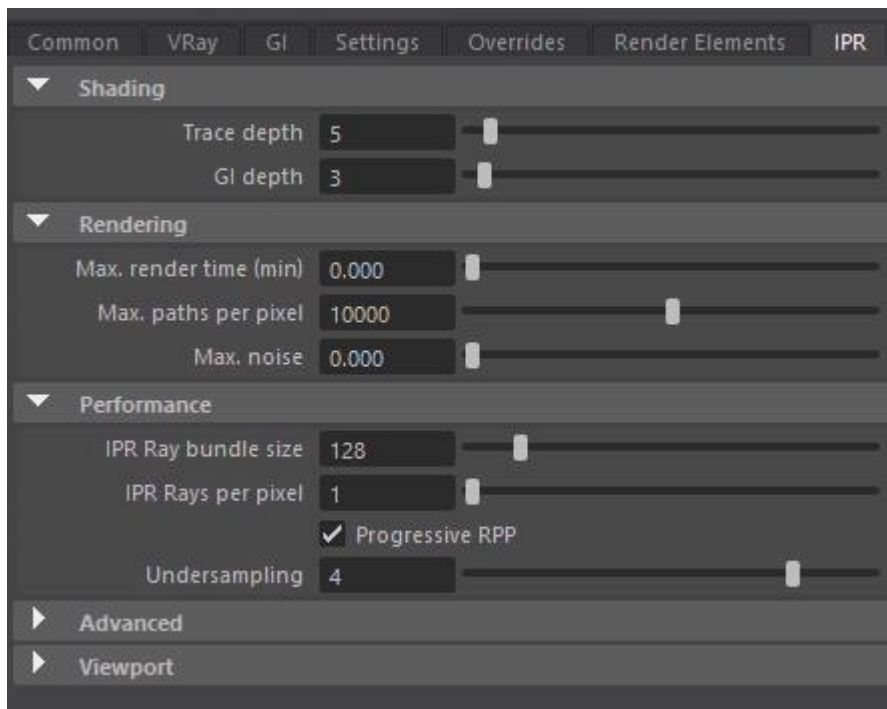
21 - Overrides záložka, vlastný obrázok 2022.

Predposledná záložka nám slúži na rozdelenie renderu na jednotlivé časti, ako sú farby textúr, odrazy, tieňe, informácie o modeloch, hĺbky ostrosti atď. Tieto separátne rendre, zvané ako render passes nám poskytujú širokú kontrolu nad konečným obrazom, vďaka ktorým vieme doladiť obraz podľa svojich predstáv.



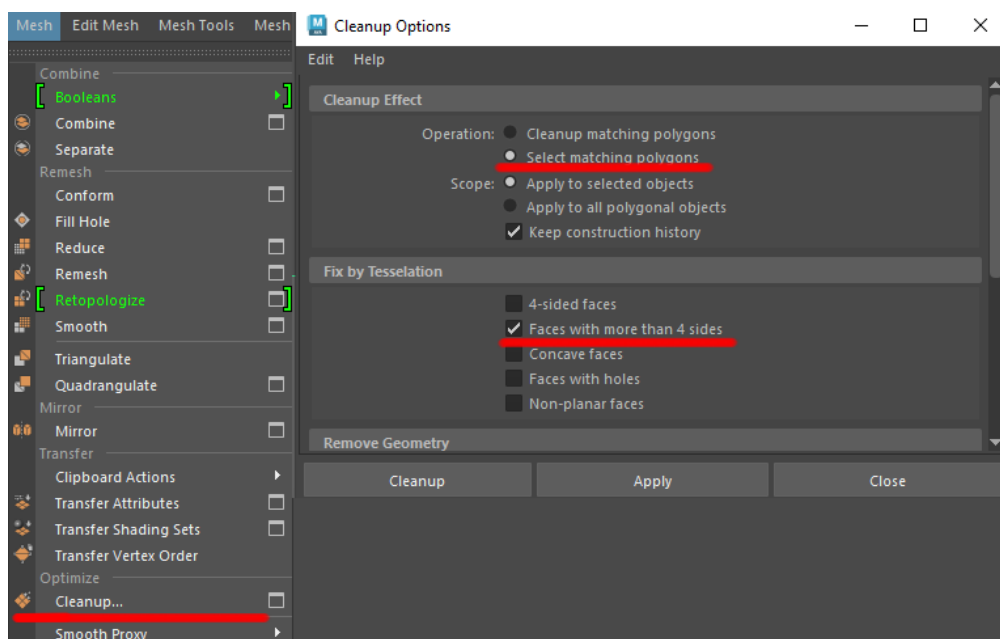
22 - Render Elements, alebo ako mal Arnold AOV možnosti, vlastný obrázok 2022.

Posledná záložka nám umožňuje nastaviť vykresľovanie v reálnom čase, ktoré nám pomáha vidieť scénu ešte pred finálnym vykreslením. Máme tú možnosť vykresľovať pomocou GPU, CPU alebo XPU, ktoré si môžeme zvoliť v záložke VRay. IPR vždy používa na vykresľovanie brute force engine na vypočítanie priamych a sekundárnych odrazov.



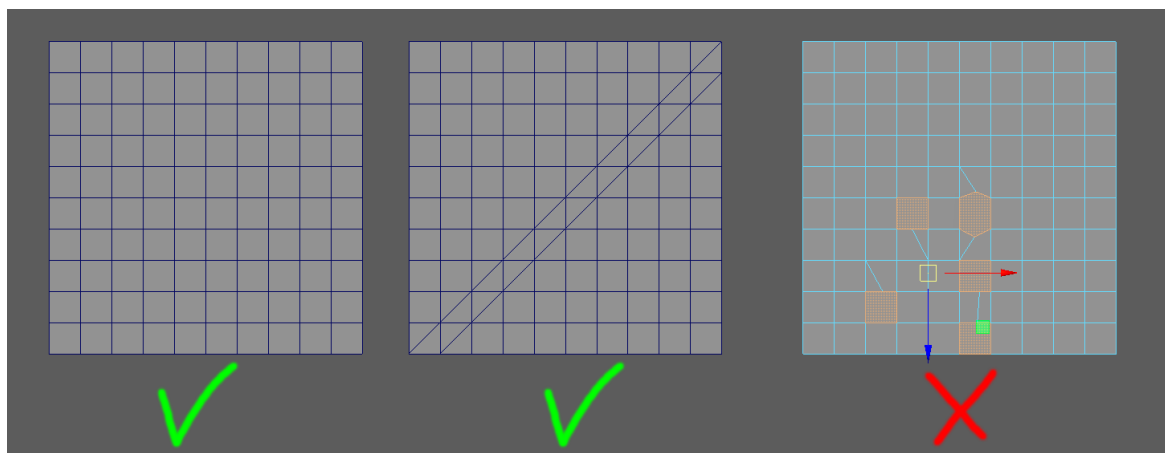
23 - IPR nastavenia na reel time zobrazovanie, vlastný obrázok 2022.

