

Interaktivní simulace architektonických návrhů v prostředí Unreal Engine

Jáchym Havlíček

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav počítačových a komunikačních systémů

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Jáchym Havlíček
Osobní číslo: A22427
Studijní program: B0688A140008 Informační technologie v administrativě
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Interaktivní simulace architektonických návrhů v prostředí Unreal Engine
Téma práce anglicky: Interactive Simulation of Architectural Designs in the Unreal Engine Environment

Zásady pro vypracování

- Popište oblast 3D modelování a renderingu.
- Pojednejte o možnostech využití 3D modelování a renderingu v oblasti vizualizace architektonických návrhů.
- Specifikujte postup tvorby dynamické 3D vizualizace architektonického návrhu.
- Ověřte specifikovaný postup na praktických příkladech a vytvořte 3D dynamické interaktivní vizualizace vybraných architektonických návrhů.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. RACE, Steve. BIM Demystified. 2. RIBA Publishing, 2019. ISBN 9780429347627.
2. Učebnice SketchUp. Online. Dostupné z: <https://sketchup.cz/produkty/ucebnice-sketchup-elektronicka-pdf-verze/>. [cit. 2024-10-27]
3. ROMERO, Marcos a SEWELL, Brenden. Blueprints Visual Scripting for Unreal Engine 5. 3. Packt Publishing, 2022. ISBN 9781801811583.
4. OGTEROP, Wilhelm a VENTER, Henk. Unreal Engine 5 Character Creation, Animation, and Cinematics. Packt Publishing, 2022. ISBN 9781801812443.
5. BRADLEY, Brian. Photographic Rendering with V-Ray for SketchUp. Packt Publishing Limited, 2014.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Ševčík**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **4. prosince 2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. června 2025**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Miroslav Matýsek, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 4. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou 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 – bakalářskou 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 bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské 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 bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je demonstrovat možnosti tvorby interaktivních architektonických vizualizací pomocí herního enginu Unreal Engine. Teoretická část poskytuje přehled současných metod 3D modelování (polygonální, NURBS, procedurální), softwarových nástrojů (SketchUp, AutoCAD, Revit, Blender, Maya) a renderovacích technik (raytracing, pathtracing, real-time rendering). Praktická část dokumentuje pracovní postup od modelu ve SketchUpu po finální interaktivní prezentaci v Unreal Engine s využitím Datasmith pluginu. Implementována je řada interaktivních prvků (světelné vypínače, animace dveří, dynamická změna materiálů, simulace počasí v systému Niagara, realistické terény a vegetace). Práce zhodnocuje přínosy interaktivních vizualizací oproti statickým renderům a možnosti využití herních technologií pro efektivnější komunikaci mezi architekty a klienty.

Klíčová slova: Interaktivní vizualizace, Unreal Engine, 3D modelování, real-time rendering, architektonická vizualizace, Blueprint systém

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis is to demonstrate the possibilities of creating interactive architectural visualizations using the Unreal Engine game engine. The theoretical part provides an overview of current 3D modeling methods (polygonal, NURBS, procedural), software tools (SketchUp, AutoCAD, Revit, Blender, Maya), and rendering techniques (raytracing, pathtracing, real-time rendering). The practical part documents the workflow from a SketchUp model to a final interactive presentation in Unreal Engine using the Datasmith plugin. Various interactive elements are implemented, including light switches, door animations, dynamic material changes, weather simulation using the Niagara system, and realistic terrain and foliage. The thesis evaluates the advantages of interactive visualizations over static renders and explores the potential of game technologies to improve communication between architects and clients.

Keywords: Interactive visualization, Unreal Engine, 3D modeling, real-time rendering, architectural visualization, Blueprint system

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Jiřímu Ševčíkovi za odborné vedení a podporu při zpracování mé bakalářské práce. Jeho cenné rady a vstřícný přístup pro mě byly velkým přínosem. Spolupráce s ním mi umožnila rozšířit mé znalosti a dovednosti v dané oblasti. Za veškerou pomoc a podporu mu srdečně děkuji.

OBSAH

ÚVOD.....	15
I TEORETICKÁ ČÁST	17
1 OBLAST 3D MODELOVÁNÍ A RENDERINGU	18
1.1 POLYGONÁLNÍ MODELOVÁNÍ	18
1.1.1 Princip polygonálního modelování	18
1.2 TYPY MODELOVACÍCH TECHNIK	18
1.2.1 Low Poly modelování	18
1.2.2 High poly modelování.....	19
1.2.3 Výhody polygonálního modelování	19
1.2.4 Nevýhody polygonálního modelování	19
1.3 NURBS MODELOVÁNÍ	20
1.3.1 Princip NURBS modelování	20
1.3.2 Využití NURBS	20
1.3.3 Výhody modelování NURBS.....	21
1.3.4 Nevýhody modelování NURBS	21
1.4 PROCEDURÁLNÍ MODELOVÁNÍ.....	22
1.4.1 Princip procedurálního modelování	22
1.4.2 Výhody procedurálního modelování.....	22
1.4.3 Nevýhody procedurálního modelování	23
2 SOFTWARE PRO 3D MODELOVÁNÍ V ARCHITEKTUŘE.....	24
2.1 SKETCHUP	24
2.1.1 Modelovací nástroje	24
2.1.2 Objemové nástroje	24
2.1.3 Materiály	25
2.1.4 Komponenty	25
2.1.5 Terén	26
2.1.6 Scény.....	26
2.1.7 Světla a stíny	26
2.1.8 Pluginy	26
2.1.9 Kompatibilita.....	27
2.2 AUTOCAD	27
2.2.1 Co je to CAD.....	27
2.2.2 Využití softwaru AutoCAD	28
2.2.3 Výhody softwaru AutoCAD	28
2.2.4 Nevýhody Softwaru AutoCAD	28
2.3 REVIT	28
2.3.1 Co je to BIM?.....	28
2.3.2 Využití softwaru Revit	29
2.4 BLENDER.....	30
2.4.1 Základní využití	30

2.4.2	Blender v animaci.....	30
2.4.3	Kompatibilita.....	30
2.5	MAYA.....	31
2.5.1	Princip softwaru Maya	31
2.5.2	Kompatibilita.....	31
2.5.3	Výhody a nevýhody softwaru Maya	31
2.6	RHINOCEROS 3D.....	32
2.6.1	Princip	32
2.6.2	Využití.....	32
2.6.3	Výhody softwaru Rhinoceros	32
2.6.4	Nevýhody Softwaru Rhinoceros	33
2.7	KOMPATIBILITA S UNREAL ENGINE.....	33
2.8	KOMPATIBILITA A DOSTUPNOST SOFTWARE PRO 3D MODELOVÁNÍ V ARCHITEKTUŘE.....	34
3	PRINCIP RENDERINGU	35
3.1	RAYTRACING.....	35
3.1.1	Princip Raytracingu	35
3.1.2	Současná technologie Raytracingu.....	35
3.2	PATHTRACING	36
3.2.1	Princip Pathtracingu	36
3.2.2	Efekty Pathtracingu	36
3.2.3	Výhody Pathtracingu	36
3.2.4	Nevýhody Pathtracingu	37
3.3	REAL-TIME RENDERING	37
3.4	NOVÉ TECHNOLOGIE.....	37
3.4.1	NeRF	37
3.4.2	Princip NeRF	37
3.4.3	Využití NeRF	38
3.4.4	3D Gaussian Splatting	38
3.4.5	Princip 3D Gaussian Splatting	38
3.4.6	Využití Gaussian Splatting.....	38
4	RENDER ENGINE	40
4.1	UNREAL ENGINE.....	40
4.2	PROJEKTY V PROSTŘEDÍ UNREAL ENGINE	40
4.2.1	Šablony.....	40
4.3	VYUŽITÍ UNREAL ENGINE	41
4.3.1	Architektura a stavebnictví.....	41
4.3.2	Virtuální produkce.....	41
4.3.3	Automobilový průmysl.....	41
4.3.4	Vzdělávání a trénink.....	41
4.4	BLUEPRINT V UNREAL ENGINE.....	41

