

Tvorba 3D prostředí s důrazem na narativní funkci obrazu

BcA. Radoslav Šraga

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ateliér Digitální design

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	BcA. Radoslav Šraga
Osobní číslo:	K22385
Studijní program:	N0212A310007 Multimédia a design
Specializace:	Digitální design
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Tvorba 3D prostředí s důrazem na narativní funkci obrazu

Zásady pro vypracování

1. Rešerše inspiračních zdrojů vztahujících se k tématu práce
2. Analýza zvolené problematiky a poznatků
3. Návrh možných variant
4. Zpracování vybrané varianty
5. Tvorba prezentace realizované varianty

Textová a dokumentační část:

- text v rozsahu 30 – 40 normostran (vlastní text Úvod až Závěr) obsahující popis projektu – rešerše a analýza problematiky (+ obrazové přílohy), definice záměru a cíle, popis postupu, popis výsledného řešení; minimální počet relevantních zdrojů 12, z toho minimálně 6 cizojazyčné
- obrazový obsah dokumentace projektu – skici, nákresy, vizualizace, výsledné řešení v rozsahu 12 stran A4

Praktický tvůrčí výstup:

- prototyp nebo funkční řešení v měřítku 1:1 (případně jiné dle charakteru projektu a konzultace s vedoucím práce)
- grafická prezentace v rozsahu minimálně 2,8 m², multimediální prezentace ve formě a rozsahu dle konzultace s vedoucím práce
- autorská grafická úprava textové / dokumentační části – 1 výtisk

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Jazyk zpracování: Slovenština

Seznam doporučené literatury:

BIRN, Jeremy. *[Digital] lighting and rendering*. 3rd ed. [S.l.]: New Riders, 2014. ISBN 978-0321928986.
DINUR, Eran. *The complete guide to photorealism: for visual effects, visualization and games*. New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2022. Focal Press book. ISBN 978-0-367-19926-5.
LIU, Yong. *3D cinematic aesthetics and storytelling*. Cham: Palgrave Macmillan, [2018]. ISBN 978-3-319-72741-7.
LANDAU, David, 2014. *Lighting for Cinematography: A Practical Guide to the Art and Craft of Lighting for the Moving Image*. Bloomsbury Academic. ISBN 978-1628926927
3DTOTAL PUBLISHING (ed.), 2023. *Artists' Master Series: Composition & Narrative*. 3dtotal Publishing. ISBN 978-1912843596.
RIEKELES, Stefan, 2020. *Anime Architecture: Imagined Worlds and Endless Megacities*. Thames & Hudson. ISBN 978-0500294529.

Vedoucí diplomové práce: ak. mal. Boris Masník
Ateliér Audiovize

Datum zadání diplomové práce: 1. listopadu 2024
Termín odevzdání diplomové práce: 23. května 2025

L.S.

Mgr. Josef Kocourek, Ph.D.
děkan

MgA. Bohuslav Stránský, Ph.D.
vedoucí ateliéru

Ve Zlíně dne 2. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Cieľom práce bolo ďalej rozširovať znalosti v oblasti tvorby kompletne digitálnych prostredí v 3D priestore a zamerať sa primárne na vytvorenie príbehu, ktorý bude nosným motívom pre ich tvorbu tak, aby slúžili ako nosič a zároveň jeho rozprávač. Dôležitou časťou bolo zameranie sa na nové technológie a postupy umožňujúce zvýšenie efektivity práce a otvorenie cesty k omnoho komplikovanejšiemu a prepracovanejšiemu výsledkom. Práca sa zaoberala primárne vytvorením silných a pútavých prostredí, ktoré sami o sebe poskytnú divákovi dostatok vnemov na to, aby dokázali komplementovať s ponorým autorským príbehom. Teoretická časť sa zameriava na výskum technológií a samotného storytellingu, rovnako ako aj analýzy podobných projektov a dokumentuje autorov pracovný postup, popisuje použité technológie, ich výhody a úskalía.

Kľúčová slova: prostredie, storytelling, 3D, fotorealizmus

ABSTRACT

The aim of the work was to further expand knowledge in the field of creating fully digital environments in 3D space, with a primary focus on developing a narrative that serves as the core theme for their creation—functioning both as a medium and as a storyteller. An important aspect was the emphasis on new technologies and workflows that enhance work efficiency and pave the way for much more complex and sophisticated results. The project primarily dealt with the creation of strong and engaging environments that, on their own, provide the viewer with enough sensory input to complement the dark, authorial story. The theoretical part focuses on research into technologies and storytelling itself, as well as analyses of similar projects. The practical part documents the author's workflow, describing the technologies used along with their advantages and challenges.

Keywords: environment, storytelling, 3D, photorealism

Týmto by som chcel poďakovať vedúcemu práce ak. Mal. Borisovi Masníkovi za cenné rady, vedenie, trpezlivosť a pochopenie počas celých dvoch rokov a hlavne za príležitosť profesionálneho rastu ktorý mi umožnil. Vítkovi Rumlerovi za to, že sa dobrovoľne nasilu podujal na rolu oponenta tejto diplomovej práce.

Ďalej by som chcel poďakovať MgA. Bohuslavovi Stránskému, Ph.D. za celé štúdium a príležitosť rozvíjať sa smerom ktorý som si vybral.

Spolužiakom a kamarátom Byrtusovi a Bugľovi za sociálne rozptýlenie a zábavu, ktoré sú niekedy dôležitejšie ako nápady či spätná väzba. Dii za neúnavnú podporu, že nejako bolo a nejako aj bude, ktorá ma držala v tom, celý tento počin nejako dotiahnuť do konca.

Ďakujem rodičom za podporu v štúdiu tak ďaleko od domova a za to, že po 5 rokoch pochopili, čo vlastne na tej škole robím. Sandre za podporu, motiváciu a neustály prísun dobrej energie a podnetných konverzácií počas posledných mesiacov, ktoré boli extrémne náročné a ktoré mi pomohla zvládnuť.

A úplne na záver Viki, ktorej patrí obrovské ďakujem a bola pre mňa tým najdôležitejším človekom počas celého štúdia a dávno pred ním, bez ktorého by som nebol nikdy tam kde som teraz. Za všetky rady, konzultácie, ktoré som nie vždy bral úplne dobre a motiváciu celé štúdium úspešne dokončiť, hoci s ročným oneskorením. Ďakujem za kreatívne rady, neustálu chuť pomáhať, rozveseľovať a všetko ostatné (a že toho bolo viac než dost')...

nedá sa, neexistuje

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 DIGITÁLNE VYTVORENÉ PROSTREDIA	10
1.1 3D PROSTREDIA.....	10
1.2 2D PROSTREDIA.....	11
1.3 HISTORICKÝ KONTEXT	11
1.3.1 Krajinomal'ba	12
1.3.2 Mattpaint	13
1.4 CG FOTOREALIZMUS	14
1.4.1 Svetlo.....	15
1.4.2 Materiály	15
1.4.3 Optika.....	16
1.4.4 Aplikácia princípov v praxi.....	18
2 REŠERŠ INŠPIRAČNÝCH ZDROJOV A PROJEKTOV SPÁJAJÚCICH 3D PROSTREDIA A STORYTELLING	20
2.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY	20
2.2 DIABLO IV THE WESSEL OF THE HATRED	20
2.3 CALL OF DUTY: MODERN WARFARE.....	22
2.4 BAD TRAVELLING	23
3 PROCES TVORBY 3D PROSTREDÍ	26
3.1 REFERENCIE	26
3.2 LAYOUT A BLOCKING	26
3.3 TVORBA A MOŽNOSTI ZÍSKAVANIA ASSETOV.....	27
3.4 ONLINE KNIŽNICE A DATABÁZY	27
3.5 KITBASH.....	27
3.6 VÝROBA ASSETOV	28
3.7 PROCEDURÁLNE MODELOVANIE	29
3.7.1 Parametrizácia a modularita.....	29
3.7.2 Fraktály a iteratívne algoritmy	29
3.7.3 Štrukturálne systémy	30
3.7.4 Výhody procedurálneho modelovania	30
3.8 UV MAPOVANIE	31
3.9 TEXTÚROVANIE.....	32
3.10 FINÁLNY LAYOUT A STAVBA SCÉNY	33
3.11 LOOK DEVELOPMENT	34
3.12 SVIETENIE	34
3.12.1 Typológia svetiel a druhov svietenia.....	34

3.12.2	Kontrast a tieň	35
3.12.3	Farebnosť a balans	35
3.12.4	Zhrnutie	36
3.13	RENDROVANIE	36
4	STORYTELLING V 3D PROSTREDIACH	37
4.1	FUNKCIE PROSTREDIA V PRÍBEHU	37
4.1.1	Atmosféra a emocionálna tonalita	37
4.1.2	Kontext a svetlo	37
4.1.3	Charakterizácia postáv	38
4.1.4	Kompozícia a dizajn	38
4.1.5	Príklady	39
5	BUDOVANIE PROSTREDÍ PODĽA KOSTRY PRÍBEHU	40
5.1	GENEROVANIE KONCEPTOV A REFERENCIÍ	40
5.2	NÁVRHY DIZAJNOVÝCH KONCEPTOV	41
5.2.1	Dom na periférii	41
5.2.2	Kanadská krajina	42
5.2.3	Opustená osada	43
5.3	PROCEDURÁLNA TVORBA TERÉNU	44
5.3.1	Heightfield nástroj	44
5.3.2	Optimalizácia	45
5.3.3	Generovanie masiek ako podklad pre textúry a distribúciu	46
5.4	TVORBA HERO ASSETOV	47
5.4.1	Polygonálne modelovanie	47
5.4.2	UV mapovanie modelu	47
5.4.3	Textúrovanie a tvorba shaderu	48
5.5	REPLIKOVANIE ANAMORFICKÝCH OBJEKTÍVOV	49
5.6	STAVBA SCÉN	51
5.6.1	Scatterovanie a distribúcia	52
5.6.2	Svietenie s dôrazom na naráciu	53
5.6.3	Naratívna funkcia svetla	55
5.7	COMPOSITING	56
5.7.1	Skladanie a ladenie záberov pomocou AOV vrstiev	56
5.7.2	Ladenie farieb a efekty objektívu	57
5.7.3	Pozadie a obloha	57
5.7.4	Konverzia farebného priestoru a export	59
	ZÁVĚR	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
	SEZNAM OBRÁZKŮ	63
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	64

ÚVOD

Pre mnohých z nás je príbeh primárne o postavách. Ich emóciách, osudoch a životných cestách. Málokto sa však zamyslí nad tým, že rovnako dôležité ako samotný hlavný protagonistu a antagonista príbehu sú prostredia v ktorých sa nachádzajú a v ktorých sa samotný príbeh odohráva. Krajiny, atmosféra a priestor predávajú emóciu a podporujú to, čo sa deje na obrazovke televízie či na filmovom plátne. Ich dosah na príbeh je markantný a dalo by sa povedať že zohrávajú rovnako veľkú rolu ako samotné postavy. Práve časté nedocenie a prehliadanie, či už zo strany divákov a zainteresovaných osôb vo filmovom priemysle, ma motivovalo k vytvoreniu tragického príbehu ktorý je inšpirovaný dielami H. P. Lovecrafta, ktorý je rozprávaný výlučne prostredníctvom kompletne digitálnych 3D prostredí. Pričom sa snaží o najväčšiu možnú imerziu, ktorú bolo možné v týchto podmienkach dosiahnuť.

Písomná časť práce je rozdelená do piatich hlavných kapitol, ktoré sa zameriavajú na podrobný rozbor vybraných inšpiratívnych projektov z hľadiska technického, kreatívneho aj naratívneho. Obsahuje výskum technologických postupov, analýzu kreatívnych riešení a porovnanie prístupov používaných v profesionálnej filmovej a animačnej produkcii. Tieto poznatky boli aplikované v praktickej časti a prispeli k zvýšeniu kvality výstupu.

Ďalej dokumentuje celý proces tvorby – od prázdnej scény až po finálnu vizuálnu kompozíciu. Sleduje vývoj myšlienky, tvorbu a integráciu príbehu do 3D priestoru pomocou modelovania, kompozície, svetla a práce s kamerou. Tieto prvky tu plnia úlohu aktívneho rozprávača, ktorý sprostredkúva dej bez použitia tradičných naratívnych prostriedkov. Hlavným zámerom bolo nielen ukázať prepojenie príbehu s priestorom, ale aj posunúť úroveň produkcie prostredníctvom pokročilých techník a optimalizovaného pracovného postupu, bez ktorých by nebolo možné dosiahnuť takto komplexný výsledok v tak limitovanom čase.

1 DIGITÁLNE VYTVORENÉ PROSTREDIA

Digitálne vytvorené prostredia sú neoddeliteľnou súčasťou väčšiny diel vytvorených moderným zábavným priemyslom. Stretnúť sa s nimi môžeme najčastejšie vo filmoch a hrách. Obe majú svoje špecifiká, pracovné postupy a pravidlá, či už technologické alebo kreatívne. Táto práca sa bude venovať prvej variante, a to 3D prostrediam v audiovizuálnych dielach. Tie môžu byť v závislosti od potreby vytvorené buď v 2D alebo 3D priestore, prípadne kombináciou oboch. Postupy a časová náročnosť závisia prevažne od rozsahu, môže sa jednať o krajinu veľkú niekoľko kilometrov, alebo komornú miestnosť. Vizuálna škála je naozaj pestrá, od fotorealizmu, cez počítačovo/herne vyzerajúce prostredie, až po kompletnú abstrakciu. Variant je teda veľké množstvo a porovnávať ich vzájomne nedáva v kontexte veľký zmysel, keďže sa často jedná o účelové, alebo kreatívne riešenie, ktoré je pre danú situáciu najvhodnejšie.

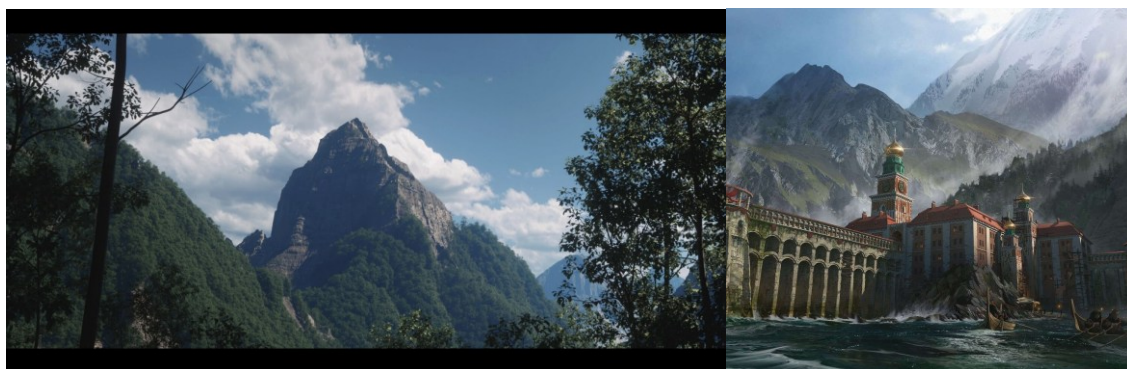
1.1 3D prostredia

Štandardne v angličtine označované ako CG, prípadne full CG Environments, teda počítačovo generované prostredia. Vytvárajú sa v 3D programoch alebo herných engineoch, kombináciou veľkého množstva techník a použitých zdrojov. Ich tvorba je časovo a technicky náročná a to nielen z pohľadu potreby solídnych znalostí (ideálne) niekoľkých 3D programov, ale aj výpočtový výkon počas práce a renderovania výsledného obrázka. Aj keď to navonok nemusí tak pôsobiť, jeden statický obrázok dokáže zamestnať tím ľudí na pokojne celý mesiac, v závislosti od komplexnosti. Keďže 3D grafika je sama o sebe veľmi ostrá a exaktná, nie je možné jednotlivý detail skryť za vizuálny šum v ťahoch štetca ako pri 2D technikách. Filmy ako napríklad Avatar alebo Hobbit, ukazujúce zábery miest a svetov ktoré jednoducho nie je možné natočiť, sú plné veľmi komplexných 3D prostredí, ktoré sa však počas celého filmu musia správať vierohodne v rozličných situáciách, čo si vyžaduje oveľa viac ako len vytvorenie esteticky príťažlivej kompozície s peknými farbami.

„Nie je lepší príklad celého ekosystému vytvoreného výlučne v počítačovej grafike, než vízia Jamesa Camerona pre zalesnený mesiac Pandory, tak ako ju zrealizovala spoločnosť Weta Digital.“ (Oliver, 2014)

1.2 2D prostredia

Dnes sa najčastejšie používajú ako statické pozadia, vytvorené buď technikou digitálnej maľby, alebo takzvaného photobashingu, teda spájania a editovania viacerých obrázkov, za účelom spojenia ich do jedného. Toto použitie je najčastejšie vo filme známe ako mattepaint a jedná sa jeden z prvých predchodcov dnešných vizuálnych efektov. Pôvodná technika spočívala v natáčaní skutočného obrazu kamerou, pred ktorou bola umiestnená sklenená tabuľa. Na túto tabuľu bol následne farbami namaľovaný obraz. Najčastejšie sa jednalo o rozšírenie obrazu domalovaným horizontom či prekreslenie niektorých prvkov v zábere, napríklad rozsvietené svetlá na budove, či jej zrútená časť. V dnešnej digitálnej dobe sa na mattepaint používajú práve obrázky vytvorené photobashingom alebo také, ktoré sú predom vyrenderované.



Obrázok 1 3D environment v pravo (Aaron Westwood), kombinácia 3D a 2D techník (Miguell Solanes)

1.3 Historický kontext

Aj v dnešnej dobe je stále možné vychádzať z historických kontextov a pravidiel. Ostávajú zachované pravidlá vizuálneho umenia, kompozície a podobne.