Ešte pred tvorbou samotných textúr a Shaderu robím kontrolu modelov, či nemajú nejaké chyby. Tieto chyby, nám môžu spôsobovať pri renderovaní rôzne nežiadané artefakty až do konca spadnutie programu. Program maya má na to nástroj, ktorý nám pomôže opraviť chyby. Tento nástroj nájdeme v záložke mesh a volá sa cleanup.



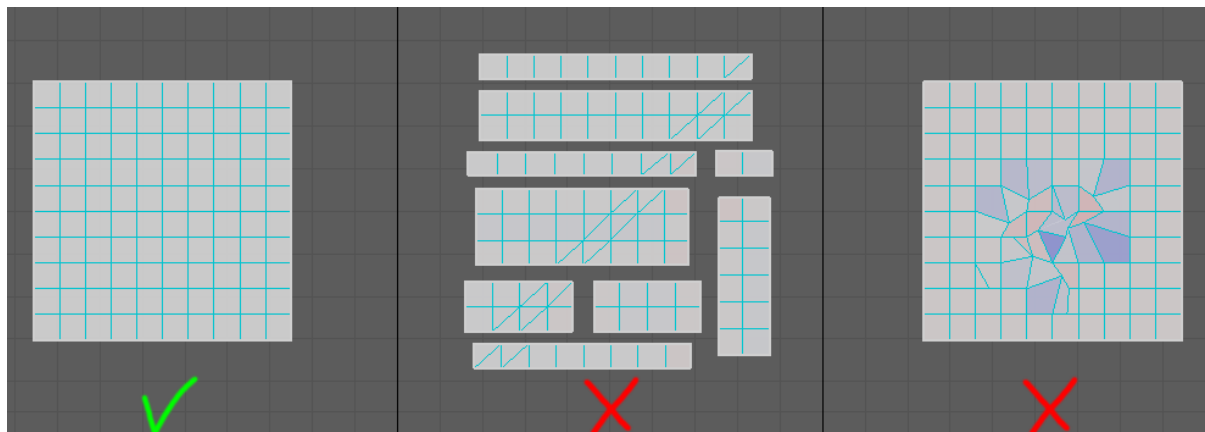
24 - Nastavenia Cleanup, ktoré sa nachádzajú v programe Maya, vlastný obrázok 2022.

Na obrázku č. 24 môžeme vidieť ideálne nastavenie na zobrazenie chýb v topológii. Čistá topológia by mala obsahovať jediné triangle a quad. Nemala by obsahovať n-gon. N-gon sa zle delia a vytvárajú nechcenú topológiu dokonca aj na rovných povrchoch. Niektoré programy môžu mať problém zobraziť takúto sieť. Napríklad taký program Zbrush nám hneď pri importe ukáže hlášku, že máme zlú topológiu.



25 - Názorný obrázok ako má správne vyzerat' topológia, vlastný obrázok 2022.

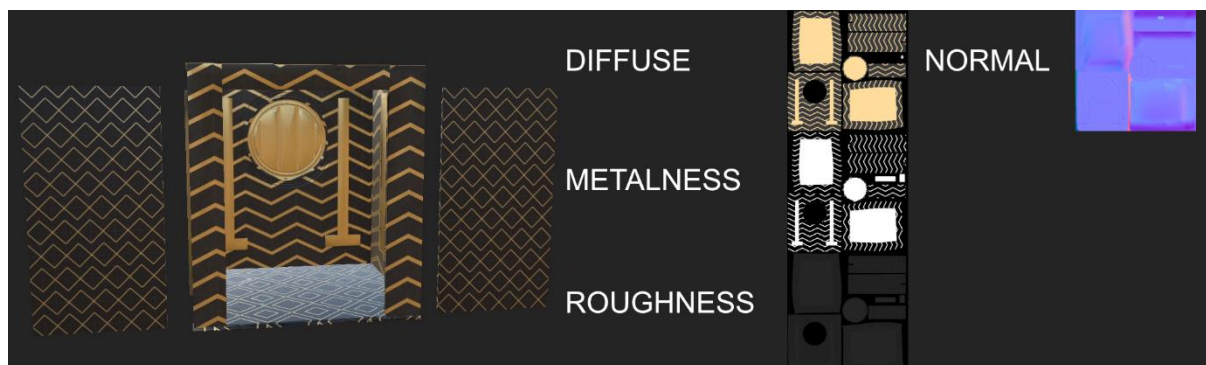
Keď máme hotovú kontrolu topológie, tak musíme vytvoriť UV mapovanie pre textúry. Aj tu ako pri topológii platia pravidlá, ktoré treba dodržiavať. Základné pravidlo je, aby rozdelené UV mali rovnakú veľkosť a hustotu siete. Pokiaľ nie je rovnaká hustota siete stáva sa to, že textúra bude natiahnutá alebo inak deformovaná. Ďalšie pravidlo je, aby nemala UV mapa veľa ostrovov (islands), lebo sa nezachytí veľké množstvo detailov a zároveň pri ďalších úpravách to robí komplikácie.



26 – Obrázok na ktorom môžeme vidieť rozloženie UV map, vlastný obrázok 2022.

Na tomto obrázku č. 26 môžeme vidieť jednoduchý objekt Plane a jeho varianty UV mapovania. Prvá varianta nám ukazuje čistú UV, dobre spravenú bez žiadnych deformácií. Druhá varianta má menšie deformácie čo až tak nevádi, ale najväčší problém je, že je rozdelená na množstvo častí. Takáto UV môže dosť komplikovať následné operácie, ako sú retuše, alebo prepekanie (bake) textúr z modelu, ktorý má hustú topológiu na model, ktorý má menšiu sieť.