4.4.1	Typy Blueprintů	42
4.4.2	Využití napříč různými odvětvími	42
4.5	KOMPATIBILITA	42
4.6	V-RAY	42
4.6.1	Princip činnosti.....	43
4.6.2	Výhody	43
4.6.3	Nevýhody	44
4.7	LUMION.....	44
4.7.1	Využití softwaru Lumion	44
4.7.2	Nejdůležitější prvky vizualizace programu Lumion	44
4.7.3	Kompatibilita programu Lumion	45
4.8	UNITY	45
4.8.1	Výhody	46
4.8.2	Nevýhody	46
4.9	TWINMOTION	47
4.9.1	Princip softwaru Twinmotion	47
4.10	DOSTUPNOST RENDER ENGINŮ	48
5	VYUŽITÍ 3D MODELOVÁNÍ A RENDERINGU V ARCHITEKTONICKÝCH NÁVRZÍCH	49
5.1	STATICKÉ VIZUALIZACE	49
5.1.1	Statické vizualizace interiéru	49
5.1.2	Statická vizualizace exteriéru.....	50
5.2	DYNAMICKÉ VIZUALIZACE	50
5.3	VIRTUÁLNÍ REALITA	51
5.3.1	Využití v architektuře.....	51
5.4	ROZŠÍŘENÁ REALITA	51
5.4.1	Využití rozšířené reality	52
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	53
6	ÚVOD	54
6.1.1	Definice cílů a požadavků	54
6.1.2	Výběr softwaru a technologií	54
7	POSTUP TVORBY DYNAMICKÉ 3D VIZUALIZACE ARCHITEKTONICKÉHO NÁVRHU.....	56
7.1	SKETCHUP MODEL	56
7.1.1	Model domu	56
7.2	EXPORT MODELU DO PROSTŘEDÍ UNREAL ENGINE POMOCÍ DATASMITH.....	57
7.2.1	Unreal Project Browser	58
7.3	VÝBĚR AKTÉRŮ	58

7.3.1	Pohled první osoby	58
7.3.2	Pohled třetí osoby	59
7.3.3	Virtuální realita.....	59
7.4	SVĚTELNÉ VYPÍNAČE	59
7.4.1	Tvorba světelného vypínače	59
7.4.2	Funkcionalita světelného vypínače	60
7.4.3	Větvení na základě stavu	60
7.4.4	Nastavení stavu světla	60
7.4.5	Vizuální zpětná vazba	61
7.4.6	Ovládání intenzity světla	61
7.4.7	Kolize	62
7.4.8	Příprava scény	62
7.4.9	Blueprint vypínače	62
7.4.10	Přidání modelu tlačítka.....	62
7.4.11	Přidání kolizní zóny pro interakci	63
7.4.12	Tvorba Blueprint Interface pro interakci	63
7.4.13	Implementace interface v blueprintu vypínače	63
7.4.14	Přidání proměnné pro stav světla	64
7.4.15	Přidání světla do scény a jeho propojení s vypínačem	65
7.5	FAB MARKETPLACE	65
7.6	ZMĚNA MATERIÁLU NA STĚNĚ	65
7.6.1	Tvorba Blueprintu	65
7.6.2	Nastavení Box Collision.....	66
7.6.3	Přidání textu pro uživatele.....	66
7.6.4	Nastavení kolize událostí.....	67
7.6.5	Přepínání materiálu pomocí klávesy	69
7.6.6	Testování	70
7.7	STRÍDÁNÍ DNE A NOCI.....	70
7.7.1	Event Tick	70
7.7.2	Výpočet rotace.....	70
7.7.3	Vytvoření rotátoru	71
7.7.4	Integrace rotace na světlo	71
7.8	TVORBA KUCHYŇSKÉHO KOUTU	72
7.8.1	Aplikace materiálů	72
7.9	INTERAKCE S KUCHYŇSKÝM KOUTEM	72
7.9.1	Tvorba Blueprintu a rozdělení kuchyňského koutu	73
7.9.2	Horní část kuchyňského koutu	73
7.9.3	Interaktivní prvky kuchyňského koutu.....	74
7.10	INTERAKTIVNÍ PŘEPÍNÁNÍ NÁBYTKU	76
7.10.1	Tvorba blueprintu a přidání statických meshů	76
7.10.2	Nastavení výchozí viditelnosti	77
7.10.3	Přidání logiky pro přepínání židlí.....	77
7.10.4	Přidání kolizní oblasti a instrukčního textu	77
7.10.5	Nastavení interakce v kolizní oblasti.....	78
7.10.6	Testování	78

7.11	TVORBA INTERAKTIVNÍCH DVEŘÍ	79
7.11.1	Tvorba Blueprintu dveří	79
7.11.2	Tvorba blueprintu dveří	79
7.11.3	Přidání statických meshů	79
7.11.4	Logika otevírání a zavírání dveří	80
7.11.5	Propojení s rotací dveří	81
7.11.6	Flip-Flop pro přepínání stavu	81
7.11.7	Interakce hráče s dveřmi a Line Trace pro detekci dveří	81
7.11.8	Volání funkce Open Door	82
7.11.9	Nastavení kolize a tagů	82
7.11.10	Tagování dveří	82
7.11.11	Testování ve scéně	82
7.11.12	Řešení častých problémů	82
7.11.13	Animace trhá nebo nefunguje	83
7.12	TVORBA REALISTICKÉHO OHNĚ	83
7.12.1	Příprava projektu a import assetů	83
7.12.2	Tvorba Niagara systému	84
7.12.3	Nastavení plamenů (Flames)	84
7.12.4	Pohyb částic	85
7.12.5	Materiál a animace	85
7.12.6	Barevný gradient	85
7.12.7	Materiál a animace	86
7.12.8	Žhavé částičky (Debris)	86
7.12.9	Nastavení parametrů	86
7.12.10	Světelné efekty (Light Renderer)	87
7.13	DĚŠŤ	88
7.13.1	Příprava Niagara systému	88
7.13.2	Vkládání emitru	88
7.13.3	Nastavení částic deště	89
7.13.4	Tvar boxu	89
7.13.5	Rychlosti a gravitace	89
7.13.6	Gravitace	89
7.13.7	Vzhled částic (sprite)	89
7.13.8	Materiál částic	90
7.13.9	Zarovnání částic podle rychlosti	90
7.13.10	Dodatečné úpravy	90
7.14	TERÉN A TRÁVNÍK	91
7.14.1	Tvorba nového levelu a terénu	91
7.14.2	Import trávníku pomocí FAB Marketplace	91
7.14.3	Přidání trávy pomocí nástroje Foliage	91
7.14.4	Parametry trávníku	92
7.14.5	Testování	93
7.15	TVORBA VIDEOZÁZNAMU	93
7.15.1	Rendering videa	93
7.16	IMPORT OKRASNÝCH PRVKŮ	94

7.17 OMEZENÍ VÝPOČETNÍHO VÝKONU	94
ZÁVĚR.....	95
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	96
SEZNAM OBRÁZKŮ	103
SEZNAM TABULEK.....	104
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	105
SEZNAM PŘÍLOH.....	107

ÚVOD

Současná doba je charakterizována rychlým rozvojem digitálních technologií, které pronikají do všech oblastí lidské činnosti, včetně architektury a stavebnictví. Tradiční metody prezentace architektonických návrhů, založené na statických výkresech a jednoduchých 3D vizualizacích, již nepostačují rostoucím nárokům. Vzniká tak potřeba nových přístupů, které umožní nejen fotorealistické zobrazení navrhovaných prostorů, ale také jejich interaktivní prozkoumání a zažití ještě před samotnou realizací stavby. Interaktivní vizualizace představují pokročilou technologii, narozdíl od statických renderů nebo animací umožňují interaktivní simulace uživatelům volně se pohybovat v navrhovaném prostředí, manipulovat s objekty, měnit materiály a pozorovat různé scénáře osvětlení či počasí v reálném čase. Tato technologie tak přináší zcela novou dimenzi do procesu architektonického navrhování a rozhodování.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na problematiku tvorby interaktivních simulací architektonických návrhů s využitím herního enginu Unreal Engine. Hlavním cílem je demonstrovat možnosti vytvoření fotorealistické a plně funkční vizualizace rodinného domu, která umožní uživateli nejen procházet navrhovanými prostory, ale také aktivně s nimi interagovat prostřednictvím různých funkčních prvků.