1.3.1 Krajinomalba

Počas obdobia praveku nemalo umelecké znázornenie krajiny v podstate žiaden význam a všetka pozornosť sa sústreďovala primárne na človeka a zvieratá. Úseky krajiny sa na maľbách začali zobrazovať až v období staroveku, kedy začali byť jednotlivé výjavy zasadzované do kontextu malej časti okolnej krajiny. Jednalo sa o tzv. Krajinné rámce. Až v neskorších obdobiach začala krajina dostávať stále viac pozornosti a až nakoniec mohla samostatne dominovať obrazu. V období stredoveku nastal výrazný útlm a diela boli okliešťované na len na krajinný rámec. Výrazná zmena nastala s príchodom neskej gotiky a rozmachom holandského maliarstva. Príkladom by mohol byť Hieronymus Bosch, aj keď jeho krajiny sa radia skôr k idealizovaným, abstraktným, až snovým avšak jej prítomnosť a plocha ktorú zaberala v rámci jeho diel je značná. O pojme krajinomalba, ako samostatnom smere sa dá hovoriť až v období baroka. Dobový umelci sa začali usilovať o znázornenie krajiny realistické a verne, tak ako ju vidia. Nutne sa však nemuselo jednať až priam o fotografické zachytenie všetkého čo oko vidí a je na svojom mieste, avšak farebnosti, kompozície a celkové rozmiestnenie jednotlivých prvkov na obraze vychádzalo z reality aj napriek romantickým scenériám ktoré nebolo možné vidieť nikde na svete. Nejednalo sa však len o prírodné a vidiecke scenérie ale aj vyobrazenie mestských prostredí. Maľbe Benátok sa venoval a neskôr aj preslávil Giovanni Antonio Canal, ktorého diela ako Campo di Rialto alebo Námestie sv. Marka, môžu pôsobiť pomerne depresívne a ponuro, avšak na pohľad veľmi verne zachytávajú okolnú mestskú scéniu. Napriek tomu, že sa jedná o maľbu, kde sa v umeleckom prevedení a v ťahoch štetca dá schovať veľké množstvo detailov, je tu braný dôraz na znázornenie degradácie muriva v rohoch a zábehoch, zablatené chodníky, či polámané kusy dlažby a medzery medzi nimi. Snové výjavy Caspara Davida Friedricha síce pôsobia ako vytrhnuté z fantasy ale stále si dokážu držať vysokú mieru vernosti. To obzvlášť v práci so svetlom a tým ako preniká rôznymi objektami ako mraky a koruny stromov, ktoré aj v pozadí pôsobia veľmi realisticky a priestorovo. Zručný environment artist by sa teda mal vedieť od starých autorov odpichnúť a inšpirovať sa a to aj napriek domnelej rozličnosti oboch médií, ktoré v skutočnosti rozdeľuje iba predvedená technika a výstupný formát.



Obrázok 2 Campo di Rialto

1.3.2 Mattepaint

„Aj napriek tomu, že mattepainting sa nepochybne postupne vyvinul spolu s históriou filmu a technológiou, jeho princíp ostáva stále rovnaký.“ (DeGuzman, 2023)

S históriou filmografie je spojený už asi jedno storočie a do veľkej miery zapájal do výroby filmu tradičných umelcov, ktorých neskôr nevyhnutne vystriedali tí digitálni. Lokálne je táto technika asi viac známa ako dokresľovačka na skle. Pred kameru sa umiestnila sklenená tabuľa, ktorú bol domal'ovaný obraz, ktorý prekryval časť zorného poľa kamery a mohol tak pridať do záberu napríklad fyzicky neexistujúce budovy, či kopce na horizonte s miestom vynechaným na pohyb hercov a postavenú scénu. Kresba musela byť presná a farebne a svetelne ladiť so scénou aby nepôsobila že do záberu nepatrí. Jedná sa o jeden zo základných a pôvodných filmových trikov ktoré sa do veľkej miery využívali aj na dobových veľkofilmoch ako je napríklad pôvodná trilógia Star Wars. Pôvodný film však z rozpočtom okolo 11 miliónov dolárov bol aj na svoju dobu pomerne slabo zafinancovaný, zvlášť ak sa vezme v podtaz rozsah, vizuálna pestrosť a kvalita svetov, ktoré sa George Lucas rozhodol vytvoriť a preniesť na filmové plátno. Jednalo sa napríklad o útroby Hviezdy smrti alebo široké scenérie z povrchov planét.



Obrázok 3 Tvorba tradičného mattepaintu pre film z trilógie Star Wars

1.4 CG fotorealizmus

Fotorealizmus predstavuje jednu z najžiadanejších schopností v oblasti 3D grafiky, ktorá umožňuje vytvárať diela na nerozoznanie od reality. V prostredí filmu a videoherného priemyslu sa fotorealizmus využíva na vťahnutie divákov a hráčov do čo najviac autentických svetov. Medzi množstvom filmov a hier, ktoré sa snažia ohurovať svojou vizualizáciou, vyniká snímka Toy Story 4, ktorá sa stala ukázkovým príkladom aplikácie princípov fotorealizmu.

1.4.1 Svetlo

Svetlo je najzásadnejším a najnákladnejším prvkom fotorealizmu. Svetlo v reálnom svete spadá do rôznych teplotných rozsahov na Kelvinovej stupnici, čo ovplyvňuje jeho farbu. Napríklad teplé tóny sú typické pre slnečné svetlo alebo žiarovky, zatiaľ čo studené tóny zodpovedajú mesačnému svetlu alebo oblohe.

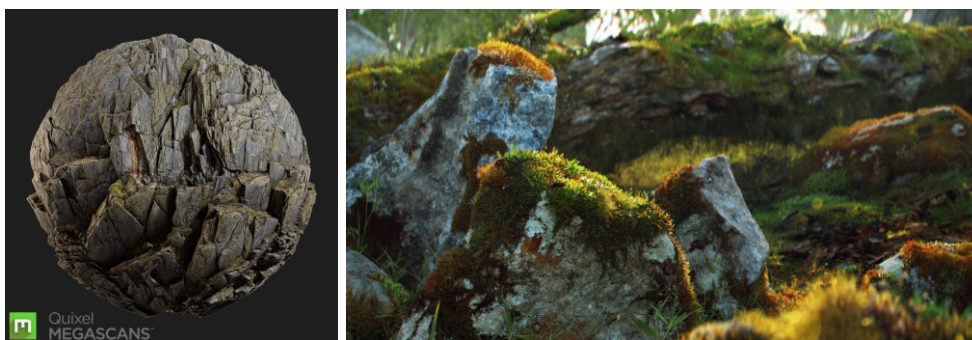
Intenzita svetla dramaticky klesá so zväčšujúcou sa vzdialenosťou od jeho zdroja. Tento jav je presne definovaný zákonom inverzného štvorca, ktorý sa uplatňuje automaticky v 3D softvéri. Správne použitie tohto princípu umožňuje realistické osvetlenie scén.

Malé svetelné zdroje vytvárajú ostré tieňe a zdôrazňujú detaily, zatiaľ čo veľké zdroje (napríklad obloha) poskytujú jemnejšie osvetlenie, ktoré je vhodné pre portréty alebo tváre.

1.4.2 Materiály

Interakcia svetla s materiálom je ďalším dôležitým aspektom fotorealizmu. Keď svetlo dopadne na povrch, časť svetla sa odrazí (reflexia) a časť preniká do materiálu (refrakcia). Hladké povrchy, ako je sklo alebo kovy, poskytujú ostré odrazy, zatiaľ čo drsné povrchy, napríklad tehla, rozptyľujú svetlo do rôznych smerov. Na okrajoch objektov je odrazivosť vždy vyššia, čo je známe ako Fresnelov efekt. Tento jav je ľahko simulovateľný pomocou nastavenia IOR pre daný materiál, vo väčšine moderných rendrovacích nástrojov.

Dôležitou vlastnosťou reálnych materiálov sú ich nehomogénne vlastnosti, ako sú rozličná drsnosť, odrazivosť alebo reliéf. Tieto drobné rozdiely pridávajú povrchom živosť a realistickosť.



Obrázok 4 Realistické materiály z knižnice Megascans a ich použitie

1.4.3 Optika

Správne emulovanie vlastností kamery je rozhodujúce pre realistickú kompozíciu scény. Na prvý pohľad sa môže zdať že digitálna a fyzická kamera sú dve úplne iné svety ktoré nie sú nijakým spôsobom prepojitelné. V čase úplných začiatkov digitálnej kamery, pri výrobe filmov ako napríklad *Fight Club* (1999), bolo použitie digitálnej kamery veľmi výrazné a slúžilo primárne estetickému účelu v silne abstraktnom a umeleckom poňatí veci. Kamera v tomto filme zároveň zachytáva scény a obraz ktorý by nebolo možné replikovať v skutočnej kamere. Jedným z kultových momentov je úvodná scéna, kedy kamera prechádza nervovým systémom a telom hlavej postavy a až takmer bezchybným prechodom nadväzuje na kameru skutočnú, ktorá sa odiaľuje od mieridiel pištole. Táto sekvencia spôsobila skutočný ošiaľ a aj napriek tomu, že digitálne efekty použité na obraz sú citeľne dobové, umelecký zámer tam je jasne badateľný a každý takýto kamerový záber má svoje odôvodnenie a vo filme ich nie je prehnané množstvo.



Obrázok 5 úryvok z intra filmu *Fight Club*

Od tých čias sa však posunula technológia, ako aj kreatívne nazeranie na prácu s digitálnou kamerou. Rendrovacie enginey pre moderné DCC programy ponúkajú vlastné možnosti kamier, ktoré pracujú priamo s princípom výpočtu daného rendera a tieto údaje prevádzajú do fyzikálne správnych nastavení, ktoré vidí používateľ. Nastaviť je teda možné takmer čokoľvek, od šírky objektívu, alebo snímanej plochy filmu, cez nastavenie časov expozície, ostrenia a podobne. Veľkou pomocou je možnosť regulovať ISO alebo f-stop hodnoty, ktoré tak umožnia používať skutočnú a fyzikálne správnu intenzitu svetiel, ako to môžeme pozorovať v skutočnom svete, kedy samozrejme nedokážeme znížiť, alebo

zvýšiť intenzitu osvetlenia zo slnka alebo oblohy, ale práve pomocou niekoľkých parametroch, upravíme snímanie kamery tak, aby sa ona prispôbila svetlám a svojmu okoliu, ako by to bolo v skutočnosti a nie naopak. Na prvý pohľad sa použitie všetkých týchto, zo začiatku komplikovaných nastavení môže zdať zbytočné a bez takmer žiadneho posunu v kvalite výsledného rendra. To však nie je absolútne pointou. Tieto malé niancie je potrebné aplikovať správne a v správnych hodnotách a k tomu mať vyladené aj okolie kamery, čo chce značnú prax a čas kým sa dostavia nejaké výsledky. Nemennými ostávajú aj základné princípy filmografie, Kompozícia, pohyb, svetlo, ostrenie a farebnosť, sú neoddeliteľnou súčasťou a hlavnou chémiou toho, prečo daný záber vyzerá dobre po kamerovej stránke. Bez týchto základov, ktoré tvoria väčšinu estetiky a zároveň sa príliš nedotýkajú technických či fyzikálnych modelov. Venovať dostatočný čas týmto krokom je dôležité pre to, aby sme dosiahli pomyselnú hranicu, takzvaných 80% realizmu. Tento koncept sa primárne aplikuje na stavbu 3D scén a prostredí, kedy sa postupne pridávajú jednotlivé elementy, v závislosti od dôležitosti a veľkosti. Začína sa napríklad blackoutom, ktorý sa postupne vymieňa za assetsy od tých najviac prioritných až po hranicu, kedy je záber defacto hotový ale chýba mu finálny detail. Takto dosiahneme žiadaný efekt 80% realizmu. Kamera sa do tohoto procesu dá zapojiť od samého začiatku, a už pri vytváraní hrubého blockoutu je možné začať záber tzv. framovať, teda určovať pozíciu kamery, čo vidí, na čo ostrý a aká je z jej pohľadu kompozícia objektov. Pridávaním základného osvetlenia, ktoré načrta komplexné finálne svietenie, pridaním textúr alebo zástupných farieb objektom, ktoré rozbíjajú monotónnosť jednofarebného shade-u a v poslednom rade pohybu samotnej kamery a určenia bodu na ktorý je zaostrená. Takýmto cieľavedomým procesom dostaneme výsledok, ktorý od začiatku pôsobí esteticky bez nutnosti prerábania vo finálnom štádiu a spoliehaní sa na rôzne moderné vychytávky rendererov, alebo spracovaniu v compositingu.

jedným z kľúčových bodov je voľba správneho objektívu. To určuje nielen výsledný vzhlľad záberu, ale to ako bude vo finálne na diváka pôsobiť. Konkrétna ohnisková vzdialenosť závisí od scény a kompozície ktorú sa snažíme dosiahnuť, čím širší záber chceme, tým nižšia ohnisková vzdialenosť sa používa. Širší objektív sa hodí viac na krajiny, dlhší zase na detailnejšie zábery. Toto je však skôr zaužívaný základ ako norma, a všeobecne platí, čím viac sa porušuje tým lepšie. Ohnisková vzdialenosť je veľmi variabilná čo sa použitia týka a je možné s ňou do veľkej miery experimentovať. Záleží od vzhlľadu ktorý chceme docieľiť. Napríklad pri simulácii anamorfického objektívu by sa mala používať ohnisková

vzdialenosť 50mm a viac, tak ako je to pri fyzických objektívoch. Vo výsledku sa však jedná o veľmi kreatívny parameter kamery, ktorý má široké využitie a v spojení šírkou snímača diktuje aj výslednú kompozíciu. Širšie objektívy s pravidla deformujú obraz menej a pôsobia efekt oddaľovania sa objektov, naopak dlhé objektívy obraz deformujú do komprimácie. Kedy vzdialené objekty sú na seba vizuálne oveľa viac natlačené, čo posilňuje efekt hĺbky ostrosti a rozmazanie obrazu v defocuse¹. Ohnisková vzdialenosť tak diktuje správanie aj ďalších parametrov kamery, čiže je dobré mať na začiatku predstavu o tom, ako by mala vyzeráť finálna kompozícia a aká by mala byť jej približná hĺbka ostrosti. Rovnako dôležitá je aj konzistencia medzi jednotlivými zábermi v sekvencii. Tá by sa mala držať na podobných hodnotách, pričom občasné veľké zmeny, napríklad z 50 na 100 dobre poslúžia účelu a budovaniu deja, či vizuálneho storytellingu. Strih záberov s nekonzistentnou ohniskovou vzdialenosťou však pôsobí rušivo a kazí estetiku a rovnako aj nadväznosť.



Obrázok 6 Ukážka anamorfického skreslenia

1.4.4 Aplikácia princípov v praxi

Film Toy Story 4 efektívne využíva všetky uvedené princípy na vytvorenie realistických a pritom štylizovaných scén. Napríklad scény odohrávajúce sa v podkroví kombinujú tmavé prostredie s jasnými slnečnými lúčmi prenikajúcimi cez škáry v streche. Tento kontrast je preexponovaný presne tak, ako by to zachytila reálna kamera. Tento prístup k fotorealizmu

¹ Časť obrazu mimo zaostrenej zóny objektívu

kontrastuje s tradičnými štylizovanými animáciami, ktoré menej dbajú na realistickosť svetla, materiálov a optiky. Použitie fotorealizmu pridáva scénam časť realizmu, čo divákovi umožňuje ľahšie sa stotožniť s prostredím a postavami.

Fotorealizmus je tak komplexný prístup k tvorbe realistických 3D scén, ktorý si vyžaduje detailnú prácu so svetlom, materiálmi a optikou. Toy Story 4 je dokonalým príkladom, ako tieto princípy možno využiť na vytvorenie nielen realistického, ale aj emocionálne pútavého diela. Tento prístup má potenciál formovať budúcnosť 3D grafiky a jej uplatnenia vo filmovom i hernom priemysle.



Obrázok 7 Ukážka realizmu z filmu Toy Story 4

2 REŠERŠ INŠPIRAČNÝCH ZDROJOV A PROJEKTOV SPÁJAJÚCICH 3D PROSTREDIA A STORYTELLING

2.1 Úvod do problematiky

V dnešnej dobe je animácia častokrát spájaná s rozprávkami filmovou či seriálovou tvorbou pre deti. Z určitého pohľadu sa dá povedať že táto spoločenská stigma je skutočná, drvivá väčšina animovanej tvorby cieľi na detského diváka alebo je štylizovaná. Pri fotorealistickej, full CG animácii sa však nedá hovoriť ako o nejakej veľkej diere na trhu. Tá má svoje pevné miesto prevažne v segmente herných trailerov. Štýl tejto kompletne počítačovej animácie je niečo čo sa ku hrám ako takým hodí a prostredníctvom týchto krátkych filmov vťahuje diváka do deja hry a navodzuje dojem že sa jedná o graficky zaujímavý titul čo však v mnohých prípadoch nieje pravda a tieto predrendrované animácie sú takmer vždy grafickej a detailnej úrovni, na akej počítačové a konzolové hry ešte nejaký čas nedosiahnu. Historické prvenstvo drží firma Square, terajší Square Enix, ktorý priniesol veľkolepý trailer na hru Final Fantasy VII. Ten prezentoval herný príbeh a postavy avšak nie samotnú grafiku. Medzi hráčmi a zainteresovanou verejnosťou sú notoricky známe trailery pre World of Warcraft a jeho rozšírenia. Tie slúžia na prezentovanie postáv a príbehu daného datadisku, a priam až filmovým štýlom vťahujú diváka do boja o fiktívny kontinent Azeroth. Vtipným kontrastom je práve grafický a animačný rozdiel medzi tými trailerami a samotnou hrou. Blizzard je zároveň jedným z mála štúdií ktorých súčasťou je animačné štúdio ktoré tieto videá vyrába.