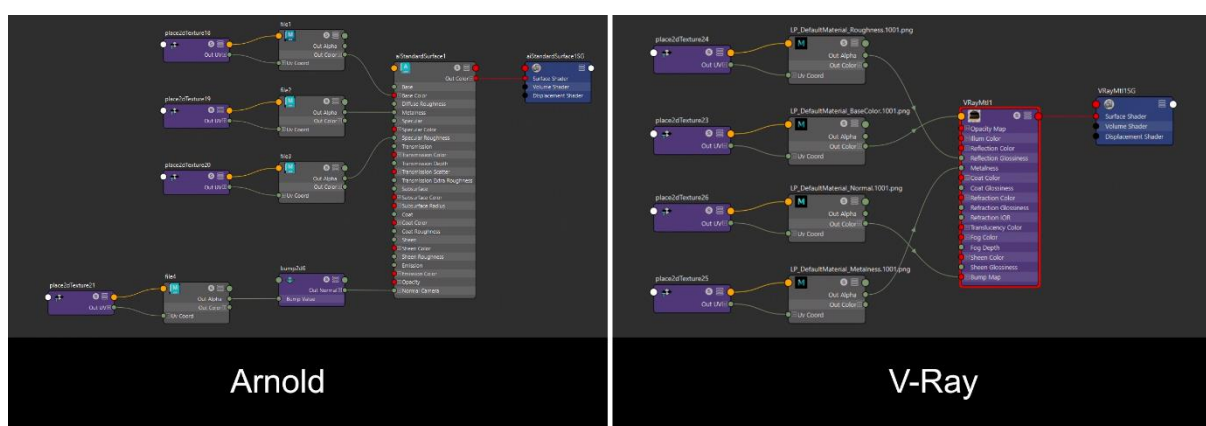
Ak máme správne spravenú topológiu a UV mapovanie, tak ďalší krok je tvorba textúr. Na textúrovanie sme používali programy Substance Painter a Mari. Ja som používal prevažne Substance Painter, lebo som potreboval prepíeť detaily z hustej topológie na môj nízko detailný model.



27 - Zobrazenie materiálu a separátnych textúr, vlastný obrázok 2022.

Na výťahovú scénu, ale aj na ostatne 3D objekty, som použil textúry diffuse, metalness, roughness a normal mapu. Diffuse mapa má informáciu o farbe materiálu. Metalness je grayscale mapa, ktorá má informácie o kovových materiáloch. Kov odráža svetlo rovnakej farby, ako je prostredie a preto textúru vidíme rozdelenú na biele a čierne časti. Čierna časť znázorňuje nekovové časti a biela znázorňuje kovové časti. Roughness mapa nám dáva informáciu o povrchu materiálu, na ktorom sa následne odrážajú svetelné lúče. Posledná textúra, ktorú som použil je normal mapa. Táto mapa slúži na zachytenie štruktúry daného objektu a tým vytvára v diaľke ilúziu, že má objekt nejakú štruktúru a detaily. Ak sa priblížime k takémuto objektu tak uvidíme, že štruktúru čo nám vykresľoval v diaľke ju v skutočnosti nemá. Preto sa táto mapa používa za účelom zachytenia štruktúry objektu, ale hlavne za účelom ušetrenie výkonu.

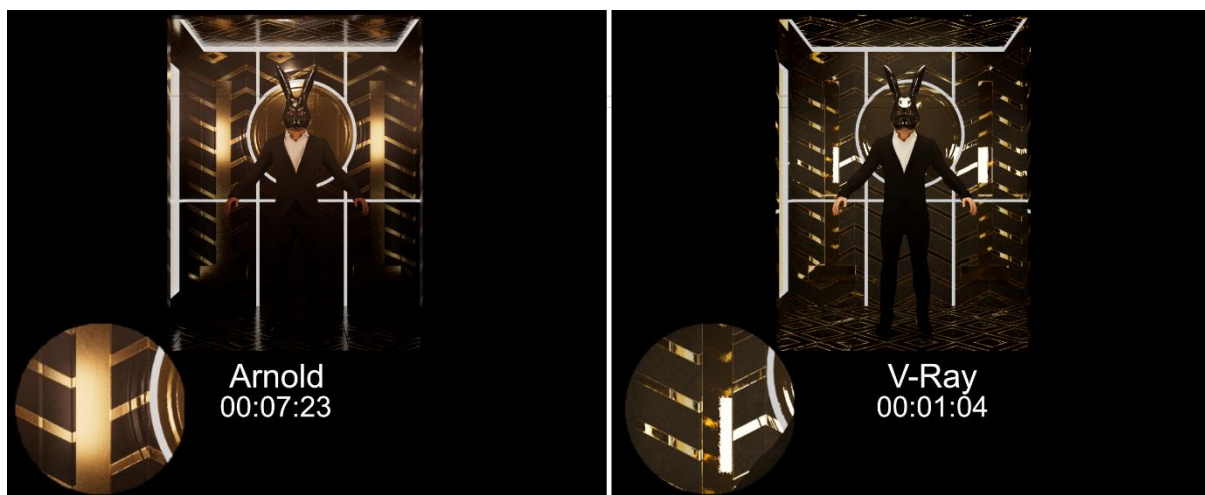
Keď sme dokončili tento zdĺhavý proces, tak môžeme začať s tvorbou Shaderu pre naše 3D objekty, aby sme ich mohli vykresliť v našom render engine. Shader je program, vďaka ktorému dokáže CPU a GPU vykresliť každý pixel. Shader prepočítava ako sa správa na objekte svetlá, tieň, ale aj ďalšie efekty. Každý render engine má svoj základný Shader do ktorého pripájame textúry. Ak sa jedná o Arnold tak jeho hlavný Shader je AiStandardSurface. V-Ray má V-Ray Mtl, alebo V-Ray AI Surface. Toto sú Shadere, ktoré sa najčastejšie používajú, samozrejme sú aj iné Shadere, ktoré sú prispôbené na individuálne materiály.



28 - Pripojenie textúr do Shader, vlastný obrázok 2022.