Práce je strukturována do dvou hlavních částí. Teoretická část poskytuje všeobecný přehled současných technologií a metod používaných v oblasti 3D modelování a renderingu. Jsou zde detailně popsány různé přístupy k 3D modelování, včetně polygonálního, NURBS a procedurálního modelování, a jejich specifického využití v architektonické praxi. Významná pozornost je věnována přehledu softwaru pro 3D modelování, od specializovaných architektonických nástrojů jako SketchUp, AutoCAD a Revit, až po pokročilé modelovací aplikace jako Blender, Maya a Rhinoceros 3D.

Teoretická část dále zkoumá principy renderingu, přes pokročilý raytracing až po nejmodernější pathtracing. Jsou představeny také nové technologie jako NeRF (Neural Radiance Fields) a 3D Gaussian Splatting, které otvírají nové možnosti v oblasti fotorealistické vizualizace. Rozsáhlá kapitola je věnována render enginům, se zvláštním důrazem na Unreal Engine, který je hlavním nástrojem praktické části, ale také dalším významným platformám jako V-Ray, Lumion, Unity, Enscape a Twinmotion.

Praktická část představuje jádro této práce a dokumentuje proces tvorby interaktivní architektonické vizualizace. Výchozím bodem je model rodinného domu vytvořený v

programu SketchUp, který je následně převeden do prostředí Unreal Engine pomocí pluginu Datasmith. Tento pracovní postup demonstruje efektivní propojení specializovaného architektonického softwaru s pokročilým herním enginem.

Klíčovou součástí praktické části je implementace různých interaktivních prvků, které transformují statický model do živého, responzivního prostředí. Mezi tyto prvky patří funkční světelné vypínače umožňující ovládání osvětlení jednotlivých místností, interaktivní systém pro změnu materiálů stěn poskytující možnost vizualizace různých designových variant, animované dveře s plynulou animací otevírání a zavírání, nebo dynamické přepínání nábytku pro exploraci různých zařizovacích možností.

Významnou část tvoří také implementace atmosférických efektů, které dodávají vizualizaci na realističnost. Automatické střídání dne a noci simuluje různé světelné podmínky během 24hodinového cyklu, zatímco pokročilé částicové systémy vytvořené v Niagara systému umožňují zobrazení realistického ohně a deště. Tyto efekty nejen zvyšují vizuální atraktivitu, ale také poskytují možnost analýzy chování prostoru za různých podmínek.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 OBLAST 3D MODELOVÁNÍ A RENDERINGU

3D modelování, které představuje techniku vytváření trojrozměrných objektů a struktur, a následné renderování, tedy generování finálních obrazových výstupů na základě těchto modelů. Kvalita i rychlost výstupu jsou přitom zásadně ovlivněny volbou modelovací metody, způsobem reprezentace geometrie, úrovní detailu a použitou technologií výpočtu světla, stínů i materiálových vlastností.

1.1 Polygonální modelování

Polygonální modelování je metoda vytváření 3D objektů, která je založena na aproximaci povrchu pomocí mnohoúhelníků neboli polygonů. Základními stavebními prvky jsou vrcholy (vertices), které jsou propojeny hranami (edges) tvořícími mnohoúhelníkové stěny (faces). Tyto stěny společně vytvářejí síť (mesh), která definuje povrch 3D objektu. V polygonálním modelování se nejčastěji používají trojúhelníky (triangles) a čtyřúhelníky (quads). [1], [2]

1.1.1 Princip polygonálního modelování

Při polygonálním modelování se pracuje s normálami, což jsou vektory kolmé k polygonu, které určují orientaci povrchu a ovlivňují zobrazení stínování. Každý polygon má normálu tváře (face normal) a každý vrchol má vrcholovou normálu (vertex normal), která ovlivňuje vizuální přechody mezi polygony. Když vertex normály směřují stejným směrem, povrch se jeví jako hladký, zatímco při rozdílných směrech vznikají viditelné hrany. [1]

- Vrchol (Vertex) – bod v trojrozměrném prostoru, který tvoří základ modelu.
- Hrana (Edge) – spojnice dvou vrcholů.
- Plocha (Face) – uzavřená oblast definovaná třemi nebo více hranami.[1], [2]

1.2 Typy modelovacích technik

1.2.1 Low Poly modelování

Low poly 3D modely jsou založeny na jednodušší geometrii a menším počtem polygonů. Díky této metodě jsme schopni dosáhnout snadného a rychlého editování a také načítacího času, tím pádem jsou vhodné pro vykreslování v reálném čase. Jako příklad můžeme uvést

počítačové hry. Tato jednoduchá konstrukce má však svá omezení a tím je nižší úroveň detailů.[3]

Využití Low poly modelů je široké. Jak už bylo zmíněno výše, tak Low poly modely se velmi často využívají v oblasti počítačových her, kde je důležitá rychlost vykreslování než celková kvalita modelu. Indie herní studia se často opírají o tuto metodu z důvodu menší náročnosti při tvorbě počítačových her. [3]

Tento typ modelů lze nalézt v oblasti AR aplikací, jakou nabízí obchodní řetězec s nábytkem Ikea, která potencionálnímu zákazníkovi dává k dispozici nábytkový sortiment, který si díky rozšířené realitě může prohlédnout v pohodlí domova a v místě, kde by chtěl nábytek usadit. Využití se nachází i ve VR, kde nositel brýlí interaguje s virtuálním světem, který je renderován v reálném čase [3]

1.2.2 High poly modelování

High Poly modely disponují velkým počtem polygonů. Na rozdíl od Low Poly modelů jsou extrémně detailní a realistické. Využívají se primárně pro vytvoření velmi detailních a propracovaných designových prvků. Z důvodu náročnosti pro výpočetní výkon se High Poly modely využívají primárně pro statickou vizualizaci s využitím minima animací. Tento typ modelů postrádá interaktivní prvky z důvodu náročnosti pro render a také prodloužený načítací čas, jenž by zpomaloval vizualizaci. [3]

1.2.3 Výhody polygonálního modelování

- Univerzálnější metoda pro modelování nepravidelných složitých objektů (např. lidská tvář)
- Umožňuje přímou manipulaci s jednotlivými vrcholy, hranami a plochami
- Široká podpora napříč různými 3D modelovacími nástroji
- Možnost využití subdivizních algoritmů pro automatické vyhlazení
- Snadnější texturování pomocí UV mapování
- Kompatibilita s výpočetními možnostmi současných grafických karet [1], [2]

1.2.4 Nevýhody polygonálního modelování

- Reprezentace zakřivených povrchů je vždy pouze aproximovaná

- Pro vytvoření hladkých křivek je potřeba velké množství polygonů
- U lowpoly modelů vznikají viditelně hranaté povrchy
- Zvyšování počtu polygonů vede k vyšší spotřebě paměti a delším renderovacím časům
- Subdivizní algoritmy často vyžadují specifickou topologii sítě (např. pouze čtyřúhelníky)
- Při převodu mezi různými typy polygonů (např. trojúhelníky na čtyřúhelníky) mohou vznikat artefakty
- Manipulace s modely s vysokým počtem polygonů může být náročná na výpočetní výkon [1], [2]