2.2 Diablo IV The Wessel of the Hatred

Upútavka na príbehové rozšírenie hry Diablo IV od štúdia Blizzard, s podtitulom vessel of hatred by sa z jednoduchosťou dala zaradiť medzi to vizuálne najlepšie čo animačný tím blizzardu vyprodukoval. Prvá polovica sa nesie v duchu veľmi jemnej digitálnej kinematografie. Kamera je väčšinu času statická a akékoľvek výrazné pohyby reagujú na pohyby a akcie postáv, čo zvyšuje dojem, že sa divák pozerá na niečo skutočné. Použité v tomto prípade boli hlavne objektívy z dlhšou ohniskovou vzdialenosťou, čo sa perfektne

hodí na snímanie postáv a toho čo prežívajú. Tieto objektívy robia viac plochým a kompaktným a objekty ktoré sú v pozadí sa zdajú väčšie bližšie a viac stlačené. Vďaka tomu má divák pocit že je k postavám bližšie a môže to u neho vyvolať pocit sklúčenosti. Obraz nikdy nieje perfektne zaostrený, čo je taktiež charakteristickým znakom skutočných kamier a natáčania. Framing² väčšinu času vyplňa tvár postáv a prostrediam sa až taká veľká pozornosť nevenuje. Preto si hlavnú pozornosť berú prepracované digitálne postavy, ktoré vynikajú podporené veľmi dobrou prácou s kamerou a framingom obrazu. Modely sú prepracované do vysokých detailov, rovnako ako textúry kože a vlasov, či prítomnosť mikroskopických chlpkov na tvári ktoré sú ledva viditeľné avšak divák cíti že sú tam. Všetky tieto aspekty sú už v dnešnej dobe samozrejmosťou moderného workflow s digitálnymi 3D postavami, to však častokrát, a to aj v profesionálnej produkcii padá na disbalance týchto prvkov. Chlpkov je častokrát priveľa, sú príliš dlhé, výrazné alebo presaturované. Postavy a ich tváre sú veľmi citlivé na jemné detaily, keďže je to niečo s čím sa človek stretáva denno denne, pozná všetky nuancie ako aj správanie sa tejto časti ľudského tela. Je tak veľmi jednoduché spadnúť do tzv. Uncanny walley, kedy cítime, že niečo nie je v poriadku a je pre nás neprirodzené. Je to práve častý problém realistických postáv. Asi najznámejším príkladom sú filmy The Polar express (2004) a Beowulf (2007). Vessel of Hatred sa však uncanny walley úspešne vyhlo a prinieslo jeden z najrealistickejších vyzerajúcich postáv v odvetví herných trailerov. Celkový dojem podporuje aj špina a pot po vráskach, takisto ako slzy tečúce po tvári, ktorých rýchlosť stekania je evidentne ovplyvnená nielen samotnými kontúrami, ale aj ďalšími efektmi ako je napríklad blato na lícach a podobne. Stred videa sa odohráva vo fantazijnom prostredí ktoré je pomerne bežné pre tento typ ukážok a samotnú fantasy tematiku. Nápadité je však celkové umiestnenie kompozície v tele veľkého démona. Svietenie celého videa je pomerne štandardné, a takmer v každom zábere vedené od chrbta postáv, čím je zaistená dobrá vizuálna konzistencia konzistencia, bez potreby komplikovaného nastavovania svetelného rigu³ pre jednotlivé sekvencie. Farebnosť a finálne spracovanie obrazu je pomerne moderné, farby sú teda saturované a svetlá rozptýlené do výrazných specular⁴ efektov a posilnených odleskov. Výsledná kinematografia je vo výsledku pôsobivá, avšak

² Spôsob akým sú prvky usporiadané v zornom poli kamery

³ Kostra digitálnej postavy umožňujúca pohyb

⁴ Výrazný lesklý odraz na povrchu

působí místami až příliš digitálně, hlavne v rozostrených častiach obrazu. Absencia filmového šumu a saturovaný farebný grading taktiež prispieva k digitálnemu vzhľadu.



Obrázok 8 Detail tváre

2.3 Call of Duty: Modern Warfare

Reštart notoricky známej série v sebe niesol okrem hrateľných pasáží prvok ktorý bol extrémne dôležitý pre vtiahnutie diváka do príbehu hry. Tým boli filmové sekvencie ktoré oddeľovali jednotlivé misie, uvádzali tie ďalšie celkovo slúžili ako silný katalizátor príbehu. Špecifikom oproti iným podobným pokusom v hrách je to že sa jedná o nesmierne realistické a predrendované sekvecie s vysokou kreatívnou ako aj technickou hodnotou. Kamera je inšpirovaná drámami z vojenského a vyšetrovateľského prostredia, ako je napríklad Sicario (2015), alebo Dark Zero Thirty (2012). Neustále podporuje pocit podozrenia a skrytej hrozby. Zároveň ani nestráca dynamiku a realistický handeld pocit pri akčných scénach. To všetko podporuje na prvý pohľad jednoduché, na zároveň fantastické nasvietenie prostredí a postáv. Tie majú základ v skutočných hercoch ktorý im prepožičali svoj vzhľad a hlas. pomocou technológie 3D skenovania a následného spracovania týchto surových dát pomocu technológie sculptingu a dodatočnej tvorby textúr a výrobe shaderov boli hlavy hercov, v takmer identickej forme prevedené do digitálnej podoby. V prípade

animácie bol využitá technológia motion capture, ktorá nahráva pohyb človeka, oblečeného v špeciálnom obleku s kontrastnými bodmi, ktorých pozíciu a rotáciu v priestore vyhodnocuje niekoľko snímajúcich kamier a cez špecializovaný software ich prevádza do digitálnu kostru na ktorej je animácia zachytená. Vo výsledku sa tak jedná o vizuálne mimoriadne atraktívny dodatok k inak pomerne štandardnej akčnej hre.

Majiteľ a vedúci supervizor štúdia Blur, ktoré je zodpovedné za mnohé známe herné trailery a zároveň aj za vyššie spomínané filmové sekvencie pre Call of Duty: Modern Warfare, Tim Miller je veľkým zástancom a popularizátorom toho, že animácia pre dospelých má svoje miesto vo filmovom a animačnom priemysle. Jedným z dôkazov je aj celosvetovo úspešná animovaná antológia Love, death + robots. Práve Miller ako kreatívny riaditeľ, ktorý so svojím tímom zohral kľúčovú rolu pri tvorbe tohoto projektu a jeho úspechu a zároveň stojí za niekoľkými epizódami ktoré sú považované za jeden z najlepších, po príbehovej, ako aj vizuálnej stránke.

2.4 Bad travelling

Druhá epizóda tretej série Love, Death + Robots je skutočným dôkazom toho, že kinematografia je maľba svetlom. 23 minút dlhá epizóda režírovaná Davidom Fincherom sleduje osud rybárov žralokov, na ktorých loď zaútočí obrovský ľudožravý krab zvaný Thanapod. Komorný príbeh, ktorý sa celý odohráva na jednej lodi neexcelu svojimi prostrediami či pompéznosťou. Všetko je tmavé, vlhké a odpudivo pôsobiace. Práve táto vizuálna štylizácia v spojení so svetlom je to čo túto epizódu robí tak vizuálne zaujímavou. Desaturovená farebnosť a neprirodzene pôsobiace odtiene svetiel. Na prvý pohľad by sa dalo povedať že jednotlivé scény sú osvetlené veľmi jednoducho len niekoľkými svetelnými zdrojmi. Opak je však pravdou, na scény v podpalubí lode je okrem viditeľných svetelných zdrojov použité veľké množstvo ďalších kreatívne ladených umelých svetiel ktoré pomáhajú zvyrazňovať detaily a dotvárať atmosféru. Takéto komplexné svietenie je možné dosiahnuť pomocou funkcie light linking⁵ ktorou disponuje väčšina dnešných moderných rendererov. V tomto prípade išlo o nástroj Vray a jeho funkciu light select, ktorá umožňuje svietičovi ladieť každé svetlo separátne, ako aj ovplyvňovať jeho vplyv na

⁵ Funkcia ktorá umožňuje vypínať a zapínať svetlá pri interakcii s konkrétnymi objektami

určité objekty. Ako je napríklad výrazný key light smerujúci na chrbát hlavného hrdinu, ktorý však okrem neho neovplyvňuje ďalšie objekty v scéne, a jeho intenzita je znížená na minimum. V prípade že sa pri rendrovaní tieto svetlá, respektíve osvetlené plochy uložia do samostatných vrstiev, je možné svietenie záberu ladiť do najmenších detailov ďalej vo fáze compositingu. Svetlo nie je dôležité len pri budovaní atmosféry, ale taktiež pomáha divákovi určovať smer diania na obrazovke, tento princíp je ukázkovo prevedený v úvodnej sekvencii kde, v búrke sledujeme nalodenie príšery. Ruka postavy vytvára líniu ktorá v kontinuite strihu vedie diváka na miesto kde sa prvý krát objavuje obrovský krab. Táto línia je naviac podporená kontrastom tmavej farby kabáta a nočnej oblohy osvetlenej bleskom počas búrky. Tento koncept je využitý aj v ďalšom zábere, kedy najprv v tme vidíme len nesúrodý obrys, ktorý v plnom svetle odhaľuje až úder blesku. Na prvý pohľad sa nejedná o príliš fotorealistický vizuálny štýl. Spojenie s hrubými textúrami povrchov, vysokého kontrastu odleskov a postavami, ktoré svojimi proporciami pôsobia občas až karikatúrne nemá základný predpoklad pre vytvorenie fotorealistického vizuálu. Tým predpokladom je balans. Balans svetla, detailu a jeho jemnosti, či kompozície a formy. Na druhej strane si však *Bad travelling* silne zakladá na fyzikálnej vernosti a dodržiava pravidlá optiky, svetla a materiálov. Aj napriek tomu že tvorcovia tejto epizódy nezvolili štandardný fotorealistický vizuál, ako napríklad v epizóde *The Drowned Giant*, výsledok pôsobí mimoriadne verne a uveriteľne tomu, čo vnímame očami a čo nám ako ľuďom pripadá prirodzené, hoci ide cestou celkom neopozieraného a zaujímavého vizuálneho štýlu. Vo výsledku sa tak jedná o fantastické technické a kreatívne spracovanie, ktoré má predpoklad na to, aby si udržalo obrazovú relevanciu aj po dlhšom čase.



Obrázok 9 vizuálny štýl spájajúci fotorealizmus a umeleckú štylizáciu

3 PROCES TVORBY 3D PROSTREDÍ

Tvorba 3D prostředí je takmer vždy zdĺhavým a technicky komplikovaným procesom, ktorý si vyžaduje veľké množstvo znalostí a zručností v rôznych odboroch a niekoľko krokov, ktoré nie sú nepreskočiteľné, ale ich dodržiavanie výrobu značne zjednoduší a pomôže cieľenie dosiahnuť lepší a vizuálne pútavejší výsledok.

3.1 Referencie

Referencie predstavujú jeden z kľúčových aspektov, aj napriek tomu že sú častokrát podceňované a prehliadané. Správne zozbierané referencie pozostávajú nielen z kreatívnych konceptov, ale hlavne fotografií na ktorých sú zachytené skutočné veci, ktoré sa snažíme vyrobiť pomocou rôznych techník 3D grafiky a modelovania. Práve pozorovanie reality je v tomto odvetví jedna z najviac dôležitých zručností. Sledovanie správnej fyziky a vzhľadu predmetov, ktoré je následne správne prenesené do všetkých krokov procesu.

3.2 Layout a blocking

Hrubý layout⁶ udáva základnú kompozíciu a formu a objem scény. Častokrát sa vytvára z jednoduchých objektov, ako kvádre, kocky, cylindre a podobne. Je to tak isto krok v ktorom začíname prakticky pracovať s framingom, teda pozícou kamery, jej kompozíciou a ohniskovou vzdialenosťou. Pomocou takýchto hrubých tvarov je jednoduché vytvárať veľké množstvo verzií kompozícií a skicovať si vzhľad prostredia. Treba však myslieť na to, že do hrubého layoutu môžu byť použité niektoré veľké a pre prostredie kľúčové assety, avšak nikdy by sa nemalo jednať o žiadne detailné geometrie, keďže tie by na seba strhávali veľkú pozornosť a rozbíjali by tak vizuálnu harmóniu v scéne. V layoute je tak isto dobré, si definovať plány prostredia na základe vzdialenosti, od ktorých sa neskôr bude odvíjať použitie optimalizovaných verzií 3D objektov.

⁶ Rozloženie a kompozícia objektov v scéne

3.3 Tvorba a možnosti získavania assetov

Pod slovom asset sa rozumie akýkoľvek 3D objekt ktorý je použitý v scéne. Môže sa jednať o malé objekty určené na procedurálne distribuovanie po povrchoch, vegetáciu, budovy, vozidlá a pokojne aj 3D charaktery. Tie sa dajú získať z niekoľkých zdrojov a niekoľkými spôsobmi. Manuálna výroba a modelovanie sú častokrát zdĺhavý proces a pre projekty na ktorých pracuje malý tím alebo jeden človek nie sú vhodné. Samozrejme za výnimky sa dajú považovať hero assety blízko ku kamere a tie ktoré majú jasne daný dizajnový jazyk alebo sú súčasťou už predom vytvoreného konceptu. Ohľad treba brať na to, že s vlastným, ručne vymodelovaným assetom je potrebné ďalej pracovať a dbať na to aby bol typovo a vizuálne podobný zvyšku scény a nerozbíjal konzistenciu.

3.4 Online knižnice a databázy

Ďalšou možnosťou je použitie knižníc ako je napríklad Megascans, ktoré ponúkajú milióny assetov určené pre prostredia v rôznorodom kontexte geografie, či historickej doby. Všetky sú profesionálne nafotené so správnym difúznym osvetlením a väčšinou obsahujú až 6 LOD variant, vrátane originálnej high poly geometrie, ktorá sa v spojení s 8k textúrou dá použiť do väčšiny blízkych záberov. Výhodou je plugin do hlavných DCC programov, ktorý do veľkej miery automatizuje inak zdĺhavé importovanie geometrie a textúr. Nejedná sa o dokonalé riešenie ktoré by bolo dostupné pre všetky verzie render nástrojov tretích strán, ale aj v základe ušetrí veľké množstvo času a zautomatizuje tento proces.

Ďalšími možnosťami sú online knižnice ako sketchfab, turbosquid a podobne. Jedná sa o user-based marketplace do ktorých môže prispievať hocikto a zvoliť si či svoju prácu ponúkne zadarmo alebo ju bude predávať. Problémom často býva kvalita a konzistencia a to častokrát aj v prípade modelov, ktorých cena sa pohybuje na hranici desiatok či stoviek eur. Vyvažuje to však ohromné množstvo a rôznorodosť.

3.5 Kitbash

Kitbashovanie, alebo model bashovanie je kombinovanie modelov, alebo ich častí na vytvorenie niečoho nového. Koncept sa okrem počítačovej 3D grafiky využíva aj v plastikovom modelárstve kde má aj svoje korene. Príkladom môže byť pôvodná trilógia Star Wars, kde modelári pracujúci na vizuálnych efektoch kombinovali a recyklovali časti

niektorých modelov, ktoré vyrobili pre iné sceny, prípadne ich kombinovali z časťami iných, komerčne dostupných stavebníc a vytvorili z nich nové modely použité vo filme. Renesanciu zažilo kitbashovanie s nástupom 3D modelovania. Koncept ostáva rovnaký ako pri fyzickom médiu, k základu sa pridávajú ďalšie prvky a vzniká tak nový objekt alebo detailnejšia variácia toho pôvodného. K hrubému modelu budovy sa môžu pridať ďalšie, už predom pripravené, ako klimatizácie odkvapy, prípadne časti interiérov a podobne. Z viacerých budov podobného typu, a menších doplnkových assetov je veľmi jednoduché vytvoriť živé mesto alebo krajinu.



Obrázok 10 Balíček modelov Kitbash 3D

3.6 Výroba assetov

Proces výroby by mal vždy začínať jednoduchým blokovaním, počas ktorého sú definované proporcie, základné tvarové vlastnosti a mierka. Vždy platí že sa postupuje od najväčších častí po najmenšie, pričom zdetailovanie robíme priebežne a konzistentne. Toto značne zjednoduší úpravy či prerábanie niektorých častí a zrýchli konečný proces zdetailovania, keď všetky časti majú jednotnú úroveň premodelovania a jednoduchšie sa tak pridáva geometria a detail tam kde je potrebný, čo je oveľa jednoduchšie ako detail a geometriu z modelu odoberať

3.7 Procedurálne modelovanie

Procedurálne modelovanie predstavuje spôsob tvorby 3D objektov, prostredí a štruktúr pomocou algoritmov a pravidiel, bez potreby ručného modelovania jednotlivých detailov. Tento prístup je mimoriadne efektívny pri generovaní rozsiahlych, komplexných alebo variabilných štruktúr a objektov, ako sú mestá, krajiny, vegetácia, architektúra či aj neorganické štruktúry ako jaskyne a asteroidové polia a pod.

Základom procedurálneho modelovania je **parametrickosť a pravidlovosť** – tvorca definuje „recept“, podľa ktorého sa generujú objekty, nie ich konkrétny vzhľad. Ako uvádza Ebert et al. (2003), „*procedurálne modelovanie umožňuje výtvarníkom definovať generatívne procesy namiesto samotných objektov*“. Tým sa vytvára veľká miera pre náhodnosť ktorá je častokrát nesmierne žiadaná u niektorých typov assetov, akým môže byť napríklad terén krajiny, či stromy.

3.7.1 Parametrizácia a modularita

Objekty sú definované pomocou predom vytvorených parametrov (napr. výška budovy, počet okien, šírka cesty), ktoré umožňujú generovať stovky variácií jedného typu modelu. Tento prístup je bežný najmä pri tzv. **rule-based systémoch** (napr. L-systémy).

3.7.2 Fraktály a iteratívne algoritmy

Fraktálne techniky využívajú opakovanie jednoduchých pravidiel v rôznych mierkach. Príkladom je generovanie horských masívov alebo oblakov pomocou **kombinácie niekoľkých typov náhodných digitálnych šumov**, ktoré dodávajú organický vzhľad. Používané sú najmä pri tvorbe krajín, terénov a iných prírodných prostredí.