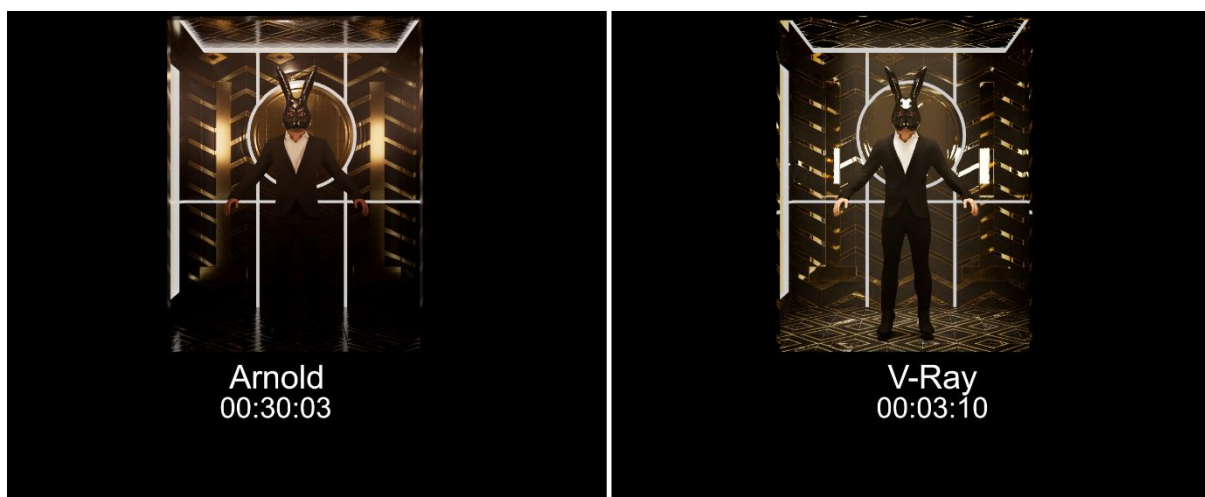
Tu môžeme vidieť zapojenie textúr do daného Shaderu. Aby na našom objekte fungoval Shader, musíme ho nasvietiť. Pri svietení V-Ray scény som mal menšie problémy, keďže svetlá čo používa samotná maya nie sú úplne prispôbené pre tento render engine. Tento problém som vyriešil jednoducho tým, že som používal svetlá ktoré má V-Ray. Na tieto svetlá som nastavil rovnakú hodnotu ako na scéne, kde som použil Arnold. Aby som vytvoril atmosféru v tejto scéne, tak som všetky svetlá nastavil na teplotu 4500 K, čím som vytvoril oranžovú až zlatistú atmosféru. Touto farebnosťou som sa inšpiroval z filmu Blade Runner 2049, kde tiež takto svietili niektoré interiéri, alebo exteriéri. Posledný krok čo bolo treba spraviť bolo vytvoriť hmlu, aby nám vznikli lúče z našich svetelných zdrojov. Aby som ušetril výkon tak som si vytvoril v scéne kváder, na ktorý som dal Volume Shader. Namiesto toho, aby sa hmla vykresľovala v celom priestore, tak sa bude vykresľovať iba v tomto kvádri.

Na porovnanie som sa rozhodol pre výťahovú scénu. Táto scéna obsahuje množstvo reflexných prvkov a materiálov, kde budeme môcť vidieť rozdiely nie len v rýchlosti, ale aj zmenách vykresľovania niektorých materiálov.



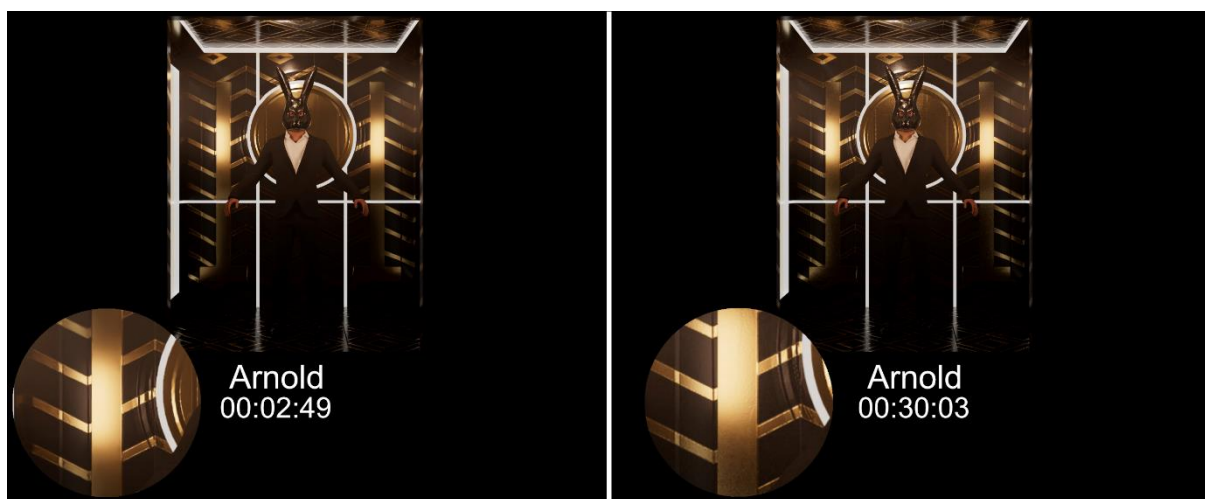
29 - CPU test na ktorom porovnávam Arnold a V-Ray, vlastný obrázok 2022.

Prvý test som sa rozhodol vykresliť pomocou CPU. Hodnoty som nastavil na 4, čo je stredná kvalita. Rozlíšenie som nastavil v tomto prípade na Full HD. Ako môžeme vidieť, tak V-Ray viditeľne prebehol Arnold až o niekoľko minút. Najviac viditeľných zmien je na častiach, kde je zlatý materiál. V-Ray tento materiál vykresľuje očividne inak, ako Arnold a tým dochádza k reálnejším výsledkom. Ďalším zaujímavým rozdielom sú svetlá. Aj napriek tomu že všetky svetlá mali rovnakú hodnotu aj teplotu, tak môžeme vidieť isté odchýlky. Arnold ide viac do oranžovej atmosféry, a V-Ray skôr to zlatistej. Snažil som sa prísť na dôvod týchto farebných odchýliek, aj napriek niekoľkým kontrolám Shaderu, ktoré boli dobre zapojené som prišiel na to, že to bude jedine tým, že každý render engine počíta scénu odlišným spôsobom.