1.3 NURBS modelování

NURBS (NeUniformní Racionální B-Spline) představuje matematický aparát pro modelování křivek a ploch obecných tvarů. Jedná se o dvojí zobecnění uniformní B-spline reprezentace. První zobecnění spočívá v neuniformním rozložení hodnot parametru při napojení segmentů křivky, druhé zobecnění zavádí váhy řídicích bodů, což vede k parametrizaci racionálními funkcemi. NURBS modelování je založeno na principu segmentovaných křivek, které jsou složeny ze spojitě napojených oblouků. [4]

1.3.1 Princip NURBS modelování

Spline v NURBS modelování pracují s kontrolními body. Tyto body definují křivku pomocí procesu zvaného interpolace. NURBS modelování nastavuje kontrolní body a provádí matematické rovnice k vyrovnání vzdálenosti mezi každým bodem. [5]

Místo použití tisíců malých bodů k nakreslení křivky počítač vezme několik kontrolních bodů, vyhodnotí polohu a rotaci každé „rukojeti“ a vytvoří spojitou hladkou křivku. Posunutím jakéhokoli kontrolního bodu vznikne nová křivka. Spline jsou klíčovou součástí volného modelování. Křivky vytvořené pomocí spline jsou vysoce komplexní a méně náchylné ke zkreslení aplikovaných textur. [5]

1.3.2 Využití NURBS

NURBS reprezentace je dnes standardem v téměř všech systémech pro počítačem podporované navrhování. Používá se v profesionálních CAD systémech jako AutoCAD,

SolidWorks, Unreal Engine, Rhino3D a dalších. NURBS křivky a plochy jsou základem pro modelování karoserií automobilů, trupů lodí, letadel, spotřebičů a prakticky všech průmyslově vyráběných produktů s komplexními křivkami. [4], [5]

V akademické a výzkumné sféře je NURBS reprezentace základem pro numerickou analýzu, simulace a optimalizaci. V zábavním průmyslu se NURBS používá v profesionálních nástrojích pro 3D animaci a modelování, zejména pro vytváření hladkých organických tvarů. [4], [5]

NURBS reprezentace se také stala klíčovou součástí mezinárodních standardů pro výměnu dat v průmyslovém designu a výrobě, což zajišťuje kompatibilitu mezi různými CAD/CAM systémy. [4], [5]

1.3.3 Výhody modelování NURBS

- Flexibilní design a variabilnost tvaru
- Lokální tvarovatelnost (změna polohy řídicího bodu ovlivňuje pouze část křivky)
- Možnost volby stupně geometrické spojitosti
- Afinní a projektivní invariantnost
- Jednotný matematický aparát pro modelování standardních analytických i složitých komplexních tvarů
- Redukované nároky na kapacitu paměti při archivaci tvarů
- Numericky stabilní a přesné algoritmy umožňující jednoduché a rychlé zpracování výpočtů
- Dlouhodobá udržitelnost formátu (uchování geometrické informace ve formě, která bude aktuální minimálně dalších 20 let) [4]

1.3.4 Nevýhody modelování NURBS

- Vysoká matematická složitost modelování
- Potřeba hlubšího teoretického porozumění pro efektivní využití
- Obtížnější interpolace složitých tvarů (riziko vzniku nežádoucích oscilací)
- Náročnost na expertní znalosti uživatele

- Při nedostatečném pochopení tvarovacích parametrů možnost vzniku nepředvídatelných tvarů
- Vysoké nároky na správné nastavení tvarovacích nástrojů [4]

1.4 Procedurální modelování

Procedurální modelování představuje automatizovaný přístup k vytváření složitých trojrozměrných objektů. Na rozdíl od tradičních metod, jako je ruční zadávání geometrického popisu nebo poloautomatický návrh pomocí modelovacího softwaru, procedurální modelování generuje objekty z jednoduchých komponent podle přesně definovaných pravidel závislých na různých parametrech. [6]

1.4.1 Princip procedurálního modelování

Podstatou této metody je dekompozice složitých objektů na základní komponenty a stanovení algoritmů pro jejich kombinování. Typickým příkladem je modelování stromu, kde základními komponentami jsou listy a větve. Tato pravidla popisují geometrii větvení a parametry určují charakteristiky jako hustota listů nebo maximální tloušťka větve s listy. Přidáním pravidel pro umístění různých typů stromů lze vytvořit komplexnější scény, například celý les. [6]

1.4.2 Výhody procedurálního modelování

- Automatizace tvorby složitých objektů s věrohodnými detaily, což by manuálním modelováním bylo časově náročné nebo nemožné
- Parametrizace modelů umožňující jednoduše vytvářet variace objektů změnou hodnot parametrů bez nutnosti přemodelování
- Hierarchický přístup a komponenty usnadňující organizaci a správu složitých modelů
- Schopnost simulovat přírodní fenomény, které jsou inherentně složité a náhodné
- Možnost generovat prakticky nekonečný obsah v reálném čase, což je užitečné zejména pro videohry a virtuální světy [6]

1.4.3 Nevýhody procedurálního modelování

- Vyšší výpočetní náročnost, zvláště při modelování rozsáhlých ekosystémů nebo komplexních částicových systémů
- Obtížná kontrola výsledného vzhledu při použití náhodných procesů
- Deterministická povaha některých procedurálních metod může vést k příliš pravidelnému nebo předvídatelnému vzhledu
- V případě numerických metod pro systémy částic je nutné zajistit stabilitu řešení a vhodnou volbu časového kroku
- Vytváření procedurálních modelů vyžaduje specializované znalosti a zkušenosti v oblasti algoritmů, matematiky a fyziky [6]

2 SOFTWARE PRO 3D MODELOVÁNÍ V ARCHITEKTUŘE

V předešlé kapitole bylo shrnuto základní modelování ve 3D. Nyní se pozornost přesune na novou kapitolu, která se zabývá softwarem pro 3D modelování. V této části bude čtenář seznámen s aplikací SketchUp, která je základním kamenem pro práci v praktické části, kde se nachází již vytvořený model domu.

Je však důležité zmínit i další software, který se týká 3D modelování. Proto zde budou zahrnuty i další aplikace, které splňují tuto disciplínu.

2.1 SketchUp

SketchUp je uživatelsky přívětivý a všestranný software pro 3D modelování. Tento software je k dispozici v placené verzi SketchUp Pro, která se obnovuje jednou ročně a bezplatné webové verzi SketchUp Free, která funguje ve webovém prohlížeči. [8]

Při prvním spuštění aplikace si uživatel musí zvolit šablonu. Tato šablona přednastaví metrické jednotky, vzhled projektu a barevné schéma. Pokud žádná z nabízených šablon nevyhovuje specifickým požadavkům, lze vytvořit a uložit vlastní šablonu, která bude později k dispozici pro budoucí projekty. [7]

2.1.1 Modelovací nástroje

Program SketchUp nabízí široké spektrum nástrojů. Mezi základní lze zařadit kreslicí, editační a objemové nástroje, dále práci s dynamickými komponentami, úpravu stylů zobrazení a další funkce. Klíčové nástroje jsou součástí Velkého nástrojového panelu, který poskytuje uživateli všechny nezbytné prostředky pro práci. Nástroje ve SketchUpu lze rozdělit do tří hlavních skupin: kreslicí nástroje, editační nástroje a pomocné nástroje. Do kategorie kreslicích nástrojů spadají například Čára, Kružnice, Obdélník, Rotující obdélník, Čára od ruky, N-úhelník, Dvou-bodový oblouk a Výseč.[7], [10]

2.1.2 Objemové nástroje

- Sjednocení neboli Union. Tento nástroj sjednocuje dvě, či více těles do jednoho celku, přičemž je zachován vnější tvar těles.
- Průnik nebo také Intersect vytvoří nový tvar pouze z částí, kde se vybraná tělesa překrývají, a odstraní vše ostatní.