3.7.3 Štrukturálne systémy

Jednou z najznámejších techník je **procedurálne generovanie miest** pomocou **shape grammars** a **CGA rules** (Computer Generated Architecture), využívané napr. v softvéri **CityEngine**. Pravidlá určujú, ako sa z jednoduchého geometrického tvaru (napr. obdĺžnikového pôdorysu) stane komplexná budova. Tento postup už však vyžaduje kombináciu niekoľkých predchádzajúcich postupov a je nesmierne komplexný a zdĺhavý na výrobu. Takéto nástroje sú však nesmierne cenené hlavne v profesionálnej produkcii kde umožňujú rýchle a efektívne prototypovanie či konceptovanie.

3.7.4 Výhody procedurálneho modelovania

V prostrediach, kde je nutné generovať stovky alebo tisíce objektov (napr. simulácie miest, husté lesy, horské pásma), by ručné modelovanie bolo neefektívne. Procedurálne modelovanie umožňuje rýchlu iteráciu a automatické generovanie veľkých datasetov, s takmer nekonečnou variabilitou čo značne zjednodušuje a eliminuje náročné zakrývanie opakujúcich sa vzorcov, ktoré rozbíjajú celkový pocit realizmu scény.

Vďaka parametrom môže každý objekt vyzerat' inak, čo zvyšuje vierohodnosť prostredia. Táto variabilita je kľúčová v hrách ako **No Man's Sky** (2016), kde je celý vesmír procedurálne generovaný. V rámci filmového priemyslu stoja za zmienku efekty do filmu **War for the Planet of the apes** (2017) Kde boli pre niektoré zábery na pohoria a husté lesy použité procedurálne techniky generovania krajiny a obrovského množstva simulovaných stromov.

Zmeny v modeli možno realizovať úpravou vstupných parametrov, nie prepracovaním celej geometrie. To umožňuje flexibilitu počas vývoja a úsporu času pri úpravách. Počiatočná výroba procedurálneho nástroja je však komplikovaná a zdĺhavá, preto je vždy dôležité si klásť otázku či je vhodné zvolit' práve túto cestu. V prípade že sa jedná o unikátny asset, pri ktorom je nutné riešiť najmenšie detaily na úrovni konkrétnych miest, je lepšie siahnuť po polygonálnom modelovaní alebo sculptovaní⁷. Avšak ak potrebujeme vytvoriť niekoľko domov pre mestskú zástavbu v jednotnom štýle, či set futuristických doplnkových assetov je lepšie zvolit' procedurálny prístup aj za cenu dlhšej počiatočnej časovej investície.

⁷ Spôsob organického modelovania

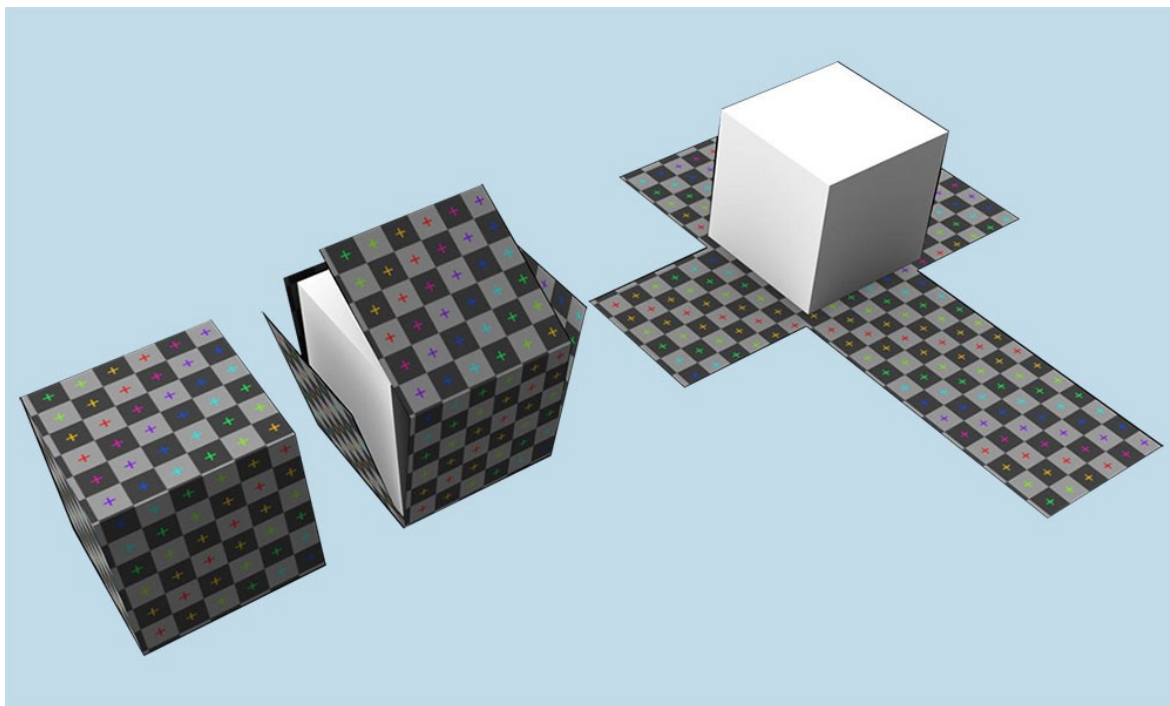
3.8 UV mapovanie

V samotnom základe sa jedná sa o jednoduchý proces kedy sa časti modelu ako keby rozstrihajú a rozložia do jednej vrstvy, na ktorú sa následne mapuje textúra. Častokrát je nesprávne interpretované, že textúra je aplikovaná na model, čo v skutočnosti nie je pravda. UV mapy sa ukladajú do štvorcov ktoré majú rozlíšenie v násobkoch 2, napr. 1K, 2k, 4k a podobne. Veľkosť jednotlivých island-ov⁸ je definovaná textel densitou⁹ ktorá vychádza z rozlíšenia textúry a adekvátnej veľkosti island-ov tak, aby sa zmestili do jednotlivých UDIMov. V prípade, že je potrebný detailný model s vysokým rozlíšením textúr, je pre optimalizáciu výkonu lepšie použiť viac UDIMov ako umelo zvyšovať rozlíšenie, z pravidla platí že pre assety by sa nemalo prekračovať rozlíšenia 8K. Takto veľké súbory textúr v lineárnych formátoch ako je .exr môžu zaberat' aj niekoľko GB miesta na disku a pri rendrovaní si alokujú obrovské množstvo pamäte a spomaľujú načítanie rendra. Tvorba UV máp je však do veľkej miery stále manuálna a zdĺhavá činnosť. Podcenenie kvalitných UV vedie k veľkým problémom pri textúrovaní a preto je dôležité dbať hlavne na to, aby sme mali rovnakú texel densitu a jednotlivé islandy neboli natiahnuté a strany zdeformované. Kedysi bolo nutnosťou schovávať spoje, avšak to dnes v prípade použitia procedurálneho textúrovania alebo triplanárneho¹⁰ mapovania nie je také dôležité, keďže spoje sú prekryté náhodou variáciou. Moderné verzie programov takisto majú možnosť tzv. auto UV, kedy je celý model mapovaný na základe algoritmu, ktorý podľa smerov normálov zistí, po akej osi smeruje geometria. Automatické UV sa neodporúča aplikovať na celú geometriu, ale primárne na opakujúce sa časti, ktoré nie sú viditeľné, alebo sú určené na procedurálne textúrovanie. Takto si ušetríme miesto na UDIM-e a stále máme kontrolu nad veľkosťou islandov a ich množstvom.

⁸ Základný prvok pri interpretácii plochy modelu do 2D priestoru

⁹ Rozlíšenie jednotlivých 2D elementov

¹⁰ Procedurálny spôsob mapovania textúr na všetky osi priestoru zároveň



Obrázok 11 UV mapovanie

3.9 Textúrovanie

Proces tvorby textúr nie je iba o pridávaní farieb na povrch assetu a farebnom procese ale vytvoreniu materiálu, prípadne aplikácii niekoľkých materiálov, z ktorých každý má vlastné fyzikálne parametre vychádzajúce z PBR alebo obdobného pracovného postupu. Tým je zaručené správne spracovanie farieb a správanie sa povrchov. Zároveň sa jedná o moderný štandard používaný veľkými aj malými produkciami. Realizmus materiálov je do veľkej miery udávaný tým ako reagujú na svetlo. PBR postup má za úlohu automatické spracovanie toho, aby boli tieto hodnoty prenositeľné medzi viacerými programami a jednoducho tieto dáta preniesť do rendra ktorý ich spracuje. Okrem farieb ktoré spolu navzájom ladia je dôležité dbať aj na správnu mierku v detailoch, ktoré sa vytvárajú nad rámec geometrie modelu. Jedná sa prevažne o rôzne nedokonalosti ako stekance, špinu, praskliny, opotrebenie rohov, alebo opakujúce sa vzorce či vystupnuté povrchy s variáciou, všetky tieto elementy musia byť vo vzájomnej harmónii, nesmú byť príliš opakujúce sa a musia mať správnu farebnosť. Skutočné povrchy nemajú jednoliaty lesk, každý materiál vytvára úplne iné odlesky, pod iným dopadom svetla. V prípade, že sa jedná o viacero materiálov na jednom objekte je dobré venovať pozornosť tomu aby všetky odlesky boli vzájomne harmonicky

vyladené, rovnako ako ich intenzita. Vodiče a metalické materiály majú iný typ odlesku ako nevodiče, čo je zásadné vedieť pri tvorbe kovových materiálov. Podobne to je aj s nastavením IOR, ktoré je často prehliadané a rozdiel na prvý pohľad nemusí byť až taký badateľný, avšak pri dodržaní presných hodnôt daného materiálu, dokáže malá zmena IOR posunúť výsledný materiál ešte bližšie realizmu. Nutné je však dodať, že už v základe sa musí jednať o kvalitne spravený a realisticky pôsobiaci shader¹¹. Výsledné exportné rozlíšenie určujeme podľa potreby rozlíšenia obrazu a toho, ako ďaleko by sa objekt mal nachádzať od kamery. V praxi platí, že pre bežné prípady je rozlíšenia viac ako 8k ohromne neefektívne a je lepšie zvoliť UDIM workflow s 2 alebo 4k textúrami.

3.10 Finálny layout a stavba scény

V priebehu práce na ostatných krokoch alebo assetoch je dobré postupne nahrádzať hrubý layout za ten skutočný. Čím skôr sa tak stane, tým skôr sa odhalia chyby a nedostatky ktoré častokrát vznikajú až vo finálnej layoutovacej alebo dressovacej fáze tvorby prostredia. Na rozmiestňovanie veľkého množstva objektov je dobré použiť kombináciu procedurálnych techník a ručného ukladania. takto je možné dosiahnuť kompromis medzi rýchlosťou a požadovaným umiestnením niektorých objektov v scéne tak, aby korešpondovali s nastavenou kompozíciou hrubého layoutu. Dobré je sa zamyslieť aj nad tvorbou procedurálnych modelov ktoré sú vytvorené priamo podľa existujúceho layoutu a dokážu sa prispôbovať zmenám. Môže sa jednať napríklad o cesty medzi budovami, obrubníky, terény a podobne. Všeobecne platí, že čím je model reponzívnejší na zmeny tým komfortnejšia a rýchlejšia práca. Procedurálny workflow je teda vhodnejší na veľké množstvo úloh, avšak vyžaduje si veľké znalosti a jeho krivka učenia je značne strmá a vo veľa prípadoch je nutné vedieť aspoň základy programovacieho jazyka. V prípade Houdini je to jazyk VEX, postavený na princípoch jazyka C. Skriptovanie je takmer vždy možné obísť pomocou jednotlivých nodov, čo je však pomerne neefektívne.

¹¹ Spôsob akým renderovací nástroj spracováva textúru

3.11 Look development

Veľmi dôležitý krok, ktorý sa pri práci na malých projektoch častokrát chybne javí ako zbytočný. Lookdevový proces dokáže odhaliť nedokonalosti v materiáloch, či shaderoch ešte pred samotným rendrovaním, čo opäť šetrí veľké množstvo času. Obzvlášť v prípade že sa shader ladí v scéne s izolovaným assetom a nie vo finálnej kompozícii s ďalšími objektami. Používa sa zásadne neutrálna HDRI mapa, ktorej svetlo nijako nedeformuje farby a vidíme ich tak ako by sa fyzikálne javili pri skutočnom svetle, alebo je možné použiť priamo svetelný setup ktorý je totožný so záberom na ktorom pracujeme. Takto získavame rýchly náhľad priamo vo svetle a atmosfére ktoré budeme vidieť aj vo finálnom rendri. To je napríklad vhodné pri práci na nočných alebo tmavých záberov, kde nie je úplne nutné mať vyladené textúry po všetkých stránkach a sústredíme sa len na časti, na ktoré najviac dopadá svetlo alebo sú v detaile. V takomto prípade sa ale nie je možné spoľahnúť na to, že materiály a textúra daného assetu budú fungovať správne aj v iných svetelných podmienkach.

3.12 Svietenie

Svietenie 3D scény je pre proces tvorby full CG environmentov je jedným z najdôležitejších krokov, ktorý zásadne ovplyvňuje atmosféru, vizuálnu hĺbku a celkový realizmus scény. Cieľom tejto fázy je nielen osvetliť objekty v priestore, ale aj podporiť naratívny a umelecký zámer záberu, čím sa zabezpečí jeho konzistencia s celkovou estetikou projektu. Aj v tomto prípade je nesmierne dôležité mať dostatok referenčných materiálov, ako sú fotografie, koncepty alebo reálne scény, ktoré pomáhajú definovať typ a charakter svetelných zdrojov. Dôležitým aspektom je aj pochopenie fyzikálnych princípov svetla, ako sú odrazy, lom, absorpcia a rozptyl, ktoré ovplyvňujú správanie svetla v priestore.

3.12.1 Typológia svetiel a druhov svietenia

Pri nastavovaní osvetlenia sa najčastejšie používajú tri základné kategórie svetelných zdrojov: priame, bodové a plošné, pričom dôležitou súčasťou je aj využitie environmentálneho svetla cez použitie HDRI mapy, ktorá pomáha simulovať prirodzené osvetlenie scény. Alternatívou k HDRI môže byť napríklad fyzikálny sun & sky systém,

ktorý ponúka väčšina moderných renderovacích nástrojov už v základe a simulujú realistickú oblohu, s širokými možnosťami nastavenia atmosféry, či azimutu slnka, ktoré vedia veľmi dobre poslúžiť ako základ pre komplexnejšie svetelné scenáre, alebo ako out of the box riešenie jednoduchého osvetlenia. V prípade tradičného poňatia alebo nevyhovujúceho správania sa sun & sky systému je možné ako slnečný zdroj použiť directional light na simuláciu slnečného svetla, keďže vyžarujú paralelné lúče svetla s rovnomernou intenzitou. Point svetlá vyžarujú svetlo zo svojho bodu vo všetkých smeroch, čo sa hodí na simuláciu žiaroviek alebo iných malých svetelných zdrojov. Area svetlá napodobňujú veľké, plošné zdroje svetla, ako sú okná alebo neónové panely, a poskytujú mäkkšie a realistickejšie tieň. Okrem toho sa často využíva aj volumetrické osvetlenie, ktoré pridáva hĺbkú a atmosféru pomocou simulácie častíc rozptyľujúcich svetlo vo vzduchu, čím sa dosahuje efekt lúčov slnečného svetla prechádzajúcich hmlou alebo prachom. Tú je možné simulovať cez environmentálne vrstvy rendra alebo použiť priamo volumetrický objekt. Alternatívou je vytvoriť tento efekt v compositingu, pomocou AOV vrstvy hĺbky, ktorá sa častokrát nazýva ako Dept pass alebo Z depth.

3.12.2 Kontrast a tieň

Dôležitým prvkom lighting fázy je aj správne nastavenie tieňov, ktoré pridávajú na realistikosti a zabezpečujú vizuálnu integritu scény. Pri tomto procese sa pracuje s parametrami ako ostrosť tieňov (shadow softness), intenzita a ich farebný odtieň. Tvrdé tieň sa vytvárajú pomocou malých a koncentrovaných zdrojov svetla, zatiaľ čo mäkké tieň vznikajú pri rozptýlenom svetle z veľkých plôch. Vysoká úroveň realizmu sa dosahuje aj implementáciou globálnej iluminácie (GI), ktorá zabezpečuje realistické šírenie svetla v prostredí pomocou odrazov od povrchov. Moderné renderovacie techniky, ako path tracing a ray tracing¹², umožňujú fyzikálne presnú simuláciu svetelných interakcií vrátane zložitých odrazov, refrakcie a správania svetla pri interakcii s materiálmi.

3.12.3 Farebnosť a balans

Ďalším významným aspektom je práca s farebnou teplotou svetiel, ktorá určuje celkovú náladu scény. Teplé svetlo (napríklad zapadajúce slnko) vytvára pocit pohody a nostalgie,

¹² Algoritmy kalkulácie odrazov lúčov svetla

zatiaľ čo studené svetlo (mesačné alebo fluorescenčné osvetlenie) môže navodiť dojem chladu, napätia či futuristického vzhľadu. Dôležitá je aj rovnováha medzi primárnym, sekundárnym a akcentovým osvetlením, ktoré zabezpečuje čitateľnosť scény a správne vedenie divákovho oka na kľúčové prvky.

3.12.4 Zhrnutie

Lighting fáza je úzko prepojená s ďalšími etapami pracovného postupu, ako sú shading, textúrovanie a postprodukcia. V rámci shadingu je potrebné zabezpečiť, aby materiály realisticky reagovali na svetlo – teda aby správne odrážali, pohlcovali alebo lámaním rozptyľovali svetlo čo sa overuje práve pri look developmentovom procese.

Celkovo je fáza svietenia komplexný proces, ktorý si vyžaduje nielen technické znalosti renderovacích a osvetľovacích techník, ale aj cit pre kompozíciu, farby a atmosféru.