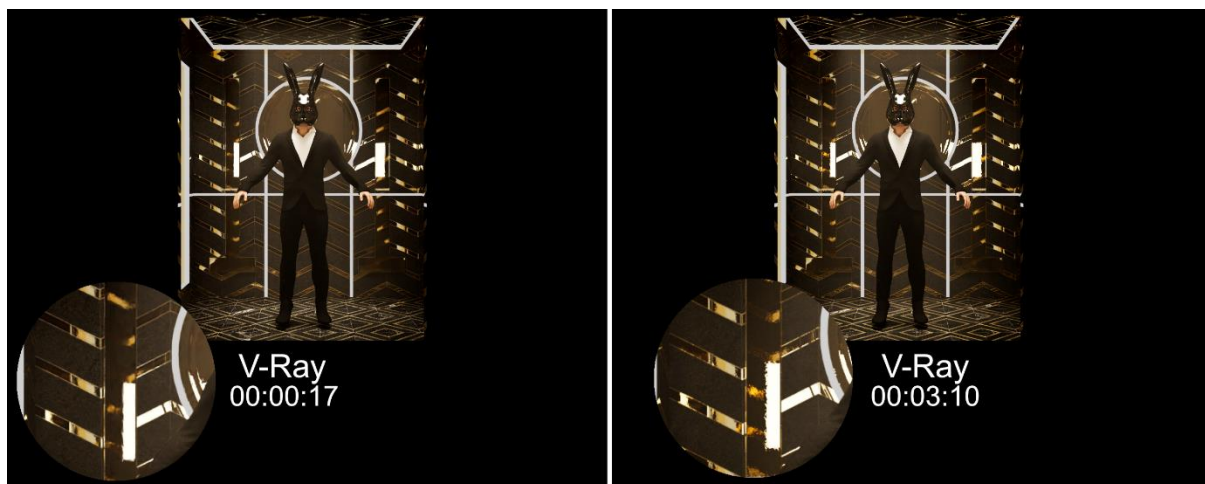
30 – Test, na ktorom sa porovnáva Arnold a V-Ray na hodnote 8, vlastný obrázok 2022.

V ďalšom teste som nastavil hodnotu na 8, čo je vysoká kvalita. Jediné zmeny čo nastali bolo redukovanie šumu za cenu dlhšieho času. Ako môžeme vidieť tak pri Arnold sme sa dostali na vykresľovanie jedného snímku za 30 minút. Pri takomto čase, by sme náš bakalársky film pravdepodobne nestihli. Tu začína problém, ako vykresliť náš bakalársky film. Buď odovzdáme iba časť filmu, ktorý bude kvalitne spracovaný bez šumu, alebo celý film, ktorý bude mať horšiu kvalitu a šum. Tento problém sme vyriešili pomocou pluginu Denoiser, ktorý dokáže dopočítavať a retušovať pixely. Každý tento render obsahuje už svoj Denoiser. Znamená to, že môžeme používať menšiu hodnotu na vykreslenie a následne použiť Denoiser, ktorý nám vyčistí šum.



31 – Arnold Denoiser test, vlastný obrázok 2022.

Na ľavej strane je render s hodnotou 2 s použitím Denoiser Odin. Na pravej strane je render s hodnotou 8 bez žiadneho Denoiser. Ako môžeme vidieť, že za oveľa menší čas sa nám podarilo dostať skoro rovnaké výsledky ako má render s hodnotou 8. Samozrejme aj táto metóda má svoje nevýhody. Jednou z najväčších nevýhod Denoiser je tá, že keď renderujeme animáciu, tak vďaka tomu, že máme menšiu hodnotu a menej pixelov na vypočítanie tak vznikajú artefakty. Tieto artefakty sú spôsobené práve tým, že Denoiser má málo informácií o daných pixeloch. Riešenie na tento problém je, len pridať väčšiu hodnotu, alebo v postprodukcii použiť motionblur, defocus, alebo iné postprodukčné úpravy.



32 – V-Ray Denoiser, vlastný obrázok 2022.

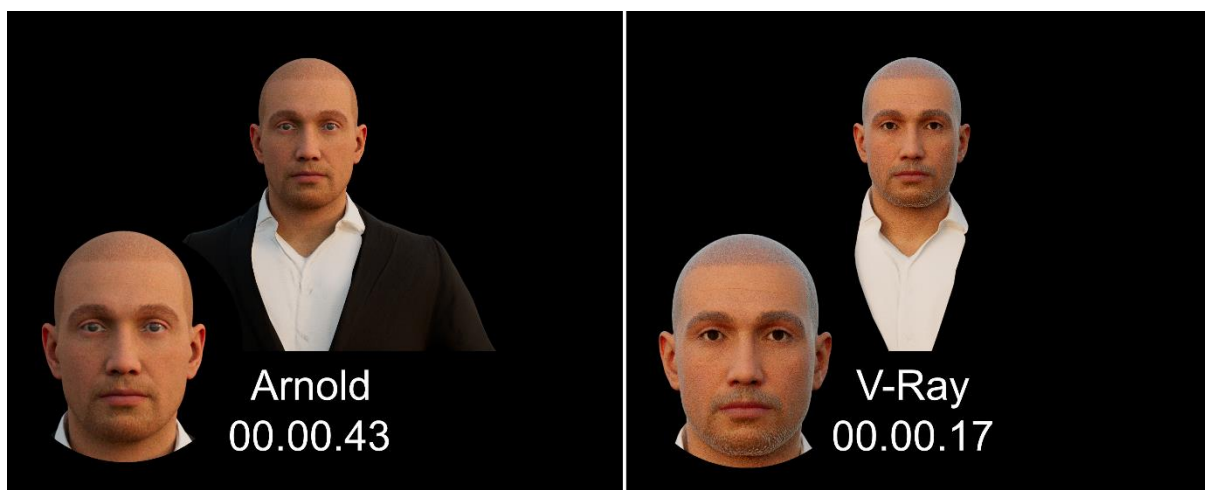
Na ďalšom teste som použil V-Ray Denoiser, kde ako pri Arnold teste môžeme vidieť skvelé výsledky v rýchlosti vykresľovania, ale aj v redukování šumu. V-Ray Denoiser aj Arnold Denoiser netreba porovnávať, lebo pracujú rovnako a vždy aj tak záleží od hodnoty, ktorú sme nastavili v danom render engine. Z týchto CPU testov, jednoznačne vyhráva V-Ray, ktorý rýchlejšie vykresľuje a zároveň si vie poradiť lepšie s niektorými materiálmi ako konkurencia Arnold.

Na GPU test som použil tvár našej hlavnej postavy. Keďže, Arnold nedokázal vykresliť výťahovú scénu za pomoci GPU, tak toto testovanie som spravil na jednoduchšej scéne. V tejto scéne nepoužívam volume light, ale iba obyčajnú HDRI. Na tvári je nastavený Shader s Subsurface Scattering hodnotami.