- Odečtení neboli Subtract Odečte jedno těleso od druhého a odčítající těleso se po operaci odstraní.
- Protlačení neboli Trim odstraní překrývající se část jednoho tělesa z druhého, ale odčítající těleso zůstává zachováno.
- Rozdělení také Rozdělí dvě překrývající se tělesa na nové části podle jejich průniku, přičemž zachová všechny vzniklé objekty.[7], [43]

2.1.3 Materiály

Vizuální stránku modelu lze také vylepšit aplikací materiálů a textur. SketchUp umožňuje použít buď vestavěnou knihovnu textur, nebo importovat vlastní materiály z externích zdrojů. Mezi externí zdroje je možné zahrnout materiály výrobců anebo vlastní fotografie materiálů, které lze nahrát do pracovního prostředí a pracovat s nimi. Po aplikaci lze textury dále upravovat, pomocí posuvníků můžeme měnit jejich barvu, velikost, průhlednost nebo pozici na objektu. K přesnému umístění textury slouží systém barevných značek, které usnadňují manipulaci s materiálem na povrchu modelu. [7]

2.1.4 Komponenty

Práci v prostředí SketchUp výrazně usnadňují komponenty. Jedná se převážně o statické prvky, které urychlují a zjednodušují tvorbu 3D modelů. Díky možnosti jejich stahování mohou uživatelé rychle vytvářet různé 3D objekty. K dispozici je rozsáhlá online knihovna 3D Warehouse, která nabízí široký výběr modelů od nábytku a architektonických prvků až po rostliny či kompletní domy. [7], [10]

Do knihovny komponent také přispívají samotní výrobci kuchyňských zařízení nebo nábytku. Toto řešení se využívá, pokud je v modelu kladen důraz na sjednocení. V případě, že nebyl nalezen potřebný kus nábytku, rostliny nebo světel, tak se zde nachází možnost si svůj vlastní komponent vymodelovat a využívat jej v modelu. Vytvořené komponenty lze sdílet v knihovně 3D Warehouse pro další uživatele. [7], [10]

Druhou skupinu komponent, a to na dynamické komponenty. Fungují na stejném principu jako statické a je možné si komponenty stahovat z knihovny. Na rozdíl od statických prvků jsou dynamické komponenty ovlivňovány změnou parametrů. Jako příklad může být uvedeno schodiště, u něhož jsou stupně automaticky přidávány nebo odebírány při změně velikosti, nebo skříňka, jejíž dvířka mohou být otevírány a zavírány. [7], [10]

2.1.5 Terén

Při modelování domů je důležité myslet i na tvorbu exteriérů. V případě exteriérů domu se jedná o zahradu, která musí být tvarována terénem. SketchUp má naštěstí zabudované metody, jak tuto práci zefektivnit.

SketchUp využívá funkce Geo umístění. Tato funkce umožní do projektu načíst konkrétní reálný terén z mapových podkladů BING Maps a vytvářet modely v přesné geografické poloze. Terén lze generovat buď z 2D vrstevnic, nebo z 3D vrstevnic, případně modelovat ručně pomocí nástroje Na zelené louce, který umožňuje deformaci sítě do požadovaného tvaru [7], [8].

2.1.6 Scény

K prohlížení vyhotoveného modelu slouží funkce scény. V základním provedení je model nehybný, tím pádem je k prozkoumání celého modelu nutné využít kurzoru a pohybovat se po scéně ručně. SketchUp má pro jednodušší navigaci v modelu zabudovaný prvek s názvem scéna. Takto se 3D model rozdělí do více scén, například ložnice, jídelna či koupelna. Jakmile jsou vybraná místa nastavena, kamera se přemístí takovým směrem, jakým byl nastaven úhel, aby byl model ve scéně zachycen, poté stačí jednoduchým klikem myši přecházet mezi jednotlivými místnostmi v domě. [7]

2.1.7 Světla a stíny

Aby bylo možno dosáhnout reálného zobrazení modelu, přímo v aplikaci SketchUp se nachází nastavení reálného zobrazení stínů. Tato metoda je založena na přesném umístění domu nebo modelu se kterým zrovna pracuje. Sketchup však pracuje pouze se slunečním svitem, podle toho, jak dopadají sluneční paprsky, tak se chovají i stíny na objektu. V programu jsem schopni si nastavit přesný datum a čas, díky těmto údajům jsem schopni simulovat, jak bude vypadat světlo za brzkých ranních hodin, tak i při západu slunce. Přesného chování světla a stínů je možné docílit také pomocí přesných GPS souřadnic, které jsou zadávány podle umístění objektu v případě, že se jedná o model stavby. [7][9]

2.1.8 Plugíny

Co je to Plugin? Plugin je doplněk, který je možno doinstalovat do aplikace SketchUp pokud uživatel potřebuje rozšířit jeho funkce. V kapitole 7.2.1 je podrobnější popis pluginu Datasmith, díky kterému je možné exportovat model do čitelné podoby pro aplikaci Unreal

Engine. Pluginy přidávají nové možnosti od vytváření fotorealistických vizualizací až po specializované nástroje pro konkrétní oblasti, jako je třeba navrhování oken a dveří. Většina pluginů je dostupná přes platformu Extension Warehouse, buď zdarma nebo za poplatek. [7]

2.1.9 Kompatibilita

SketchUp Pro umožňuje import a export modelů ve více formátech, což umožňuje propojení s jinými CAD systémy. Podporované formáty zahrnují DWG, DXF, 3DS, STL, FBX, OBJ, KMZ, DAE. To umožňuje spolupráci s programy jako AutoCAD nebo ArchiCAD

2.2 AutoCAD

AutoCAD je profesionální software který slouží pro tvorbu 2D a 3D výkresů, modelů a technické dokumentace. AutoCAD umožňuje precizní vytváření technických výkresů s vysokou mírou přesnosti, což je zásadní vlastnost pro převádění návrhů do reálných konstrukcí a objektů. [11]

2.2.1 Co je to CAD

Jak již název napovídá jedná se o CAD software. Zkratka CAD znamená Computer aided design v překladu to znamená počítačem podporované navrhování. Tento typ softwaru byl navržen tak, aby minimalizoval využívání manuálního procesu kreslení návrhů. Celý proces probíhá digitálně na pracovní ploše počítače. Díky této technologii jsou designéři schopni dosáhnout přesnějších a kvalitnějších výsledků. V rámci této bakalářské práce jsou zmíněny CAD softwary jako AutoCAD a Revit [13]

V základu aplikace nabízí širokou sadu nástrojů pro kreslení různých geometrických prvků jako jsou čáry, kružnice, oblouky, křivky a další. Tento základní výčet prvků je možné nadále kombinovat, upravovat a organizovat do komplexních výkresů. Díky těmto nástrojům je uživatel schopen pracovat ve 2D prostoru kdy je pro něj nutné vytvářet klasické technické výkresy, nebo přejít do 3D režimu pro vytváření prostorových modelů, což rozšiřuje možnosti použití softwaru v mnoha odvětvích. [11, 12]

V případě 3D režimu je možnost využívat základní objemová primitiva jako jsou koule, válce, kužely, kvádry, krychle nebo jehlany, Tato primitiva lze dále upravovat pomocí booleovských operací jako sjednocení, rozdíl a průnik. [12]

2.2.2 Využití softwaru AutoCAD

Základní využití softwaru AutoCAD spočívá v tvorbě technické dokumentace a přesných 2D i 3D výkresů. Software AutoCAD nachází široké využití v odvětvích jako jsou architektura, stavebnictví, strojírenství, elektrotechnice i průmyslový design. Profesionální uživatelé jej využívají pro vytváření detailních konstrukčních výkresů, prostorových modelů a technických dokumentací, které jsou nezbytnou součástí každého architektonického nebo elektronického projektu.[12]

2.2.3 Výhody softwaru AutoCAD

- Vysoká přesnost při technickém kreslení
- Bohatá sada nástrojů pro 2D i 3D modelování
- Možnost vytváření vlastních šablon a stylů
- Automatické kótování a popisky
- Přesné nastavení měřítek a jednotek [11], [12]

2.2.4 Nevýhody Softwaru AutoCAD

- Poměrně vysoké nároky na hardwarové vybavení
- Komplexita některých pokročilých funkcí
- Potřeba specifických znalostí pro plné využití potenciálu
- Časově náročnější osvojení všech funkcí [11]

2.3 Revit

Stejně jako AutoCAD, je Revit softwarový nástroj, který poskytuje nástroje k architektonickému modelování a navrhování budov. Umožňuje uživatelům vytvářet koncepční představy o prostoru a tvaru budovy, aniž by museli investovat čas do podrobných detailů.