Správne nastavené svetlá dokážu dramaticky ovplyvniť vizuálny dojem scény, podporiť emóciu a posilniť rozprávanie príbehu, čím sa digitálne prostredie stáva presvedčivým a vizuálne pôsobivým.

3.13 Rendrovanie

Rendrovacie nástroje prevádzajú 3D scénu a materiály aplikované na geometrii do finálneho obrazu. Využívajú rôzne výpočtové algoritmy, ktoré simulujú svetlo a správanie sa materiálov pri dopade svetla. Výsledkom môže byť buď štylizovaný alebo fotorealistický výstup. Dnes je najviac bežná technológia path tracingu, ktorá simuluje šírenia svetla pomocou lúčov ktoré vyžarujú z každého svetelného zdroja na základe jeho atribútov a nastavení. Tieto lúče sa ďalej odrážajú od povrchov a materiálov mnohonásobne krát, až kým nezasiahnu snímač digitálnej kamery. Čím väčší počet lúčov vysielame a čakáme kým dosiahnu snímač kamery, tým je obraz ostrejší a kvalitnejší.

Jedná sa o najviac základné nastavenie kvality ktorým je tzv sampling. Ten v jednoduchosti určuje aké veľké množstvo šumu je v obraze. Pri výbere vhodného nástroja je nutné zvážiť niekoľko kritérií. Jedná sa hlavne o to či sa požaduje štylizovaný alebo viac fotorealistický obraz, fyzikálna presnosť, rýchlosť, hlavný rendrovací komponent počítača a celkové minimálne systémové požiadavky. Ďalej sa môže jednať o možnosti post processingu, či vstavaných nástrojov ako sun & sky system, knižnica dostupných assetov, množstvo zdrojov dostupných online a podobne.

4 STORYTELLING V 3D PROSTREDIACH

Aj keď sa môže zdať že storytelling nie je výlučne doménou postáv a dialógov. Pre plynulé rozprávanie a správne pochopenie príbehu je dôležité dávať veľký dôraz aj na kontext prostredia v ktorom sa príbeh odohráva a taktiež jeho reálie. Dalo by sa povedať, že pre dobrý príbeh nemôže prostredie predstavovať len akési pozadie, ale musí byť aktívnym jeho účastníkom a podporovať jeho rozprávanie a plynulosť. Tematicky by malo byť v harmónii s tým čo sa práve odohráva a podporovať dojem ktorý chceme v divákovi vyvolať a rovnako tak aj atmosféru ktorá je pre príbeh nesmierne dôležitá. „prostredie je najvýrečnejší tichý charakter v každom filme“ (Jennifer Van Dyk, 2019).

4.1 Funkcie prostredia v príbehu

4.1.1 Atmosféra a emocionálna tonalita

Jednou z elementárnych funkcií prostredia, ktoré zároveň na diváka vplývajú najviac sú nálada a emócie. Stiesnené a tmavé priestory vyvolávajú napätie, otvorené a presvetlené krajiny zase pokoj a slobodu. Ďalšie môžu vzbudzovať údiv či pocit maličkosti, ako sa môžeme často cítiť pri sledovaní scenérií vesmíru alebo divokej prírody. Dizajn futuristického Los Angeles vo filme Blade Runner perfektne navodzuje melancholickú atmosféru pochmúrnej a dystopickej budúcnosti. Okolie čiernej diery a jej vnútro vo filme Interstellar, zase vzbudzujú údiv, rešpekt a pocit maličkosti. Prostredia drsnej severnej Ameriky filmu Revenant nám zase dávajú jednak pocit slobody, ale aj strachu a rešpektu z neznámeho a nehostinného prostredia. „Najlepšie špeciálne efekty nie sú o množstve technických detailov v zábere. Ide o to, ako sa pri nich cítite emocionálne.“ (Nelson, 2018)

4.1.2 Kontext a svetlo

Prostredie odhaľuje fyzikálne pravidlá sveta, ktoré sa môžu meniť a prispôsobovať sa mu podľa potrieb lokácie a jej špecifik. Dobrým reprezentantom, ktorý bol navyše vo svojej dobe spojený s obrovským pokrokom v sfére vizuálnych efektov je prvý Avatar Jamesa Camerona z roku 2009. Tento film vizuálne perfektne interpretuje prostredia mimozemského sveta a života na planéte Pandora, ktorý podlieha iným fyzikálnym zákonom

ako ten pozemský. Či už sú to lietajúce hory, vegetácia, ktorá dosahuje nepredstaviteľné veľkosti, či bioluminiscencia. Všetky tieto prvky evokujú že sme v cudzom svete. Ich spracovanie je však vo vizuálnej harmónii preto celý kontext pôsobí mimoriadne uveriteľne aj napriek tomu že sa jedná o nereálne prvky. Jedná sa o efekt imaginárneho realizmu.

4.1.3 Charakterizácia postáv

Prostredia sú výborným elementom pre charakterizáciu postáv. Domy, izby, mestá – toto všetko môže reflektovať vnútorné či vonkajšie rozpoloženie postáv, ich emócie, životný príbeh či sociálny status. Pohľad na to priniesol film Parazit ktorý sleduje rodiny z dvoch veľmi odlišných sociálnych vrstiev, a pretavuje to do veľkej miery aj práve vo veľmi umnom dizajne oboch domovov, pričom v prvom prípade sa jedná o moderný a dizajnový minimalistický dom a v tom druhom, preplnený pivničný byt. Rozdiel nie je len vo veľkosti priestoru ktorý majú obyvatelia oboch priestorov, ale hlavne vo vybavení vzhľade a textúrach, ktoré predávajú zašlé a roky zanedbávané priestory v kontraste s drahými a čistými materiálmi ktoré spolu perfektne ladia. V animovanom filme UP je dom pána Fredricksena stelesnením jeho minulosti, spomienok a odmietania zmeny. Keď dom lieta, nie je to len doslovné, ale aj metaforické, ukazuje vnútornú cestu hrdinu.

4.1.4 Kompozícia a dizajn

Za hlavné princípy dizajnu môžeme považovať hierarchiu, farebnú paletu, perspektívu a kompozíciu. Hierarchia určuje vizuálne poradie čítania scény (napr. dominantný objekt v popredí). Farebná paleta evokuje emócie a tak isto môže pomáhať v určovaní hierarchie a poradia toho ako čítať obraz a perspektíva a kompozícia sa venuje uhlu kamery, kde napr. symetrické zobrazenia môžu vyvolávať rozdielnú škálu emócií. Nízke kamerové uhly všeobecne evokujú podradenosť, respektíve dominanciu. V animovanom filme The Iron Giant je kontrast vyjadrovaný pomocou mierky obrovského robota, čím sa posilňuje efekt cudzosti.

4.1.5 Příklady

Je nesmierne dôležité aby prostredie reagovalo na príbeh a dynamicky sa menilo spolu s ním. Príkladom môže byť hrad v Sérii Harry Potter. Na začiatku je magický a farebný no postupne temnie spolu s vývojom príbehu a reflektuje tak neustále blížiac sa a narastajúce nebezpečenstvo, čo končí jeho čiastočnou deštrukciou počas záverečnej bitky medzi silami dobra a zla. Vo filmoch Hayao Miyazakiho ako „Spirited Away“ (2001) je prostredie živé, s detailmi, ktoré evokujú kultúru, ducha miesta a podprahové významy. Kúpeľný dom je viac než miesto – je to mikrokozmos sveta bohov, duchov a kapitalizmu. Kreativita je v 3D svete takmer nekonečná čo dobre vystihuje veta: „Dnes je s počítačovo generovanými vizuálnymi efektmi možné všetko. Takže sme videli všetko. Ak si to dokážeme predstaviť, môžeme to zobraziť na obrazovke.“ (Campisi, 2015)



Obrázok 12 Kúpeľný dom z filmu Spirited Away

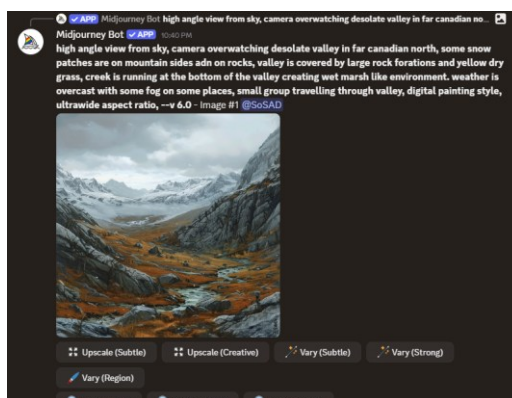
Plánovanie scén cez storyboardy umožňuje kontrolovať rytmus a kompozíciu prostredia vo vzťahu k postavám. Významné sú establishing shots – široké zábery, ktoré zadefinujú miesto deja a jeho náladu. V kvalitnom filme či animácii prostredie nikdy nie je len „pozadie“. Je to aktívny činiteľ, ktorý hovorí – nie slovami, ale farbou, tvarom, priestorom a pohybom. Je schopné rozprávať príbeh rovnako silne ako dialógy či hudba.

5 BUDOVANIE PROSTREDÍ PODĽA KOSTRY PRÍBEHU

Nosným prvkom je príbeh mladého muža, výskumníka z fiktívneho mesta Arkham nachádzajúceho sa v severoamerickom štáte Massachussets, ktorý sa v čase svojho pôsobenia venoval výskumu náboženských zvyklostí pôvodných obyvateľov severu. Jeho život sa však radikálne zmení po expedícii na sever Kanady, do provincie Nunavut, kde údajne žije inuitský kmeň, ktorého náboženské zvyklosti sa vymykajú všetkým známym vzorcom. Samotný príbehový koncept je do veľkej miery inšpirovaný životnou prácou H.P. Lovecrafta ktorý je považovaný za zakladateľa existenčného hororu. Práve tento koncept je smerodajný pre psychologický vývoj hlavného hrdinu, jeho nálad a osobnostných zmien. Tieto depresívne stavy na hranici šialenstva sa reflektujú hlavne v digitálnych prostrediach. Tie sa prelínajú v niekoľkých rôznorodých ktoré mapujú príbeh tragickej expedície.

5.1 Generovanie konceptov a referencií

Aj napriek počiatočnej veľkej nevôli voči AI nástrojom som cítil potrebu kvalitnej prípravy pred fázou dizajnovania prostredí. Z tohoto dôvodu som siahol po nástroji Midjourney ktorý som použil na generovanie konceptov prostredí ktoré som neskôr mohol rozpracovať ďalej v 3D priestore. Tieto koncepty slúžili nielen ako vizuálna inšpirácia ale aj ako základná predstava pre uhly kamier a kompozície. Samotné konceptovanie nebolo úplne jednoduchým procesom ako by sa pri použití AI nástrojov mohlo zdať. Potreba sklbiť počiatočnú predstavu o vzhľade prostredí s tým čo pôvodne vygenerovala umelá inteligencia, ma investovať čas do rešerše ohľadom promptovania, tak aby som dostal výsledky ktoré som si predstavoval.



Obrázok 13 Ukážka promptovania a generovania konceptov



Obrázok 14 Koncept prvej scény

5.2 Návrhy dizajnových konceptov

5.2.1 Dom na periférii

Jedným z kľúčových prostredí, v ktorých sa rozvíja príbeh hlavného protagonistu po jeho návrate z expedície, je starý dom na periférii fiktívneho mesta Arkham. Tento objekt slúži ako naratívny prvok, prostredníctvom ktorého dochádza k postupnému odhaľovaniu psychologickéj transformácie hlavnej postavy. Dom sa tak stáva nositeľom významov, symbolom psychického rozkladu a vnútornej fragmentácie vedomia kedysi racionálne premýšľajúceho výskumníka. Architektonicky ide o rozľahlý viktoriánsky dom, situovaný v pomerne izolovanom prostredí, ktoré umocňuje jeho melancholický a mysteriózny charakter. Prítomnosť prírodných elementov – prevažne hmly, vlhkosti a ticha – posilňuje atmosféru odlúčenia od reality a zároveň vytvára pocit bezčasovosti a stagnácie. Samotný dom vyzerá na prvý pohľad neobývané. Jedinou miestnosťou z ktorej vychádza tlmené svetlo je podkrovie, v ktorom prebieha takmer všetok život hlavného hrdinu. Jedná sa o reflexiu na jeho stále sa zhoršujúce paranoje, ktoré ho donútili dôjsť až na samotný koniec rozloženia domu a poslednú dostupnú miestnosť v ktorom hľadá posledné útočisko. Nevysvetliteľné geometrické tieň v miestnosti a zvláštne artefakty spolu s melancholickým tlmeným osvetlením dodávajú tomuto fiktívnemu laboratóriu pocit straty racionality a takmer žiadneho progresu.

5.2.2 Kanadská krajina

Expedičné prostredie severu Kanady a provincie Nunavut – predstavuje významný kontrast voči predchádzajúcemu priestoru starého domu. Zatiaľ čo dom je introspektívnou projekciou psychického stavu hlavnej postavy, kanadský sever vystupuje ako fyzicky reálna, no naratívne deformovaná krajina, ktorá už od prvého kontaktu s výskumníkom vzbudzuje nejasné znepokojenie. Táto krajina nie je dynamická ani dobrodružná – práve naopak, jej charakter je hlboko statický, takmer neživý, čím vytvára dojem, že čas a prírodné zákony tu prestávajú fungovať bežným spôsobom. Dôležitým naratívnym aspektom je aj neustály pocit, že v tomto priestore niečo nie je v poriadku. Prvky, ktoré by mali pôsobiť neutrálne – napríklad pravidelné rozmiestnenie iglu, zvláštna symetria kameňov v krajine či doliny, ktoré na prvý pohľad pôsobia ako pekná prírodná scenéria avšak začínajú získavať zlovestný význam. Ide o techniku naratívnej defamiliarizácie, prostredníctvom ktorej sa bežné javy prezentujú ako cudzie, a tým podnecujú paranoju a neistotu postavy.



Obrázok 15 Koncept severskej krajiny

5.2.3 Opustená osada

V rámci výstavby naratívu predstavuje opustená inuitská osada kľúčový zlomový bod, kde dochádza k prvému nepriamemu kontaktu s „nepopísateľnou hrôzou“, ktorá ďalej definuje ďalší vývoj hlavného protagonistu. V súlade s princípmi existenciálneho hororu, vychádzajúceho z tvorby H. P. Lovecrafta a udržania rozsahu práce, je však táto nadprirodzená entita zámerne ponechaná mimo priameho vizuálneho zobrazenia. Absencia konkrétnej reprezentácie „zla“ slúži na zachovanie nejasnosti a napätia, čo podporuje subjektívnu interpretáciu strachu a destabilizácie vnímania.

Vizualizácia tejto prítomnosti prebieha výhradne prostredníctvom geometrických foriem, ktoré sú diskkrétne zakomponované do kompozície prostredia. Ide o neprirodzené usporiadania kameňov, zvláštne rytmy v architektúre opustených stavieb, či subtilne deformácie perspektívy v digitálnom spracovaní priestoru, čo bola zároveň najviac komplikovaná vec na zakomponovanie do obrazu, ktorá podporuje storytelling. Tieto geometrické anomálie nie sú úplne jednoznačne zobrazené, ale pri pozornejšom skúmaní vytvárajú podvedomý pocit disharmónie a cudzorodosti, čím efektívne podporujú atmosféru nebezpečenstva.

Samotná osada pôsobí ako zhmotnenie zmrazeného okamihu. Na prvý pohľad je všetko v dokonalom poriadku. Predmety dennej potreby ostávajú na svojich miestach, obydlia sú neporušené a nijaké známky násilného odchodu nie sú prítomné. Tento vizuálny obraz má navodzovať dojem náhleho a nevysvetliteľného zmiznutia života, ktorý pôsobí o to desivejšie, že nenaznačuje žiadne logické vysvetlenie udalostí. Osada ako environmentálny storytellingový prvok týmto spôsobom nadväzuje na predchádzajúce sekvencie monotónnej a chladnej krajiny. Z technického hľadiska je v digitálnom spracovaní využitá práca s osvetlením (nízka intenzita, rozptýlené a studené farby), ktoré umocňujú statickosť prostredia a pocit opustenia.

V konečnom dôsledku bolo hlavným zámerom spracovať toto prostredie tak, aby neslúžilo len ako kulisa príbehu, ale ako významový uzol, ktorý kombinuje environmentálny a psychologický storytelling. Vo výsledku tak ide o priestor, v ktorom sa realita začína rozpadáť a ktorý zároveň predznamenáva úplné odtrhnutie protagonistu od racionality a známeho sveta.



Obrázok 16 Ukážka variánt konceptov inuitskej dediny

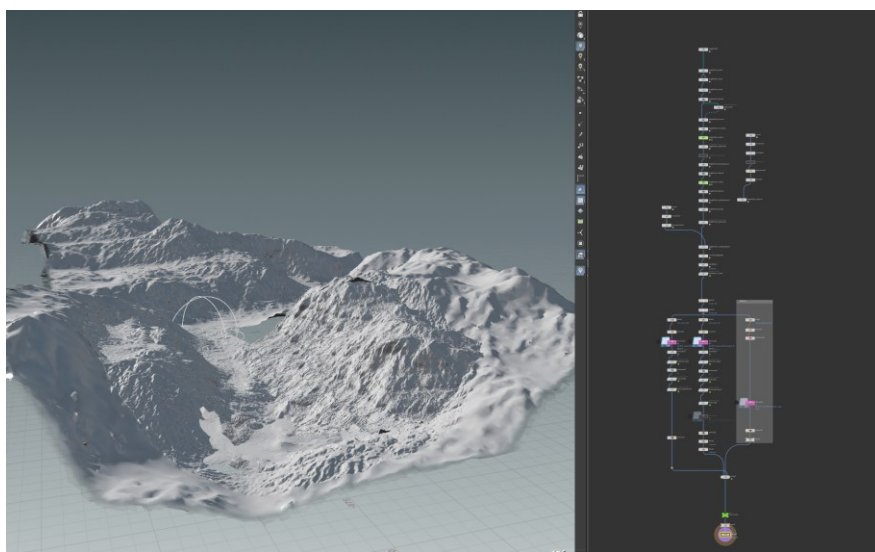
5.3 Procedurálna tvorba terénu

Časť príbehu ktorá sa odohráva v drsnej Kanadskej prírode si žiadala zmenu prístupu k jej výrobe. V tejto časti bolo oveľa viac nutné siahať po procedurálnych nástrojoch a technikách a to nielen v oblasti výroby a modelovania jednotlivých assetov, ale aj ich textúrovania a distribúcie vegetácie a celkového zaplnenia scény.