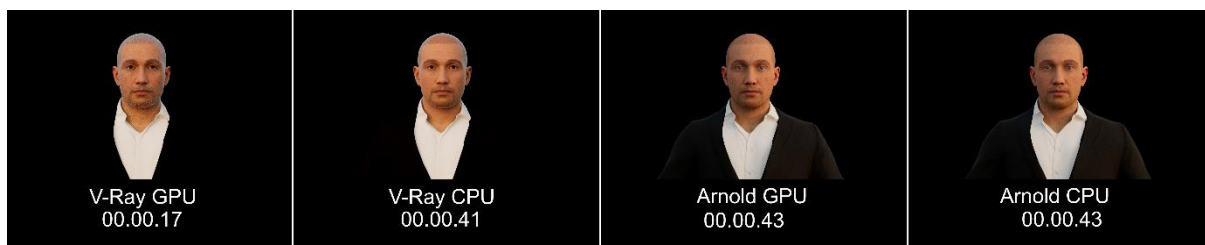
33 – Porovnávanie GPU Arnold a V-Ray, vlastný obrázok 2022.

Môžeme tu vidieť, že Arnold má oveľa lepší čas ako V-Ray. Dôvod lepšieho výsledku zapríčinil formát TX, ktorý dokáže rýchlo načítať potrebné textúry. Aj napriek rovnakým hodnotám vykresľovania, čo bola v tomto prípade 4, sú vidieť rozdiely šumu. Tento rozdiel je pravdepodobne zapríčinený svietením HDRI, ktoré sa tiež správa odlišne v renderoch.



34 – GPU test Arnold a V-Ray, vlastný obrázok 2022.

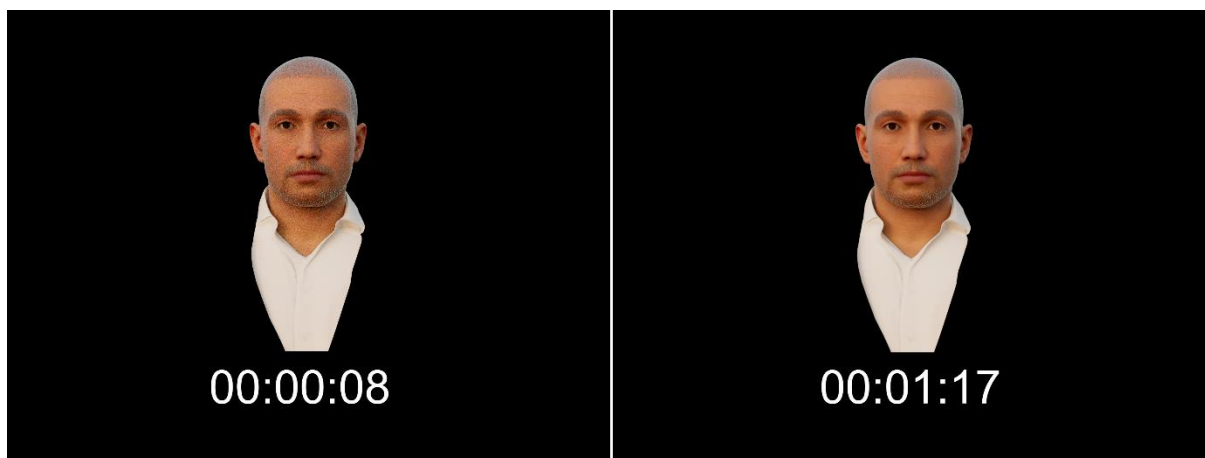
Pri tomto teste som nastavil hodnotu 8, kde môžeme vidieť výrazný rozdiel v rýchlosti vykresľovania medzi týmito dvoma render engine. Pri prvom teste Arnold dokázal rýchlejšie vykresľovať pomocou Gpu ako konkurenčný V-Ray. Keď som nastavil hodnoty vykresľovania väčšie ako v prvom teste, tak V-Ray niekoľkonásobne prekonal Arnold. Z tohoto testu vyplýva, že ak používame väčšiu hodnotu na vykresľovanie V-Ray, tak nám dokáže vykresliť scénu rýchlejšie ako Arnold. Arnold sa dokáže vyrovnáť rýchlosti vykresľovania pri jednoduchých objektoch, alebo v menšom množstve objektov. Akonáhle je zložitejšia scéna, jeho čas vykresľovania sa znateľne zvyšuje.



35 -Porovnávanie CPU a GPU, vlastný obrázok 2022.

Na tomto teste som nastavil hodnotu 8. Ako môžeme vidieť na obrázku, tak najrýchlejšie vykresľuje V-Ray GPU. Arnold tu má rovnaký čas ako CPU na základe toho, že bola použitá rovnaká metóda vykresľovania a zároveň sú tieto dva komponenty skoro rovnako výkonné.

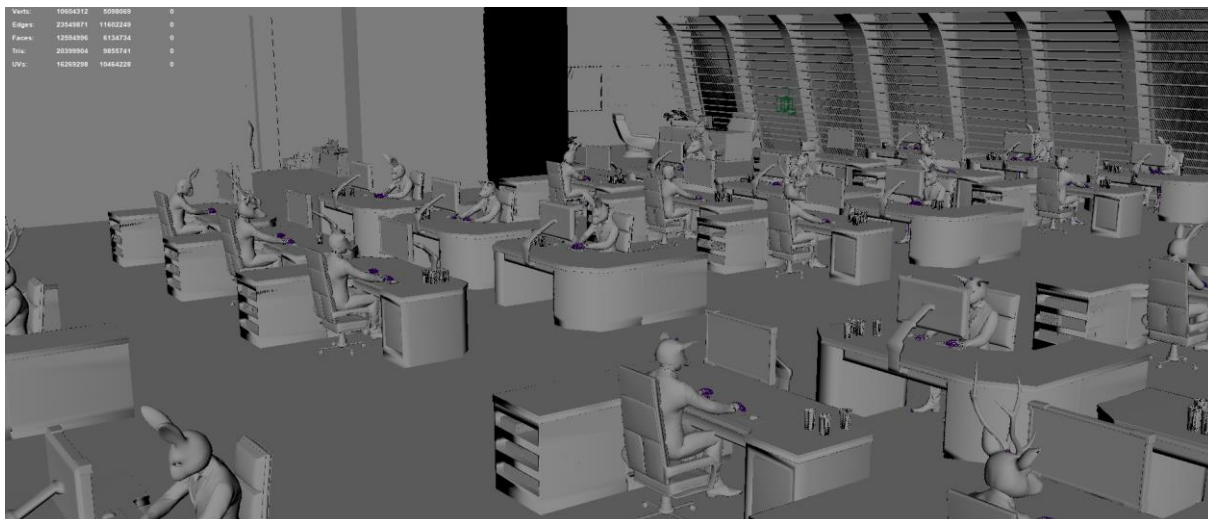
Posledné testovanie je založené na použití CPU a GPU. Túto možnosť má iba V-Ray, preto tu nebudem porovnávať Arnold.