2.3.1 Co je to BIM?

Building Information Modeling (BIM) představuje přístup v architektonickém, inženýrském a stavebním průmyslu. Tento koncept umožňuje vytvářet digitální reprezentace fyzických a funkčních charakteristik stavby. Podstatou BIM je vytvoření jednotné databáze informací o

budově, která může být sdílena mezi různými profesemi a účastníky stavebního procesu. To významně zvyšuje efektivitu díky omezení nutnosti opakovaného zadávání dat a usnadňuje provádění změn v projektu. BIM rovněž podporuje spolupráci mezi různými profesemi a klade důraz na udržitelnost v navrhování budov. [15]

BIM v sobě zahrnuje jak grafické, tak i negrafické informace. Vedle klasických 3D modelů a 2D výkresů do něj patří i technické specifikace, smluvní dokumentace, data o údržbě nebo provozu a mnoho dalších údajů. Klíčem je schopnost integrovat všechny tyto informace do jednoho koherentního systému, který je přístupný všem zainteresovaným stranám. [13]

2.3.2 Využití softwaru Revit

Revit umožňuje práci v různých měřítcích a pohledech například půdorysy, řezy, 3D pohledy což dává projektantům ucelenou představu o navrhované stavbě. Software také podporuje vytváření komponent jako jsou stěny, střechy, podlahy, dveře a okna, které lze přidávat k základním masovým modelům. [14]

Důležitou vlastností Revitu je jeho parametrický charakter. To znamená, že změny, které byly provedeny v jedné části modelu se automaticky projeví ve všech souvisejících částech a pohledech. Například při změně výšky patra se automaticky aktualizují všechny stěny, které jsou k tomuto patru vztaženy. [14]

Výhody softwaru Revit

- Propojení 2D dokumentace s 3D modelem – automatická aktualizace půdorysů, řezů a pohledů při změnách v modelu
- Princip "změna na jednom místě znamená změnu všude" – eliminace nekonzistencí a chyb v dokumentaci
- Parametrické modelování – rychlá tvorba a modifikace komplexních struktur
- Massing Tools – možnost rychlého vytváření konceptuálních modelů bez nutnosti detailního zpracování
- Nástroje pro tvorbu a manipulaci s terénem a krajinou
- Vzájemné propojení plánů, řezů, pohledů, legend a výkazů [14]

Nevýhody softwaru Revit

- Vysoká komplexnost a složitost softwaru – obtížné zvládnutí pro začátečníky

- Náročnost na zapamatování a aplikaci všech kroků pro převod návrhů do výkresů a modelů
- Vyšší nároky na výpočetní výkon oproti tradičním CAD programům
- Zpomalení systému při práci s rozsáhlými projekty
- Vysoká cena softwaru
- Potřeba pravidelných aktualizací představující významnou investici [14]

2.4 Blender

Blender je volně dostupný open – source software určený k 3D modelování a animacím. Jedná se o program, který umožňuje vytvářet 3D modely, animace, vizuální efekty, videohry. Blender je úplný kreativní balík zahrnující nástroje pro modelování, texturování, osvětlení, animaci a post produkci. [16], [17]

2.4.1 Základní využití

Blender se uplatňuje při tvorbě animovaných filmů, herních prostředí a postav, televizních pořadů, reklam, storyboardů i koncepčního umění. Tvůrci jej využívají také pro vizuální prezentace v architektuře či vědecké vizualizaci. Podporuje všechny hlavní operační systémy a nabízí jednotné uživatelské rozhraní napříč platformami, které lze dále upravovat pomocí Python skriptů. Blender nabízí širokou škálu funkcí. Uživatelé mohou vytvářet detailní 3D modely pomocí různých technik včetně polygonálního modelování, subdivizí povrchů a sochařství. Software umožňuje aplikaci textur a materiálů na objekty, takže mohou vypadat realisticky nebo stylizovaně podle potřeby.[16], [18], [19]

2.4.2 Blender v animaci

Animátoři využívají Blender k vytváření animací postav pomocí armatur (kostí), které lze pohybovat a pózovat. Pro simulaci fyziky jako tekutiny, látky nebo pevných těles nabízí Blender specializované moduly. Uživatelé mohou také renderovat své výtvořky do fotorealistických obrázků nebo animací pomocí různých renderovacích metod. [16], [19]

2.4.3 Kompatibilita

Pro sdílení 3D modelů mezi různými softwary podporuje Blender import a export v různých formátech, jako jsou OBJ, FBX a DAE. To umožňuje spolupráci s uživateli jiných 3D programů. [16]

2.5 Maya

Maya je program používaný k modelování, animaci a renderování 3D scén. S tímto softwarem lze vytvářet a animovat vlastní 3D scény a následně je renderovat jako statické obrázky nebo animační sekvence. Nejčastější využití softwaru Maya je ve filmech, televizních pořadech, reklamách, hrách, produktových vizualizacích a na webu. Maya, stejně jako AutoCAD nebo Revit je vyvíjena pod stejnou společností Autodesk.

2.5.1 Princip softwaru Maya

Základem softwaru je rozsáhlá kolekce nástrojů pro modelování trojrozměrných objektů, jejich animaci a následné renderování. Tento základ je doplněn pokročilými technologiemi pro simulace a kompoziční úpravy. Součástí balíčku je rovněž vývojové prostředí a možnosti skriptování, které umožňují vytvářet vizuálně přitažlivé návrhy, realistické postavy a působivé speciální efekty s vyšší efektivitou práce a optimalizovanými náklady. [20]

2.5.2 Kompatibilita

Velkou výhodou je kompatibilita s různými operačními systémy. Software funguje na platformách Windows, Mac i Linux.

2.5.3 Výhody a nevýhody softwaru Maya

Výhody

- Maya je používána v mnoha odvětvích od filmů a televizních pořadů až po hry a produktové vizualizace.
- Komerční verze obsahuje vše potřebné pro vytváření a renderování 3D scén a animací.
- Maya umožňuje uživatelům přizpůsobit rozhraní podle jejich potřeb, vytvářet vlastní sady ikon příkazů, definovat klávesové zkratky a upravovat nabídky. [20]

Nevýhody

- Pro začátečníky může být rozhraní Mayi nepřehledné s množstvím ikon, ovládacích prvků a parametrů, což může ztížit orientaci.

- Plnohodnotná verze softwaru je cenově náročná, což může být překážkou pro jednotlivce nebo menší studia. Řešením mohou být alternativy jako Maya LT nebo studentské verze. [20]

2.6 Rhinoceros 3D

Rhinoceros je software specializovaný pro řešení trojrozměrné modelování, které se orientuje na práci s geometrickými elementy různého charakteru. Program je klasifikován jako plošný modelář, což znamená, že jeho hlavní specializací je manipulace s povrchovými strukturami.