5.3.1 Heightfield nástroj

Pre hlavný terén som siahol pre Heightfield sadu nástrojov na tvorbu terénov, ktorú obsahuje základná verzia softwaru Houdini, bez akýchkoľvek pridaných plug-inov. Hrubú kompozíciu hôr som dosiahol pomocou ručne kreslenej masky s definovaným prítlakom, ktorý neskôr udával maximálnu a minimálnu výšku kopcov. Následne som použitím niekoľkých parametrických digitálnych šumov rozbíjal samotný uniformný tvar a dodával mu drsný a organický vzhľad. Inšpiráciou boli v tomto prípade kopce severskej tundry a škótskej vrchoviny, ktoré sú charakteristické svojím terasovaním s odhalenými skalami s výrazným vrásnitým vzorom. Ten bol vytvorený pomocou niekoľkých masiek, ktoré mapovali maximálnu a minimálnu výšku a zároveň sklon svahu. Následne bola geometria

vytlačná smerom von a upravovaná pomocou parametrického šumu. Po prvej vrstve simulácie erózie, ktorá vytvorila základ pre charakteristické žľaby útesy nasledovalo ďalšie zdetailňovanie povrchu a postupné zvyšovanie rozlíšenia ktoré umožnilo zvýrazniť vrásnenie a detail len na miestach kde mali byť kamene, čo bolo dosiahnuté pomocou použitia Bedrock atribútu, ktorý je automaticky vytváraný pre každý heightfield terén a interaktívne sa upravuje spolu s geometriou. Druhá fáza simulácie erózie pridala terénu detail a charakteristické črty ktoré ho robia viac uveriteľným.



Obrázok 17 Setup terénu a výsledná geometria

5.3.2 Optimalizácia

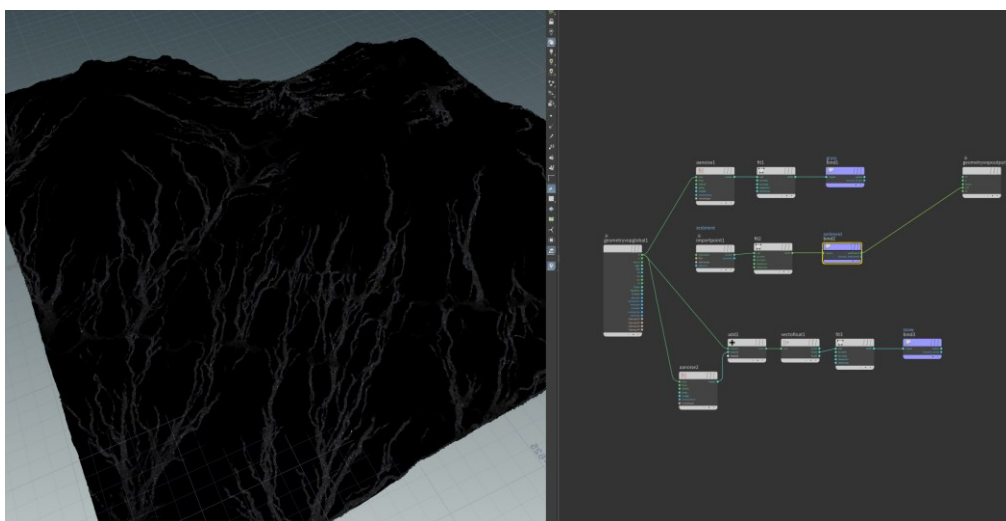
Kvôli optimalizácii bolo potrebné výsledný model rozdeliť na 3 časti, ktoré mali redukovaný počet polygónov podľa potreby. Časti objektu mimo zorné pole kamery boli zredukované na minimum, len za účelom ponechania vrhania tieňa. Časť v pozadí mala odstránenú väčšinu zbytočných detailov tak, aby zbytočne nezaťažovala výpočtový čas pre render, ale zároveň bola dostatočne detailná na prichytenie textúr a možnosť scatterovania¹³ vegetácie a menších kameňov. Časti popredia zakryté útesmi a externými assetmi z knižnice Megascans boli úplne vymazané a počet polygónov v niektorých častiach navýšený pre lepší detail a kontakt svetla s povrchom. Takéto optimalizovanie nieje príliš časovo náročné avšak

¹³ Technika procedurálnej distribúcie veľkého množstva objektov na definovanú plochu

ušetří čas pri rendrovaní a pomôže s plynulosťou zobrazovania 3D scény v neskorších fázach práce na danom prostredí.

5.3.3 Generovanie masiek ako podklad pre textúry a distribúciu

Najťažšou časťou bola tvorba masiek pre umiestnenie textúr a ich prirodzené prelínanie. V tomto prípade sa jednalo o kombináciu základných masiek ako Bedrock, ktorá udáva umiestnenie kameňa a tvrdých materiálov a masky sediment, ktorá je vytvorená pri simulácii erózie. Zvyšné masky pre sneh a variabilitu farby tráv a podložia boli vytvorené pomocou kombinácie parametrického šumu, jeho prípadnej deformácie a mäkkosti, či definovania výšky umiestnenia. Bitmapy textúr pochádzali z Knižnice Megascans mapované pomocou triplanárneho algoritmu, ktorá náhodne otáča a zjemňuje prechody na hranách a takmer úplne eliminuje viditeľné opakovanie sa bitmapových štvorcov. Pre čo najbližšiu podobu odtieňov som volil textúry z tematicky podobných balíčkov. Tie boli na objekt mapované prostredníctvom masiek a vrstvené na seba. Pre ešte väčší detail a variabilitu som používal množstvo farebných korekcií, ktoré tak isto pomohli farebne zjednotiť výsledok. Pre ušetrenie výkonu a času som displacement aplikoval len na časti, na ktorých sa nachádzala skala. Na zvyšok stačilo použiť 2D interpretáciu normálovej mapy, ktorá hĺbku len simuluje a je menej náročná na výpočet. Keďže celý tento proces bol procedurálny textúry a ich umiestnenie sa menili automaticky po akejkolvek zmene na geometrii modelu, čo umožnilo rýchle iterácie a vylepšenia počas celého procesu. Ďalej som textúry upravoval tak, aby ladili s trávou a ďalšími objektami ktoré boli na povrch umiestňované.



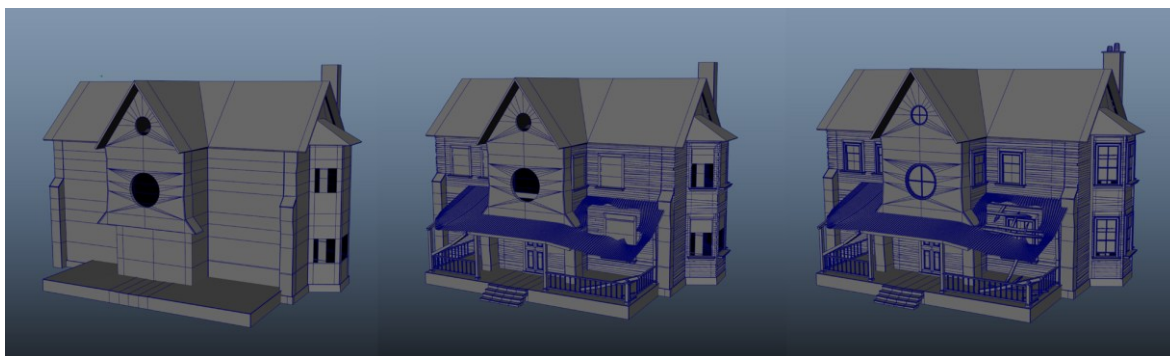
Obrázok 18 Tvorba masiek pre textúry

5.4 Tvorba hero assetov

Pod pojmom hero asset sa rozumie 3D objekt ktorý v scéne zastáva dominantnú rolu a berie na seba hlavnú pozornosť diváka, alebo sa nachádza v tesnej blízkosti kamery. Práve kvôli týmto skutočnostiam je nesmierne dôležité dbať na detail a technickú a kreatívnu kvalitu, v opačnom prípade hrozí že najviac pozornosti si zaberie objekt ktorý nevyzerá uveriteľne alebo nezapadá do celkového konceptu. Hlavným hero assetom tejto práce bol model exteriéru starého domu ktorý je kľúčovým prvkom pre nastavenie psychického rozpoloženia hlavnej postavy a miesta na ktoré sa uchýlila.

5.4.1 Polygonálne modelovanie

Samotná kostra stavby bola vytvorená základnou technikou polygonálneho modelovania so zachovaním optimalizácie počtu polygonov na jeden asset. Nutné preto bolo pridávať detail len na miesta ktoré sú exponované svetlom a nebolo možné ich dopracovať v textúre. Tým je napríklad vytvorenie doskového obloženia, ktoré v tomto prípade lepšie funguje ako objekt než textúra. Podobný prístup sa týka aj rôznych deformácií alebo poškodených miest, ktoré bolo oveľa jednoduchšie vymodelovať.

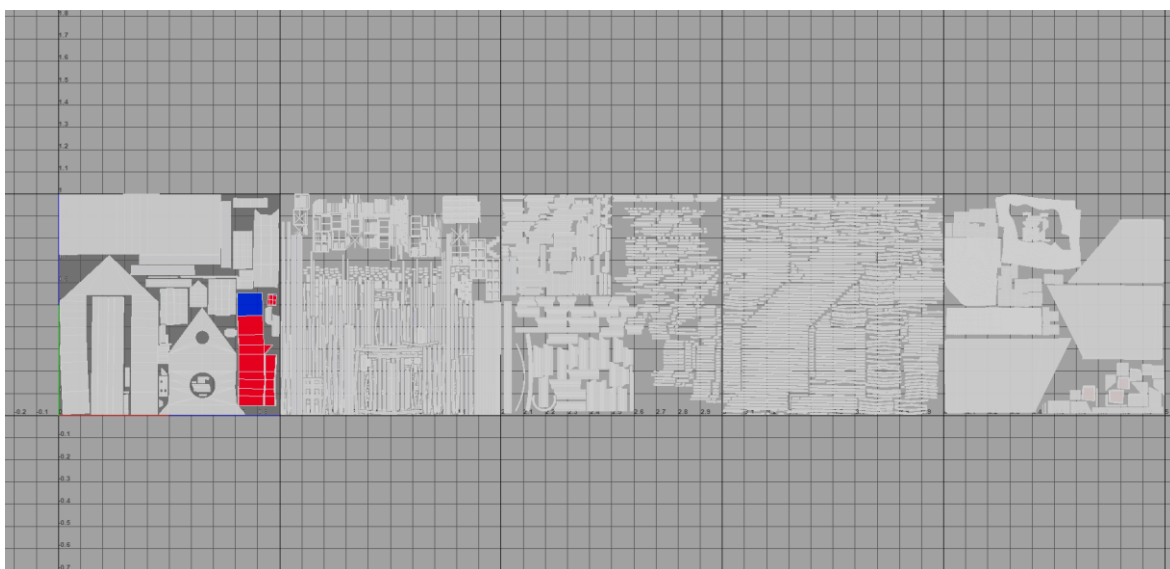


Obrázok 19 Proces modelovania hero assetu

5.4.2 UV mapovanie modelu

Keďže sa jedná o objekt ktorý bol textúrovaný ručne bez výraznejšieho použitia procedurálnych techník bolo nutné venovať pozornosť tvorbe UV máp, ktoré zabezpečia

správne zobrazenie textúr na povrchu modelu, bez akýchkoľvek výrazných deformácií, či naťahovania textúr. Jedným z rozhodnutí bolo použité UDIM workflow, ktoré umožnilo pracovať s vyšším detailom na miestach, kde to bolo potrebné. Exponované časti a tie ktoré sa nachádzali bližšie ku kamere mali vyššiu texel densitu a to z dôvodu vyššieho rozlíšenia textúr v týchto častiach. V prípade zadnej a menej viditeľných častí bola texel density výrazne nižšia a to hlavne z dôvodu zachovania udržateľnejšieho počtu UDIM štvorcov a tým pádom aj rýchlejšieho načítania rendra a zníženia samotného rendrovacieho času.



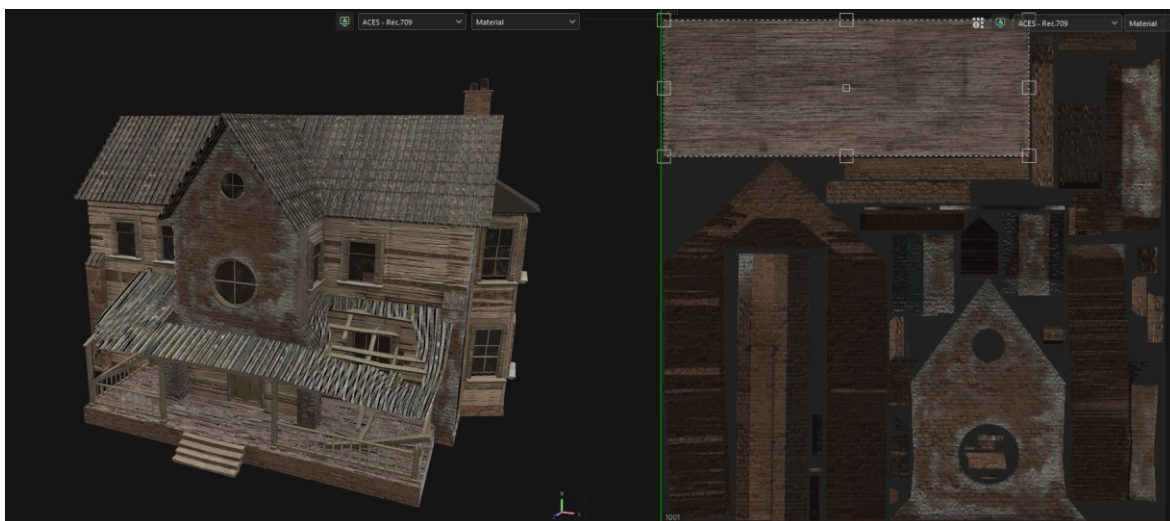
Obrázok 20 Optimalizované UV na asset domu

5.4.3 Textúrovanie a tvorba shaderu

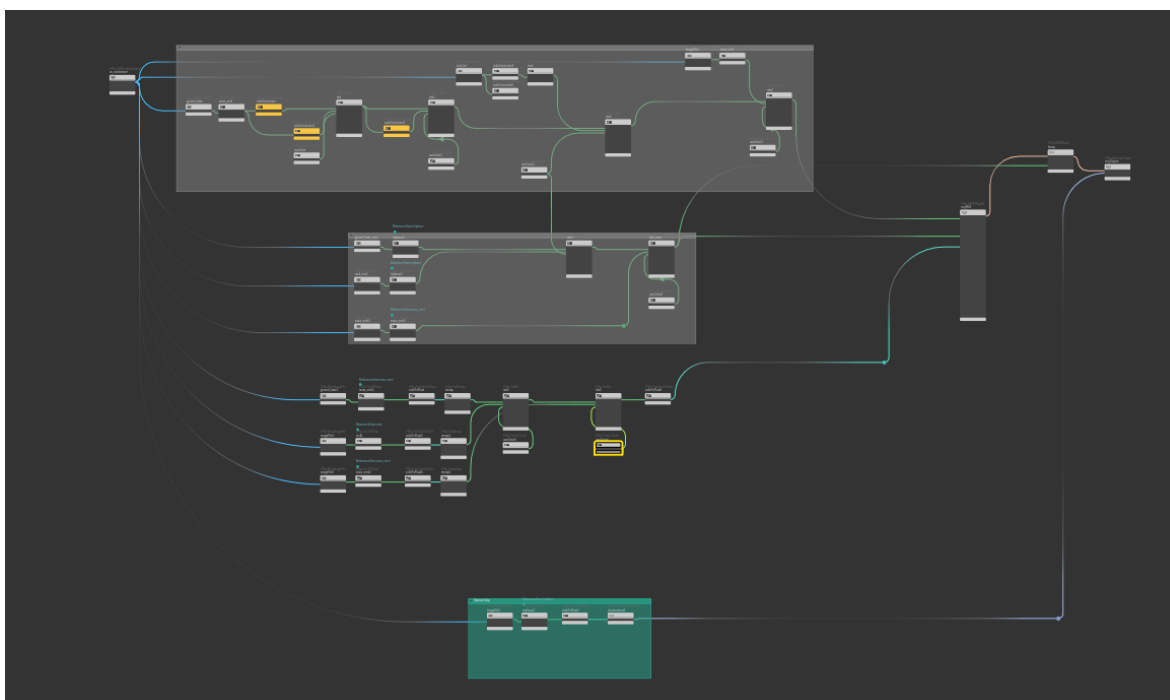
Tvorba textúr tak v tomto prípade prebiehala v programe Substance painter, ktorý umožňuje kombináciu použitia predpripravených materiálov a kombinovať ich s bitmapovými textúrami s použitím procedurálnych masiek a ručného „kreslenia“ efektov ako poškodenie farby priamo na model. Jedná sa tak o pracovný postup, ktorý sa perfektne hodil pre tento prípad. Zároveň poskytoval dostatok voľnosti a detailného umiestnenia textúry a masky podľa potreby a rýchlosti procedurálnych techník.

Pre objekt, ktorý v tomto prípade zaberá takmer dve tretiny vizuálnej plochy obrazu, bolo dôležité otestovať textúry a geometriu ešte v priebehu procesu textúrovania. Na tento účel slúžila testovacia lookdev scéna, ktorá simulovala štýl svietenia ktorý bol použitý aj vo finálnom rendri. Tento prístup umožnil včasnú identifikáciu a korekciu prípadných

vizuálních alebo technických nedostatkov a zabezpečil hladkú integráciu modelu do finálnej vizuálnej podoby projektu.