36 – Porovnávanie XPU, vlastný obrázok 2022.

Na ľavom teste som použil hodnotu 8, ktorú som používal aj na predošlých testoch CPU alebo GPU. V ďalšom teste som nastavil hodnotu na 35. Keď sa vykresľuje za pomoci XPU, tak sa používa iný algoritmus, ktorý potrebuje väčšie hodnoty aby fungoval správne. Ako môžeme vidieť, tak rozdiely sú iba v rýchlosti vykresľovaní. Vďaka týmto testom sme dospeli k tomu, že náš bakalársky film budeme vykresľovať za pomoci V-Ray XPU.

Keď sme už mali vybraný render engine, s ktorým budeme vykresľovať náš film, museli sme optimalizovať naše modely v scéne tak, aby všetko fungovalo ako má. Prvý problém na ktorý sme narazili bolo, veľké množstvo postáv. Presnejšie sa jednalo o scénu, kde náš hlavný hrdina pracoval a mal okolo seba aj ostatných pracovníkov. S týmto problémom sme sa počas nášho štúdia nikdy nestretli, lebo sme nikdy nepracovali s veľkým množstvom postáv.



37 -Scéna, kde naša hlavná postava pracuje, vlastný obrázok 2022.

Ako môžeme vidieť na tomto obrázku, tak v našom bakalárskom filme bolo naozaj veľa postáv. Tento problém sa nám podarilo vyriešiť vďaka kolegom zo štúdia 727, ktorí má naučili ako pracovať s náročnými scénami. Za pomoci používania referenčných súborov nemusí program Maya počítať geometriu v náhľade, ale tým môžeme ľahšie pracovať s veľkým množstvom objektov. Tento istý spôsob sme aplikovali aj na ďalšie scény, ako bolo napríklad mesto, v ktorom boli lietajúce autá a ďalšie náročné elementy.

Keďže sme sa rozhodli pre XPU render, tak som musel prísť na nejaké optimálne nastavenia, ktoré nám umožnia vykresliť náš bakalársky film v primeranom čase a zároveň aj v dobrej kvalite. Hodnotu som tu preto nastavil na 35, čo je pre XPU render stredná kvalita. Rozlíšenie som nastavil na 1280px na 544px. Toto rozlíšenie som nastavil z dôvodu toho, že používame v našom filme black bars tak je zbytočné renderovať predvolené rozlíšenie 1280px na 720px. Ďalší spôsob ktorým som zrýchlil render, bolo preskakovanie snímok. Tu som nastavil, že scéna sa bude vykresľovať, a preskakovať každý 2 snímok. Tieto chýbajúce snímky sa následne dopočítajú pomocou programu Flowframes.



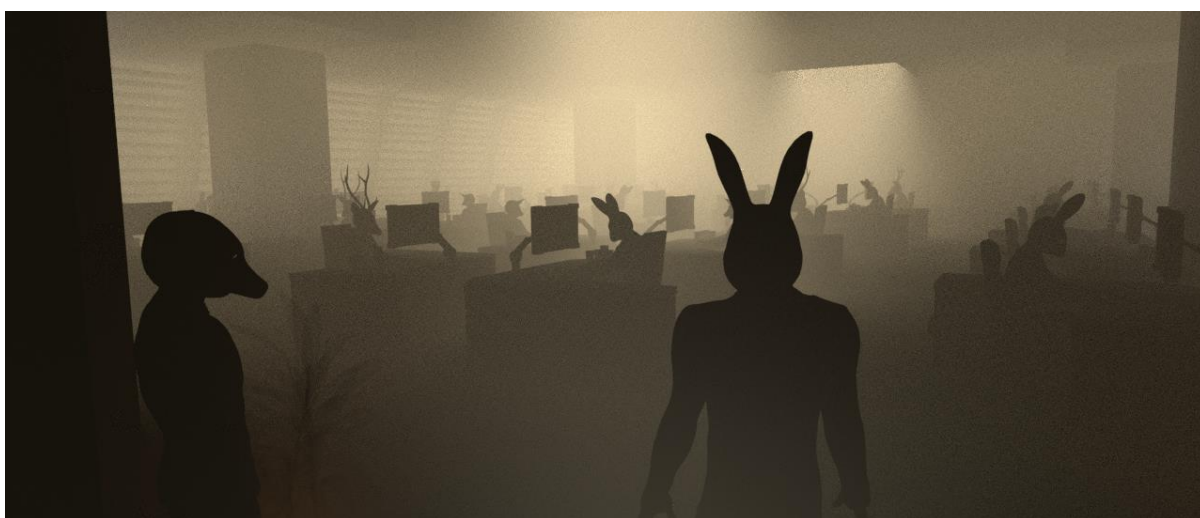
38 - Finálny render výťahovej scény, vlastný obrázok 2022.

Toto bola výťahová scéna, ktorá mala hodnotu 35 a vykresľovala sa približne 5 minút. Následne sme vykreslenú scénu vylepšili cez compositing, kde sme pridali dôraz na svetlá, odlesky, ale aj vylepšili farebnosť.



39 -Záber z môjho bakalárskeho filmu, vlastný obrázok 2022.

Pri tomto zábere sme prišli na problém, ktorý má XPU render a to, že nedokáže separátne vykresľovať volume shader. Tento problém sa mi podarilo vyriešiť náhodou a to tým, že som na celú scénu nastavil jeden volume shader. Žiaľ toto nastavenie nám zamedzilo kontrolu nad jednotlivými svetelnými zdrojmi, ale zato sa nám ich podarilo vykresliť. Ako môžeme vidieť, tak každý svetelný zdroj má rovnakú hustotu hmly, alebo volume shader. Aby sme získali kontrolu nad týmito svetlami, tak som vyexportoval atmospheric effects, čo je samostatný AOV pass.



40 – Separátna vrstva, alebo pass atmospheric effect, vlastný obrázok 2022.

Vďaka tomuto pass, sme získali aspoň nejakú kontrolu nad volume shader. Následne sme mohli upravovať našu scénu podľa našich predstáv.



41 -Scéna mesto, vlastný obrázok 2022.

Na túto scénu sme použili balík Kitbash3D cyberpunk. Tento balík obsahuje množstvo budov a rôznych rekvizít, ktoré nám pomohli vytvoriť žijúce mesto.