2.6.1 Princip

Aplikace Rhinoceros pracuje s povrchovými elementy, které lze koncepčně chápat jako flexibilní textilní materiál schopný přijímat rozmanité konfigurace prostřednictvím deformace. Tyto povrchové struktury jsou definovány hraničními křivkami a obsahují síť pomocných linií facilitujících pochopení jejich geometrické povahy. Zásadní vlastností těchto elementů je jejich kontinuální hladkost nezávisle na míře detailního zobrazení. [21]

Program implementuje matematický aparát založený na neuniformních racionálních B-spline křivkách, kde geometrická charakteristika je určována kontrolními body, stupněm křivky a uzlovými parametry. Softwarové řešení podporuje spektrum objektových typů zahrnující kompozitní povrchy, objemová tělesa, optimalizované vytlačovací objekty a síťové struktury. [21]

2.6.2 Využití

Rhinoceros software nalézá uplatnění v kreativních disciplínách, inženýrských oborech, architektonické praxi a umělecké tvorbě. Program umožňuje konstrukci elementárních planárních prvků i sofistikovaných prostorových konfigurací prostřednictvím technik jako je ortogonální projekce, rotační generování nebo vedení křivkových profilů po specifikovaných trajektoriích. [21]

2.6.3 Výhody softwaru Rhinoceros

- Flexibilita při modelování netradičních geometrií prostřednictvím volných křivkových struktur

- Schopnost precizního modelování skrze numerické definování prostorových souřadnic
- Rozsáhlé možnosti geometrických modifikací včetně tvorby zaoblení, hladkých přechodových struktur a zkosení
- Pokročilé vizualizační funkcionality s aplikací materiálových vlastností a texturních map
- Implementace osvětlovacích scénářů pro renderování
- Podpora generování technické dokumentace s anotačními prvky a kótováním
- Možnosti tvorby tiskových kompozic a rozvržení
- Kompatibilita s širokým spektrem datových formátů pro import a export [21]

2.6.4 Nevýhody Softwaru Rhinoceros

- Komplexnost systému vyžadující intenzivní osvojení různorodých metodologických přístupů
- Nutnost transformace hladkých NURBS reprezentací na aproximační polygonální struktury při exportu do specifických formátů
- Požadavek na pečlivou parametrizaci pro zachování geometrické přesnosti zakřivených oblastí při převodech [21]

2.7 Kompatibilita s Unreal Engine

AutoCAD a Revit stejně jako SketchUp jsou kompatibilní s pluginem Datasmith Exporter. Tento plugin pomáhá převádět výkresy z uvedených softwarů přímo do programu Unreal Engine.

Maya nabízí možnost exportovat výsledný soubor do FBX, který je s programem Unreal Engine plně kompatibilní.

Blender pracuje s exportem ve formátu OBJ a stejně jako Maya podporuje export ve formátu ve FBX. Další možností je plugin Send to Unreal, který zjednodušuje celý proces exportu z Blenderu do Unreal Engine

Rhinoceros využívá stejně jako programy AutoCAD plugin Datasmith Exporter

2.8 Kompatibilita a dostupnost softwaru pro 3D modelování v architektuře

Tabulka 1 Dostupnost a kompatibilita softwaru pro 3D modelování

Software	Typ licence	Cena	Hlavní zaměření	Kompatibilita s Unreal Engine	Hardwarové nároky
SketchUp	Komerční	Plečený	Architektonické modelování	Datasmith Exporter	Nízké až ztřední
AutoCAD	Komerční	Placený	2D/3D technické výkresy	Datasmith Exporter	Střední
Revit	Komerční	Placený	BIM modelování	Datasmith Exporter	Vysoká
Maya	Komerční	Placený	3D animace a modelování	FBX export	Střední
Blender	Open-source	Zdarma	Komplexní 3D tvorba	Send to Unreal plugin, FBX/OBJ	Nízká až střední
Rhinoceros 3D	Komerční	Placený	NURBS modelování	Datasmith Exporter	Střední

(zdroj: Zpracováno na základě údajů z [44], [45], [46], [47], [48], [49], [50], [51])

3 PRINCIP RENDERINGU

Rendering je proces, při kterém se z trojrozměrného modelu generuje dvourozměrný obraz. Tento výstup reprezentuje finální vizuální podobu scény a vychází ze všech předchozích fází 3D vizualizace. Cílem renderingu je vytvořit realistický nebo stylizovaný obrázek, který odpovídá zadanému uměleckému nebo technickému záměru. Princip spočívá v tom, že počítačový software zpracuje veškerá data spojená s 3D scénou – tedy geometrii modelů, jejich textury, materiály a světelné podmínky. Na základě těchto informací vytvoří dvourozměrnou projekci scény z konkrétního úhlu pohledu. Tím je dosaženo výsledného vizuálního výstupu. [22]

3.1 Raytracing

Raytracing je technika počítačové grafiky, která simuluje chování světla v reálném světě pro vytvoření fotorealistických obrazů. Na rozdíl od rastrizačních technik, které dominují v real-time grafice, raytracing sleduje dráhu světelných paprsků skrz scénu, což umožňuje věrně reprodukovat komplexní optické jevy jako odrazy, lomy světla, stíny a globální osvětlení. [23]

3.1.1 Princip Raytracingu

Raytracing funguje na poměrně jednoduchém principu. Sleduje dráhu světelných paprsků od kamery směrem do scény (zpětný raytracing). Pro každý pixel výsledného obrazu je vyslán paprsek skrz virtuální "plátno" do 3D scény. Když paprsek narazí na objekt, algoritmus vypočítá, jak by se světlo od tohoto povrchu odrazilo nebo jak by prošlo skrz něj, a případně vyšle sekundární paprsky k simulaci těchto jevů. [23]

V posledních letech se stala široce populární, zejména v herním průmyslu a filmové produkci, díky schopnosti poskytovat fotorealistické snímky. [23]

3.1.2 Současná technologie Raytracingu

Moderní implementace raytracingu využívají různé hybridní přístupy a techniky pravděpodobnostního raytracingu pro optimalizaci výkonu. V posledních letech se objevily specializované hardwarové akcelerátory, jako jsou RTX karty od NVIDIA, které umožňují raytracing v reálném čase ve hrách a interaktivních aplikacích. Raytracing se také běžně používá v architektuře pro vizualizaci návrhů budov, v automobilovém průmyslu pro návrh

vozidel, v reklamě pro produktovou vizualizaci a ve vědecké vizualizaci pro přesné zobrazení fyzikálních jevů [23].

3.2 Pathtracing

Path tracing posouvá koncept raytracingu na vyšší úroveň. Jedná se o techniku renderování, která simuluje fyzikální chování světla v počítačové grafice. Namísto sledování pouhých primárních světelných paprsků, pathtracing zachycuje celou cestu světla včetně vícenásobných odrazů, průchodů a rozptylů, což vede k velmi realistickému vykreslení. [24]

Jde o typ algoritmu, který umožňuje vytvářet realistické obrazy s přirozenými světelnými efekty, jako jsou odrazy, lomy, stíny a nepřímé osvětlení. Díky této metodě umožňuje vytvořit realističtější obrazy tím, že sleduje cesty světelných paprsků procházejících scénou, což umožňuje zobrazení nepřímého osvětlení. [24]

3.2.1 Princip Pathtracingu

Základní princip path tracingu spočívá ve vystřelování paprsků z kamery skrz každý pixel obrazu do scény. Pro každý takový primární paprsek je při dopadu na povrch objektu generován nový směr odrazu, který je vybírán náhodně podle distribuce dané vlastnostmi materiálu zasaženého povrchu. Tento proces se opakuje rekursivně, vytvářející tak cestu (path) paprsku, dokud paprsek nenarazí na světelný zdroj nebo dokud není ukončen jiným způsobem. [24]

3.2.2 Efekty Pathtracingu

Path tracing umožňuje simulovat různé fotografické efekty, jako je hloubka ostrosti (depth-of-field). Tento efekt napodobuje chování kamerových objektivů, které mají omezenou vzdálenost, ve které objekty vypadají ostře. Pokud jsou objekty blíže nebo dále, způsobují rozmazaný "kruh zmatení". [24]

Další efekt, který lze simulovat, je rozmazání pohybu (motion blur). Tento většinou umělecký efekt simuluje známý fotografický jev, který nastává, když je expozice delší než rychlost pohybu objektů ve scéně. [24]