Obrázok 21 Tvorba textúr a mapovanie na UV



Obrázok 22 Shader vrstvený podľa masiek

5.5 Replikovanie anamorfických objektívov

Anamorfický vzhľad bol jedným z nosných vizuálnych konceptov tohoto projektu. Jeho samotná, občas až snová interpretácia obrazu sa perfektne hodila pre tento typ projektu, pričom zároveň astigmatické deformácie a samotná mäkkosť obrazu pomáhajú predat'

realizmus ako taký a rozbíjajú uniformnosť a akúsi dokonalosť ktorou sú definované full cg zábery. Pri príprave každej kompozície som teda dopredu myslel na to, aký výsledný kamerový efekt chcem dosiahnuť a tomu prispôboval aj svoju prácu s kamerou a jej nastavenia. Používal som výlučne objektívy ktoré mali viac ako 45mm, čo je charakteristická minimálna vzdialenosť tohoto typu techniky v skutočnom svete. Keďže som vždy využíval fyzikálnu kameru ktorú ponúkal rendrovací engine Vray, všetky potrebné nastavenia som mal k dispozícii. Do veľkej miery je teda prítomný efekt stlačenej hĺbky perspektívy, ktorý výrazne rozmazáva objekty, ktoré sú v pozadí alebo nie sú zaostrené. Tento efekt bolo pomerne jednoduché dosiahnuť kombináciou dlhšej ohniskovej vzdialenosti a nízkeho čísla F-stop, ktoré definovalo ostrosť obrazu. Bežne som sa pohyboval niekde na hodnote okolo 1,8 až 2,6.

S použitím dlhého objektívu sa môžu vyskytnúť problémy so záberom na celú kompozíciu, a obzvlášť interiéry pôsobili miestami až príliš stlačene. Tento problém pomohlo vyriešiť zmena nastavenia šírky filmového snímača, ktorý zachováva ohniskovú vzdialenosť ale pridáva miesto po stranách obrazu, čím umožňuje vidieť väčšiu plochu pri rovnakých nastaveniach. Tento koncept využívajú kamery IMAX ktoré majú šírku snímača až niekde na úrovni 70mm. K bežným anamorfickým objektívom sa používa šírka približne 35 až 50 mm, čo bol práve tento prípad, kedy 50mm nastavenie dobre fungovalo pre interiérové kompozície, pričom 35mm zase dostačovalo pre atmosférické exteriérové zábery.

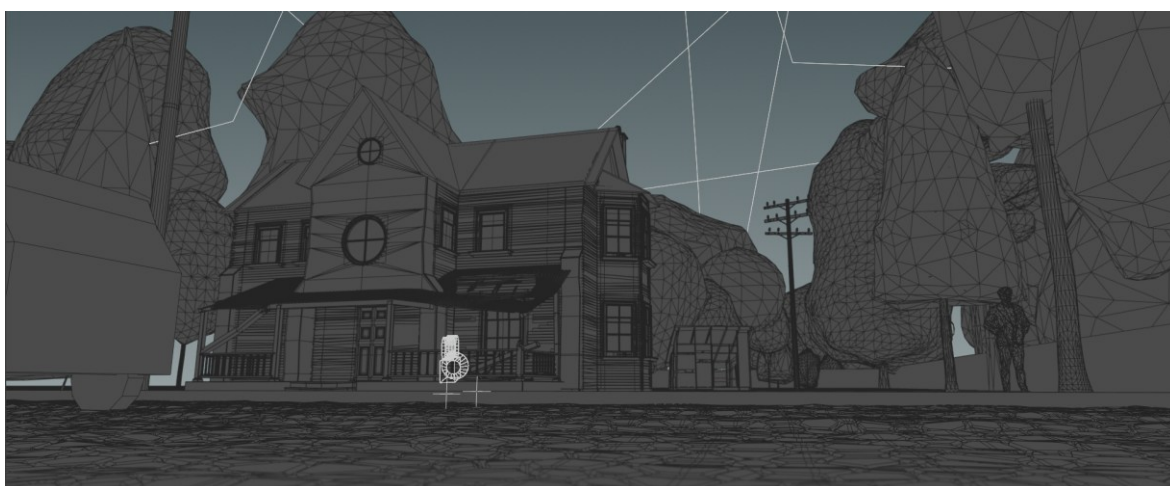
Samotný anamorfický efekt nie je nebolo možné dosiahnuť len za pomoci nastavenia kamery v rendrovacom programe. Ten slúžil len akýsi správny základ toho, ako tento objektív zobrazuje realitu, na čo sa staval výsledný vzhľad až vo finálnej compositing fáze. Pridaním niekoľkých filtrov, bokeh nastavení a astigmatického filtra, ktorý rozmazáva obraz od stredu smerom ku krajom v kruhovom vzore. Takto som dosiahol výsledný charakteristický vzhľad, ktorým sú výrazne rozmazané okraje obrazu.



Obrázok 23 Deformácie objektívu aplikované na obraz

5.6 Stavba scén

Hlavnou časťou tejto práce bola stavba layoutov prostredí a aktívna práca s kamerou pre hľadanie správnej kompozície a ohniskovej vzdialenosti ktorá sa jednak hodí pre daný štýl príbehu a typu záberu. Základné blokovanie z jednoduchých geometrických tvarov slúžilo na definovanie estetickej kompozície. Tie som neskôr vymieňal za assety ktoré boli buď vyrobené, alebo v prípade menších objektov ako tráva, kamene, či rôzne objekty ktoré slúžia na distribúciu po povrchoch a zaplnenie scény, som použil prevažne knižnicu Megascans.

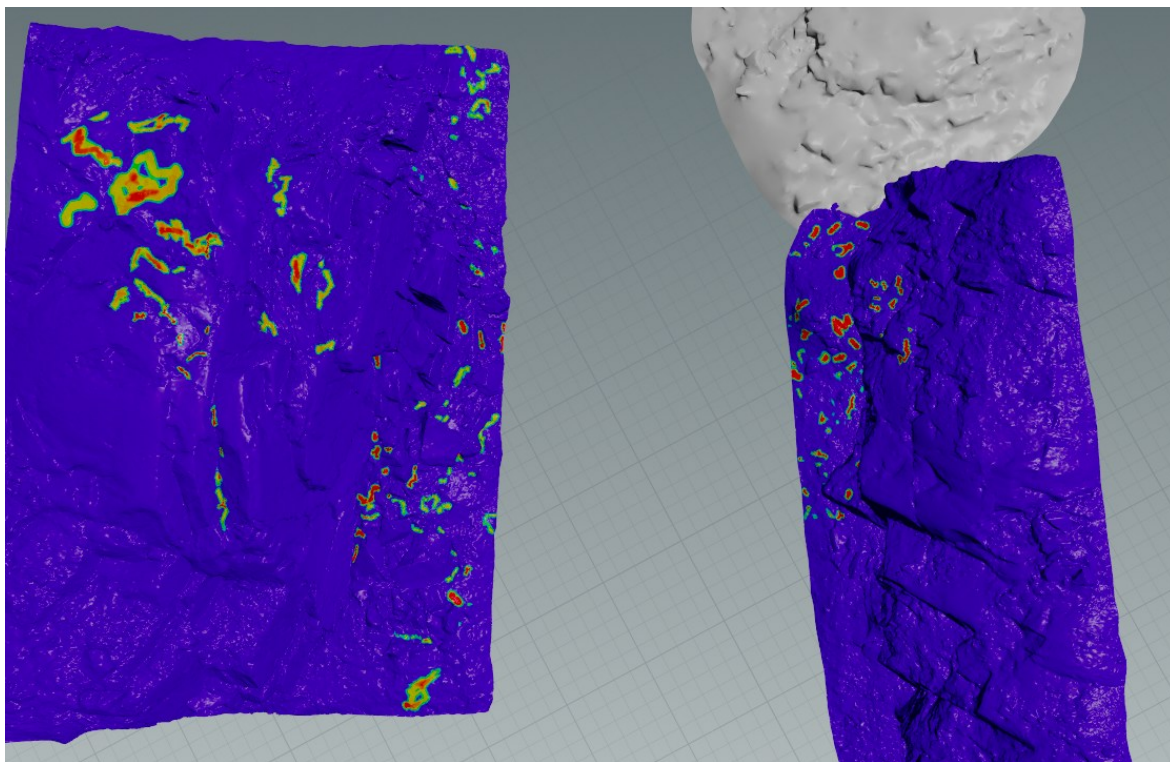


Obrázok 24 Vyblokovaná scéna

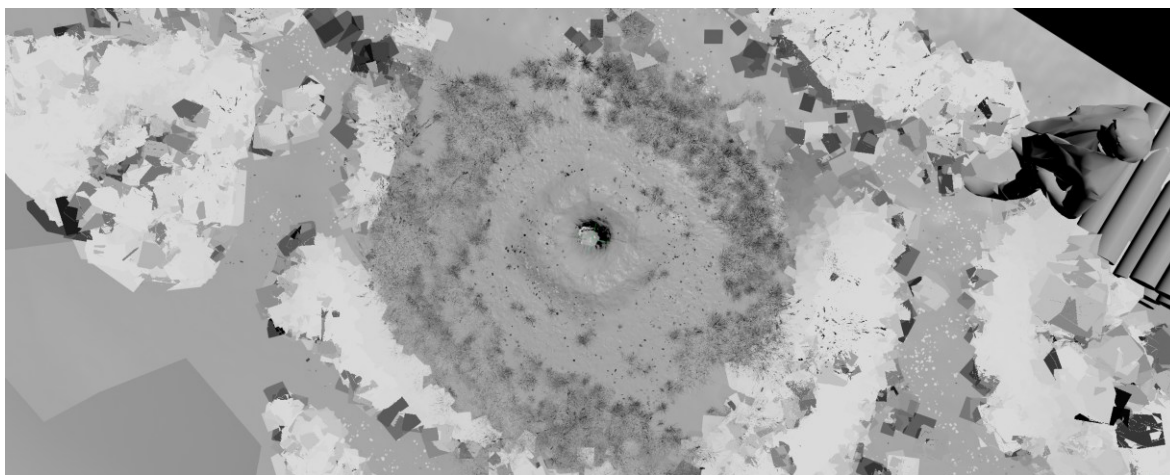
5.6.1 Scatterovanie a distribúcia

Scatterovanie bolo hlavnou technikou distribúcie veľkého množstva objektov a vyplnenia prázdnych miest v scéne. Jedná sa o efektívny postup ktorý je v prípade správnej optimalizácie veľmi výpočtovo efektívny. Na zvolenú geometriu som generoval požadovaný počet bodov, na ktoré boli následne náhodne priradené objekty vybraného typu ako napríklad varianty nízkej trávy. Umiestnenie som reguloval pomocou farebných masiek tvorených procedurálnym šumom a fyzických dier v geometrii. Pomocou funkcie attribute paint, ktorá umožňuje pomocou štetca interaktívne kresliť masku priamo na geometriu, ktorá sa následne kombinuje s procedurálnymi maskami tak bolo možné vytvárať veľmi komplexné a uveriteľné distribúcie. Tento výsledný nástroj som používal na takmer všetky prostredia v rámci celého projektu a postupne vyvíjal a doplňoval o funkcie ktoré boli potrebné pre požadovaný výsledok. Jednou z najdôležitejších funkcií bola reakcia veľkosti assetov vegetácie na vzdialenosť hranice masky, na ktorej sa nachádzali. Tie sa postupne zmenšovali smerom ku kraju, tak ako to je pozorovať v prírode, avšak zachovali si rôznorodosť vo veľkosti tak aby nevyzerali. Pomocou ďalšej masky tak bolo možné definovať ktoré časti budú vyššie ako ostatné alebo naopak. Výsledok je vždy tvorený kombináciou niekoľkých scatterov ktoré obsahujú rôzne skupiny assetov, pričom sa vždy začína od toho najmenšieho.

Túto techniku som do veľkej miery kombinoval s manuálnym pozicovaním objektov. Tento postup zaručil maximálnu kontrolu nad kompozíciou a umožňoval viesť pozornosť diváka na objekty ktoré sú pre napredovanie príbehu podstatné.



Obrázok 25 Ručne kreslená maska na scatter



Obrázok 26 Optimalizovaný scatter systém v 3D scéne

5.6.2 Svietenie s dôrazom na naráciu

Pri vytváraní fotorealistických prostredí zohráva marginálnu rolu svietenie scény, ktoré bolo zároveň najviac komplikovanou časťou celého projektu. Vyžadovalo si detailné plánovanie,

nielen kvôli kontinuite ale hlavne aj zachovaniu správnej atmosféry. Celá filozofia viedla do použitia tlmených, dosaturovaných farieb a zamračenej oblohy, čo proces do veľkej miery skomplikovalo, keďže nebolo možné sa spoľahnúť na priame slnečné svetlo a kreslenie kompozície pomocou tieňov a vedenie oka výraznými farbami, či konceptom zlatej hodiny. Dôraz som viac kládol na vytváranie jemných kontrastov medzi svetlom a tieňom, ktoré podporovali vnímanie priestoru ako nejednoznačného a nepriateľského, čo by v prípade jasného priameho slnka nebolo možné.

Scény boli osvetľované kombináciou niekoľkých typov svetelných zdrojov, pričom dominantnú úlohu zohrávalo environmentálne svetlo (HDRI mapy nízkej intenzity), doplnené o lokálne svetelné zdroje simulujúce rozptýlené mesačné svetlo alebo odrazy svetla od kopcov a pod. Svetelné zdroje boli umiestňované tak, aby prirodzene podporovali čítanie kompozície a zároveň vytvárali oblasti neistoty a tieňov.

Ďalším dôležitým prvkom v prípade nočných a interiérových záberov bol *rim lighting* – jemné zvýraznenie obrysov objektov svetlom zozadu alebo zboku, ktoré napomáhalo oddeliť kľúčové prvky od pozadia bez narušenia celkovej tmavej atmosféry. Tento prístup som využil najmä v prípade hero assetu domu, aby sa zabezpečila jeho vizuálna dominancia v kompozícii pri zachovaní temnej nálady scény.



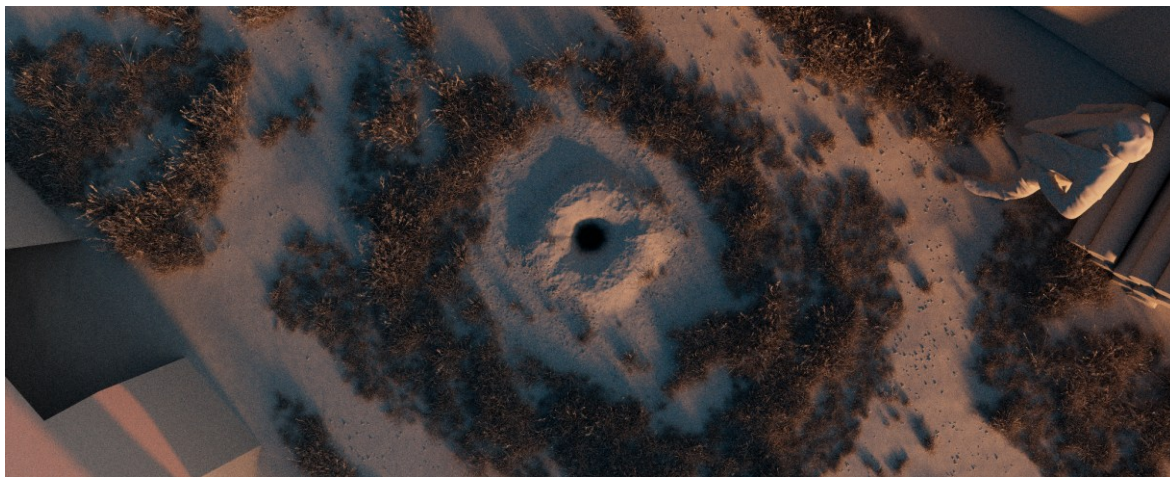
Obrázok 27 Ukážka svietenia

5.6.3 Naratívna funkcia svetla

Z hľadiska storytellingu som svetlo použil ako prostriedok na podporu psychologického vývoja hlavnej postavy. V úvodných sekvenciách dominovalo svetlo chladné, ale ešte relatívne neutrálne, čím sa vytváral pocit izolácie a samoty. S pribúdajúcimi udalosťami a narastajúcou dezorientáciou hlavnej postavy sa svetelná atmosféra postupne menila: svetlo sa stávalo difúznejšim, tieň boli menej definované a svetelné zdroje pôsobili neorganicky, čím sa reflektovala destabilizácia vnútorného sveta protagonistu.

V prípade opustenej inuitskej osady bolo svetlo použité veľmi subtilne a minimalisticky. Svetelné zdroje boli natoľko slabé a rozptýlené, že prostredie pôsobilo takmer staticky a nereálne, čím sa umocnila pocitová neprirodzenosť a latentné ohrozenie, ktoré nikdy nebolo explicitne vizualizované.

Jedinou výnimkou tak ostáva úvodný záber na tajomnú jamu v strede dediny, ktorý prechádza všetkým udalostiam. Tu je slnko tesne pred západom, je farebné a tieň sú dlhé. Jedná sa tak o symbol súmraku a konca pokojnej etapy života hlavnej postavy.