Na tejto bakalárskej práci som nadobudol nové vedomosti a skúsenosti v oblasti 3D grafiky, ale aj v technológiách. Som rád, že som si mohol vyskúšať technológiu ako je napríklad Xsens, vďaka ktorému sme mohli rozpohybovať naše postavy. Keďže sme pracovali na tomto filme viacerí, tak sme sa museli naučiť spolupracovať, čo bol najdôležitejší prvok, aby vznikol tento film. Aby toto všetko fungovalo museli sme vytvoriť efektívny postup (pipeline). Počas práce na tomto filme sme zistili čo nám ide, a čo nie, a snažili sme sa vyriešiť každý problém, ktorý nám prišiel do cesty. Aj keď nám nevyšlo všetko podľa plánu, aj tak sme spravili kus práce, vďaka ktorej sme sa naučili niečo nové a posunuli o kus ďalej. Verím, že nadobudnuté vedomosti a skúsenosti využijem na ďalších projektoch, ktoré budú vyzeráť oveľa lepšie a zároveň sa teším na nové výzvy ktoré ma čakajú.

1. LEGRENZI, FRANCESCO. V-Ray the complete guide 2008.
2. BETANCOURT, DONNA. Arnold 5: first lessons in Autodesk Maya 2018.
3. PEDDIE, JON. The history of Visual Magic in Computers: How Beautiful Images are Made In CAD, 3D, VR and AR 2013.
4. Chaos Software 2022. [Online]
<https://docs.chaos.com/display/VMAYA/V-Ray+for+Maya+Help>
5. Arnold renderer. [Online]
<https://docs.arnoldrenderer.com/display/A5AFMUG/Arnold+for+Maya+User+Guide>
6. Wikipedia. [Online]
[https://en.wikipedia.org/wiki/Rendering_\(computer_graphics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Rendering_(computer_graphics))
7. PixelPerfect Studios. [Online]
<https://pixelperfect-studios.com/history-of-3d-rendering/>
8. GLAWION, ALEX. CPU vs GPU rendering – what´s the difference and which should you choose ? 2022. <https://www.cgdirector.com/cpu-vs-gpu-rendering/>
9. GLAWION, ALEX. Best CPU for Rendering 2022.
<https://www.cgdirector.com/best-cpu-for-rendering/>
10. KLEKNER, MARTIN. Slovníček VFX pojmu 2014.
<http://vizualniefekty.cz/vfx-slovník/>
11. KLEKNER, MARTIN. Svet realtime render enginu 2019.
<http://vizualniefekty.cz/svet-realtime-render-enginu/>

1 - The Mandalorian prvá séria (2019) použitie Unreal Engine na virtuálnu produkciu. https://www.youtube.com/watch?v=gUnxzVOs3rk	12
2 - Kingsglaive Final Fantasy XV (2016) vykresľované za pomoci Arnold a V-Ray https://www.youtube.com/watch?v=htnkOpknGok	12
3 - Ivan Sutherland a Sketchpad program https://bimaplus.org/news/the-very-beginning-of-the-digital-representation-ivan-sutherlandskechpad/	13
4 - Utah Teapot https://www.atlasobscura.com/articles/utah-teapot	14
5 – Videoklip Money for Nothing od skupiny Dire Straits (1985) https://www.youtube.com/watch?v=wTP2RUD_cL0	15
6 – Toy Story 1 (1995) a Toy Story 4 (2019) https://www.youtube.com/watch?v=xxq9sy56rdk	16
7 - Nastavenia Arnold Common, vlastný obrázok 2022	19
8 - Arnold Renderer nastavenia, vlastný obrázok 2022	20
9 – Porovnávanie diffuse hodnôt na materiáloch, vlastný obrázok 2022	21
10 - Testovanie odleskov na materiál a ich správanie, vlastný obrázok 2022	21
11 – Test na Transmission, vlastný obrázok 2022	22

12 - Porovnávanie prechodu svetla cez materiály, vlastný obrázok 2022	22
13 - Rozšírená ponuka nastavený v Ray Depth, vlastný obrázok 2022	23
14 - Záložka system, vlastný obrázok 2022	25
15 - AOV okno, vlastný obrázok 2022	26
16 - Diagnostics okno, vlastný obrázok 2022	26
17 – V-Ray common, vlastný obrázok 2022	27
18 - V-Ray nastavenia s ďalšími možnosťami, vlastný obrázok 2022	28
19 - GI záložka s možnosťou výberu GI Engine, vlastný obrázok 2022	29
20 - V-Ray settings, vlastný obrázok 2022	30
21 - Overrides záložka, vlastný obrázok 2022	31
22 - Render Elements, alebo ako mal Arnold AOV možnosti, vlastný obrázok 2022	32
23 - IPR nastavenia na reel time zobrazovanie, vlastný obrázok 2022	33
24 -Nastavenia Cleanup, ktoré sa nachádzajú v programe Maya, vlastný obrázok 2022	34
25 -Názorný obrázok ako má správne vyzerat' topológia, vlastný obrázok 2022	34
26 – Obrázok, na ktorom môžeme vidiet' rozloženie UV map, vlastný obrázok 2022	35
27 - Zobrazenie materiálu a separátnych textúr, vlastný obrázok 2022	36

28 - Pripojenie textúr do Shader, vlastný obrázok 2022	37
29 - CPU test na ktorom porovnávam Arnold a V-Ray, vlastný obrázok 2022	38
30 – Test, na ktorom sa porovnáva Arnold a V-Ray na hodnote 8, vlastný obrázok 2022	39
31 – Arnold Denoiser test, vlastný obrázok 2022	39
32 – V-Ray Denoiser, vlastný obrázok 2022	40
33 – Porovnávanie GPU Arnold a V-Ray, vlastný obrázok 2022	41
34 – GPU test Arnold a V-Ray, vlastný obrázok 2022	42
35 -Porovnávanie CPU a GPU vlastný obrázok 2022	42
36 – Porovnávanie XPU, vlastný obrázok 2022	43
37 -Scéna, kde naša hlavná postava pracuje, vlastný obrázok 2022	44
38 - Finálny render výt'ahovej scény, vlastný obrázok 2022	45
39 -Záber z môjho bakalárskeho filmu, vlastný obrázok 2022	46
40 – Separátna vrstva, alebo pass atmospheric effect, vlastný obrázok 2022	46
41 -Scéna mesto, vlastný obrázok 2022	47