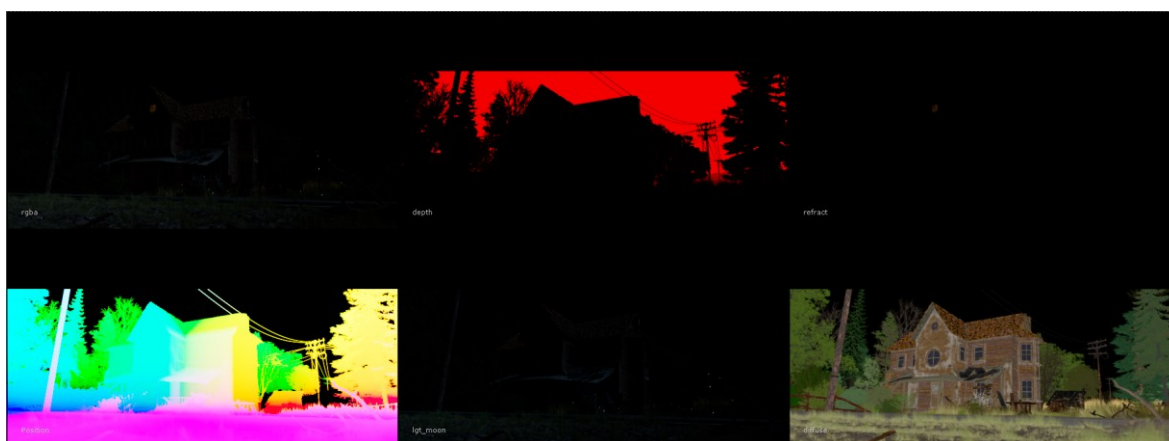


Obrázok 28 Ukážka svietenia na clay rendri

5.7 Compositing

5.7.1 Skladanie a ladenie záberov pomocou AOV vrstiev

Kvôli čo najväčšiemu priblíženiu sa k profesionálnym pracovným postupom, v ktorých vidím najväčšiu hodnotu som na spracovanie surových rendrov zvolil software Nuke. Jedná sa o nodový program na digitálny compositing. Hlavným posunom pri rendrovaní a compositingu bolo použitie AOV, ktoré rozdelia render na niekoľko nezávislých vrstiev ktoré je možné separátne upravovať a spájať podľa potreby do finálneho obrazu. Takto som mal veľkú kontrolu nad takmer všetkými aspektami vyrendrovaného obrazu a mohol ho upravovať podľa potreby bez nutnosti dlhého čakania na novú verziu. Základnými boli pre mňa vrstvy svetiel a odleskov, ktorými som mohol regulovať mierne nedokonalosti a ladiť svetlo ktoré interaguje s objektom do formy s ktorou som bol spokojný. Užitočné boli aj vrstvy hĺbky a pozície, ktoré umožnili vytvorenie atmosféry a masiek v priestore. Pridanie atmosféry a elementov hmly, či mrakov pomohli dobre rozbiť plochosť rendra a pridať mu hĺbku. Zároveň slúžili aj pre účel príbehu, kedy prostredia s hustou atmosférou pôsobia neznámo a nebezpečne. Pomocou vrstvy pozície som bol schopný upravovať farby len v určitých častiach. V nočnom exteriérovom zábere tak bolo možné posilniť tieň a zatmaviť oblasti ktoré boli pod stromami a vytvoriť tak ešte viac atmosférické prostredie. V interiéroch bolo možné stmavovať rohy miestnosti a pracovať s tlmeným atmosférickým osvetlením, ako pridávanie žiary s nízkym dosahom okolo plameňa sviečok a podobne.



Obrázok 29 Základné AOV vrstvy

5.7.2 Ladenie farieb a efekty objektívu

Ďalšou veľkou časťou bola úprava ladenie farieb tak aby pôsobili viac uveriteľne a tlmene, pretože surové dáta priamo z rendra sú častokrát príliš satureované, prípadne majú nerealistické odtiene. Farby som upravoval nielen na jednotlivých vrstvách ale aj neskôr na už hotovej kompozícii pred pridávaním posledných detailov. Pre podporenie realizmu a rozbitie uniformnosti a digitálnej ostrosti obrazu bolo nutné pridať veľké množstvo kamerových efektov na podporenie anamorfického vzhl'adu. Okrem hlavného postupu deformácie kamerového senzora ktorý bol popísaný v jednej z predchádzajúcich kapitol bolo potrebné využiť aj ďalšie filtre ktoré obrazu pridajú charakter a variabilitu. Práve simulovanie takýchto nedokonalostí dokázalo posunúť aj nie veľmi dobre vyzerajúci render. Strom filtrov a korekcií vždy zakončovalo pridanie filmového zrna ktoré spojilo všetko spojilo do seba a je nesmierne dôležité pre naše vnímanie obrazu, keďže je to niečo na čo je ľudské oko zvyknuté pri sledovaní filmov a dodáva obrazu ďalšiu vrstvu charakteru.

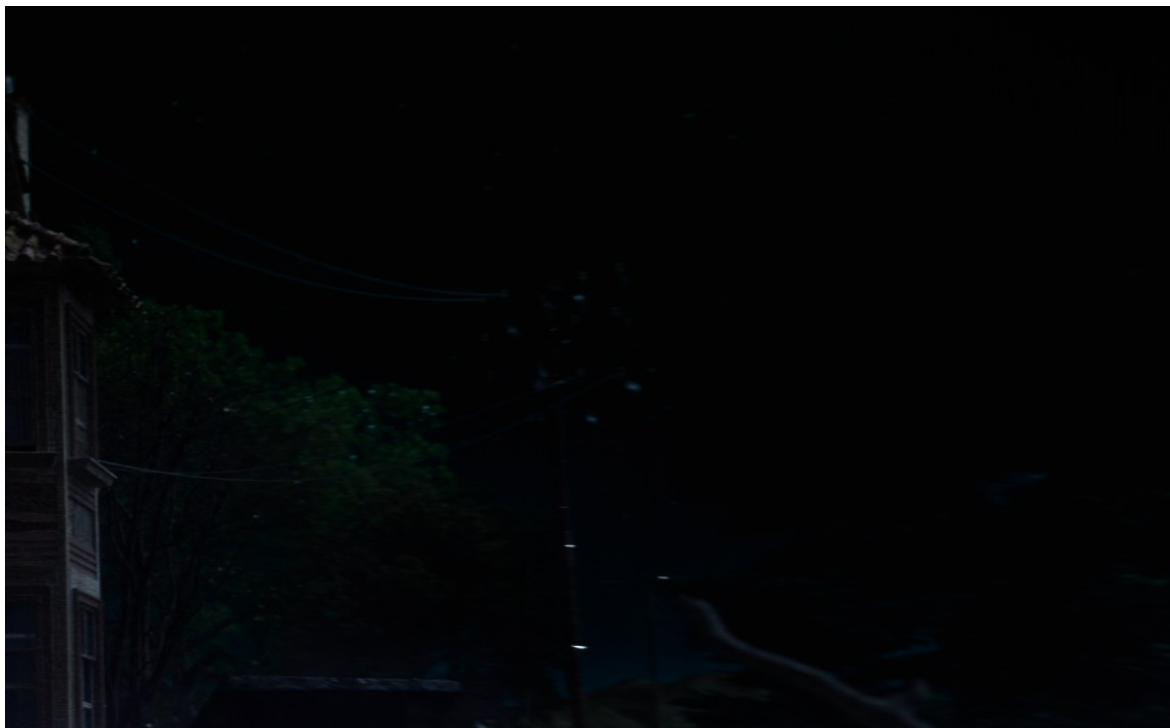


Obrázok 30 Ukážka rozdielu farebnej korekcie a efektov

5.7.3 Pozadie a obloha

Keďže s výsledkom ktorý ponúkal nástroj na simuláciu oblohy, priamo v Houdini som nebol vždy spokojný, rozhodol som sa niektoré pozadia oblohy vytvoriť až v procese compositingu. Hoci výsledok bol lepšie korigovateľný ako v prípade použitia procedurálneho nástroja, jednalo sa o náročný a komplikovaný proces ktorý zahŕňal hľadanie správneho pozadia, ktoré muselo byť správne implementované do scény, pomocou

Z vrstvy vzdialenosti a následne nafarbené tak aby ladilo so zvyškom scény. Ďalším problémom bolo zakomponovanie pozadia do atmosféry tak, aby obloha nebola úplne prekrytá ale niektoré mraky v popredí ostali viditeľné viac, čím by sa nepokazil budovaný efekt hĺbky. Aj napriek tomu, že tento proces ponúkol lepší výsledok oproti pôvodnému postupu, z hľadiska rozsahu projektu a obmedzeného času sa nejednalo o optimálne riešenie.



Obrázok 31 Obloha vytvorená v 2D



Obrázok 32 Ukážka nástroja procedurálnej oblohy priamo z Vray

5.7.4 Konverzia farebného priestoru a export

Finálnym krokom bola konverzia farebných priestorov z ACES do klasického sRGB, pre správne zobrazenie na širokej škále monitorov a exportovanie v správnom rozlíšení. Počas celej práce som používal 2k rozlíšenie s pomerom strán pixelu na úrovni 2. Takýto obraz je originálne stačený na šírku a je potrebné jeho spätné rozťahnutie. Hlavným dôvodom k zvoleniu tohoto postupu bola práve simulácia anamorfického objektívu, ktorý funguje presne na tomto princípe. Pri exporte bolo preto potrebné nastaviť správny pomer strán, ktorý zabezpečil správny širokouhlý výsledok. V tomto prípade bolo rozlíšenie 2k, úplne dostatočné a zároveň dobrým kompromisom medzi kvalitou a rýchlosťou spracovania, či už počas rendrovania alebo finálneho compositingu.

ZÁVĚR

Táto práca bola prvou, pri ktorej som mal možnosť plne sa venovať výlučne 3D časti projektu, bez zapojenia akýchkoľvek prvkov digitálneho dizajnu. Aj keď posledné roky ukazovali na tento trend, v žiadnom prípade sa pre mňa nejednalo o rutinnú záležitosť, s ktorou by som mal dlhoročné skúsenosti.

Rozsah projektu si vyžiadal dlhé plánovanie a testovanie nástrojov, ktoré boli neskôr zvolené na tvorbu projektu. Keďže sa osobne pokladám na vizuálneho človeka, ktorý rád vidí výsledky čím skôr a v čím lepšej kvalite, bol analytický a testovací prístup ktorý som musel častokrát musel pri tomto projekte voľiť, náročným vystúpením z komfortnej zóny. Potreba siahnuť po nových nástrojoch a pracovných postupoch, mi nielen rozšírila obzory v rámci tohto odvetvia, ale zároveň umožnila pracovať efektívnejšie a priniesť na obraz väčšie množstvo detailov s realistickejším vizuálom, ktorý som mohol ohýbať podľa svojho umeleckého zámeru. Rozsah projektu bol však z mojej strany značne podcenený, z čoho si beriem cennú lekciu, že menej je niekedy viac, čo by mi umožnilo sústrediť sa na úplné detaily namiesto práce na väčšom celku.

V rámci teoretickej práce som si naštudoval koncepty fotorealizmu a práce s kamerou, čo pokladám za jeden z kľúčových bodov, ktorý mi umožnil oveľa kreatívnejší pohľad na jednotlivé kompozície a otvoril dvere k ďalším možnostiam postprodukcie a práce s obrazom, ktoré sa nakoniec ukázali ako veľmi užitočné a vizuálne pútavé. Analýza animovaných filmov a herných trailerov mi pomohla hlbšie nahliadnuť do pozadia procesov tvorby a rôznymi formami, akými sa dá k podobným projektom pristupovať. Rovnako ako aj hlboká analýza celého pracovného postupu bola užitočná rovnako ako prehodnotenie niektorých postupov ktoré som predtým dlhodobo aplikoval.

Práca splnila môj cieľ, ktorým bolo prerozprávať fiktívny autorský príbeh Charlesa Dextera Warda, prostredníctvom 3D environmentov a predat' tak jeho putovanie na odlahlý kanadský sever, ktorý ho nakoniec stál jeho ľudskosť. Samotné premýšľanie nad detailmi ako prepojiť príbeh a 3D kompozíciu, tak aby bola pre diváka pútavá a pochopiteľná mi prinieslo množstvo nových podnetov k tomu, ako spájať technický 3D svet s neobmedzenou ľudskou kreativitou. Zároveň prehĺbila moje technické znalosti, bez ktorých tvorba takýchto projektov jednoducho nie je možná. Vzhľadom na ohromný rozsah projektu a životné situácie uplynulého roka je už len samotné dokončenie tejto práce úspechom, na ktorý som patrične hrdý a jeho samotná existencia by sa dala nazvať malým zázrakom.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BIRN, Jeremy. [Digital] lighting and rendering. 3rd ed. [S.l.]: New Riders, 2014. ISBN 978-0321928986.

DINUR, Eran. The complete guide to photorealism: for visual effects, visualization and games. New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2022. Focal Press book. ISBN 978-0-367-19926-5.

LIU, Yong. 3D cinematic aesthetics and storytelling. Cham: Palgrave Macmillan, [2018]. ISBN 978-3-319-72741-7.

LANDAU, David, 2014. Lighting for Cinematography: A Practical Guide to the Art and Craft of Lighting for the Moving Image. Bloomsbury Academic. ISBN 978-1628926927

3DTOTAL PUBLISHING (ed.), 2023. Artists' Master Series: Composition & Narrative. 3dtotal Publishing. ISBN 978-1912843596.

RIEKELES, Stefan, 2020. Anime Architecture: Imagined Worlds and Endless Megacities. Thames & Hudson. ISBN 978-0500294529.

KLEON, Austin, 2014. Ukaž, co děláš!: 10 způsobů, jak sdílet svou kreativitu a nechat se objevit. 1. Briquet. V Brně: Jan Melvil. ISBN 978-80-87270-92-9. KLEON, Austin, 2012. Krad' jako umělec 3 10 věcí, které ti nikdo neřekl o kreativitě. 1. Jan Melvil Publishing. ISBN 978-80-87270-36-3.

WANDS, Bruce. Art of the digital age. London: Thames and Hudson, 2006. ISBN 978-0-500-28629-6.

Studio Binder, 2023. Online. DEGUZMAN, Kyle. Dostupné z: <https://www.studiobinder.com/blog/what-is-matte-painting-in-movies/>. [cit. 2024-12-17].

MPC, 2019. Online. Dostupné z: <https://www.mpcfilm.com/en/news/dmp-without-dmp-full-cg-environments-for-the-lion-king/>. [cit. 2024-12-17].

3DTOTAL PUBLISHING (ed.), 2023. Artists' Master Series: Composition & Narrative. 3dtotal Publishing. ISBN 978-1912843596.

THE COMPLETE GUIDE TO 3D ENVIRONMENT DESIGN: FROM CONCEPT TO CREATION, 2024. Online. Dostupné z: <https://3d-ace.com/blog/the-complete-guide-to-3d-environment-design/>. [cit. 2025-04-27].

Storytelling With 3D Environments: Creating Immersive Scenes, 2022. Online. Dostupné z: <https://discover.therookies.co/2022/04/01/storytelling-with-3d-environments-creating-immersive-scenes/>. [cit. 2025-04-27].

Blender guru, Photorealism Explained, 2016. Online. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=R1-Ef54uTeU>. [cit. 2025-04-27].

JOHN. ACHIEVING PHOTO REALISM IN 3D. Online. Dostupné z: <https://blueprintdigital.com/blog/achieving-photo-realism-3d/>. [cit. 2025-04-27].

TIMANOVSKA, Maryna. 3D ENVIRONMENT DESIGN: WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT IT. Online. Dostupné z: <https://kreonit.com/graphics-and-art/3d-environment-design/>. [cit. 2025-04-27].

On Worldbuilding: Fictional Histories [Tolkien | Handmaid's Tale | Game of Thrones]. Online. 2019. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=RbnzAJXW0Sw>. [cit. 2025-05-21].

Hard Worldbuilding vs. Soft Worldbuilding | A Study of Studio Ghibli. Online. 2020. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=gcyrrTud3x4>. [cit. 2025-05-17].

Worldbuilding : Where to start? Online. 2021. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=E_imLTlWcQM. [cit. 2025-05-11].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázok 1 3D environment v pravo (Aaron Westwood), kombinácia 3D a 2D techník (Miguell Solanes).....	11
Obrázok 2 3D Campo di Rialto	13
Obrázok 3 Tvorba tradičného mattepaintu pre film z trilógie Star Wars	14
Obrázok 4 Realistické materiály z knižnice Megascans a ich použitie	15
Obrázok 5 úryvok z intra filmu Fight Club	16
Obrázok 6 Ukážka anamorfického skreslenia	18
Obrázok 7 Ukážka realizmu z filmu Toy Story 4.....	19
Obrázok 8 Detail tváre	22
Obrázok 9 vizuálny štýl spájajúci fotorealizmus a umeleckú štylizáciu	25
Obrázok 10 Balíček modelov Kitbash 3D	28
Obrázok 11 UV mapovanie	32
Obrázok 12 Kúpeľný dom z filmu Spirited Away.....	39
Obrázok 13 Ukážka promptovania a generovania konceptov	40
Obrázok 14 Koncept prvej scény	41
Obrázok 15 Koncept severskej krajiny	42
Obrázok 16 Ukážka variánt konceptov inuitskej dediny	44
Obrázok 17 Setup terénu a výsledná geometria.....	45
Obrázok 18 Tvorba masiek pre textúry	46
Obrázok 19 Proces modelovania hero assetu	47
Obrázok 20 Optimalizované UV na asset domu.....	48
Obrázok 21 Tvorba textúr a mapovanie na UV	49
Obrázok 22 Shader vrstvený podľa masiek	49
Obrázok 23 Deformácie objektívu aplikované na obraz	51
Obrázok 24 Vyblokovaná scéna	51
Obrázok 25 Ručne kreslená maska na scatter.....	53
Obrázok 26 Optimalizovaný scatter systém v 3D scéne.....	53
Obrázok 27 Ukážka svietenia	54
Obrázok 28 Ukážka svietenia na clay rendri	55
Obrázok 29 Zkladné AOV vrstvy	56
Obrázok 30 Ukážka rozdielu farebnej korekcie a efektov.....	57
Obrázok 31 Obloha vytvorená v 2D	58
Obrázok 32 Ukážka nástroja procedurálnej oblohy priamo z Vray.....	58

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

UDIM	U-DIMension tiles
HDRI	High Dynamic Range Image
CG	Computer Generated
LUT	Look Up table
LOD	Level OF Detail
CGA	Computer Generated Architecture
2D	Two Dimensional space
IOR	Index Of Refraction
DCC	Digital Content Creation
ACES	Academy Color Encoding System
3D	Three Dimensional space