3.2.3 Výhody Pathtracingu

- Fyzikálně přesná simulace světla
- Jednotný proces pro výpočet různých světelných efektů (stíny, odrazy, lomy, nepřímé osvětlení)

- Realistické výsledky bez potřeby specializovaných algoritmů pro každý efekt
- Přírozenější vzhled komplexních materiálů [24]

3.2.4 Nevýhody Pathtracingu

- Vysoká výpočetní náročnost
- Šum v obraze, který mizí až s dostatečným počtem vzorků
- Omezení současných implementací (např. nepodpora některých typů materiálů nebo efektů)
- Potřeba specializovaného hardware pro real-time aplikace [24]

3.3 Real-time rendering

Renderování v reálném čase se zabývá rychlým vytvářením obrazů na počítači. Je to nejvíce interaktivní oblast počítačové grafiky. Real-time rendering Obraz se objeví na obrazovce, divák reaguje, a tato zpětná vazba ovlivňuje, co bude vygenerováno dále. Tento cyklus reakce a renderování probíhá dostatečně rychle na to, aby divák neviděl jednotlivé obrázky, ale stal se součástí dynamického procesu. [25]

Důležitým faktorem je rychlost, kterou jsou snímky zobrazovány, ta se měří ve snímcích za sekundu (FPS) nebo v Hertzech (Hz). Při jednom snímku za sekundu je obraz trhaný, hráč či uživatel virtuálních brýlí cítí, příchod každého nového obrazu. Při rychlosti kolem 6 FPS začíná vznikat pocit interaktivity. Videohry cílí na 30, 60, 72 nebo více FPS. V těchto rychlostech je již obraz plynulý a hráč se tak může plně soustředit na akci a reakci, kterou zařízení nabízí. [25]

3.4 Nové technologie

3.4.1 NeRF

Neural Radiance Fields je metoda pro vytváření nových pohledů na scénu, která dosahuje fotorealistických výsledků pomocí optimalizace spojitě volumetrické reprezentace scény na základě několika vstupních snímků. Hlavní myšlenka spočívá v tom, že scéna je reprezentována neuronovou sítí, která modeluje radiance field. Jedná se výstupní funkci, jež pro libovolnou kombinaci prostorové pozice a směru pohledu vrací barvu a hustotu. [41]

3.4.2 Princip NeRF

NeRF používá plně propojenou neuronovou síť, která jako vstup přijímá 5D souřadnici. Jedná se o prostorové souřadnice bodu a směr pohledu. Výstupem je pak barevná hodnota

(RGB) a objemová hustota, která udává, kolik světla se z tohoto bodu uvolňuje a jak je průhledný. Pro generování obrazu z nové pozice kamera „vystřelí“ paprsky skrz pixely a vzorkuje body v prostoru. Pro každý vzorek sítí spočítá barvu a hustotu, které jsou následně skládány pomocí klasických technik objemového vykreslování [41]

3.4.3 Využití NeRF

NeRF se ukázal jako mimořádně účinný nástroj pro nové vykreslování pohledů ze statických RGB fotografií. Je využíván pro fotorealistickou rekonstrukci scén jak z vytvořených, tak reálných snímků. NeRF technologie zvládá zachytit složitou geometrii a náročné materiály včetně lesklých a průhledných objektů. Ideální volbou pro NeRF je využití virtuální reality a her, kde je potřeba zachytit realistické objekty z více úhlů. [41]

3.4.4 3D Gaussian Splatting

3D Gaussian Splatting představuje novou technologii, jakou počítače vytvářejí fotorealistické trojrozměrné obrazy. Tato technologie staví na přímém zobrazení scény pomocí velkého množství prostorových bodů [37].

3.4.5 Princip 3D Gaussian Splatting

Obraz je vytvářen pomocí videa či fotografií, které jsou pořízeny vždy z jiného úhlu a navzájem se překrývají. Následně jsou fotografie sloučeny do prostorového modelu, který je možné otáčet a prohlížet ze všech stran. Video a fotografie musí být velmi podrobné. Pro kvalitní zpracování obrazu je výsledek tvořen několika desítkami fotografií. [37]

Software snímky analyzuje a identifikuje, kde se v prostoru nachází jednotlivé prvky. Vytvoří tak jakýsi trojrozměrný "otisk" objektu složený z tisíců bodů, z nichž každý nese informaci o své pozici a vzhledu. V dalším kroku se každý identifikovaný bod promění v sofistikovanější entitu – Gaussův objekt. Ten už není jen bezrozměrným bodem, ale má objem, může se překrývat se sousedy a společně vytvářejí celistvý povrch [39][40].

Obrazy se skládají z tisíců až milionů "inteligentních" bodů. Každý má svou polohu, velikost, tvar, barvu a průhlednost. Tyto body mají Gaussovo rozložení, což jim umožňuje plynule přecházet do okolního prostoru [38].

3.4.6 Využití Gaussian Splatting

V oblasti architektury je Gaussian Splatting využíván pro tvorbu realistických vizualizací stavebních návrhů. Umožňuje architektům prezentovat klientům trojrozměrné modely

budov s možností pohledu z různých úhlů, aniž by bylo nutné vytvářet složitou geometrii. Gaussian Splatting nachází uplatnění i při vývoji virtuální reality a videoher. Jeho schopnost rychlého a plynulého renderování umožňuje vytvářet detailní a realistická prostředí, která zvyšují úroveň ponoření do virtuálního světa. Online prodejci mohou pomocí Gaussian Splatting prezentovat produkty ve 3D, což zákazníkům umožňuje si výrobek prohlédnout z různých úhlů. [39], [40]

4 RENDER ENGINE

V této části teoretické práce se podíváme na základní přehled render enginů. Render enginy jsou neodmyslitelnou součástí každého herního vývojáře, designéra nebo architekta. Jsou to softwarové nástroje, které pomáhají převést 3D digitální modely na fotorealistické vizualizace. Každý z těchto nástrojů se liší svou paletou funkcí a způsobem implementace.

V první řadě je nutno seznámit se se základními vlastnostmi programu, který bude využíván pro praktickou část této práce. Software se nazývá Unreal Engine a bude využíván pro velkou část vizualizace, která bude obsahovat interaktivní prvky.

Následně proběhne seznámení s dalšími programy z oboru, stejně jako v kapitole 2 Software pro 3D modelování v architektuře. Protože Unreal Engine není jediným programem pro modelování a rendering interaktivních výstupů, z toho důvodu se je důležité si přiblížit i další aplikace, které jsou určeny k tvorbě interaktivních a fotorealistických vizualizací.

4.1 Unreal Engine

Unreal Engine je výkonný herní engine vyvinutý společností Epic Games, který poskytuje komplexní sadu nástrojů pro vývoj projektů v reálném čase. [26]

Unreal Engine funguje na principu herního enginu, který umožňuje tvůrcům pracovat s různými nástroji v editoru. Systém je postaven na fyzikálně založeném renderování a nabízí možnost práce s dynamickým i statickým osvětlením. Součástí je také vizuální skriptovací systém Blueprint, který umožňuje vytvářet interaktivní prvky bez znalosti programování. [26]

4.2 Projekty v prostředí Unreal Engine

Unreal Engine má na výběr mezi několika šablonami, které může uživatel využít na základě zaměření projektu. Tyto šablony obsahují základní materiály a meshe pro zefektivnění práce v projektu.

4.2.1 Šablony

Šablony slouží jako výchozí základ pro různé typy projektů. Obsahují přednastavené soubory, úroveň a základní herní logiku, která může výrazně urychlit vývoj prototypů nebo

posloužit k naučení základních principů konkrétního žánru. Jejich použití není povinné všechny tyto šablony lze ručně vytvořit i v rámci prázdného projektu.[27]

4.3 Využití Unreal Engine

Software Unreal Engine nachází uplatnění v mnoha odvětvích. Software mohou využívat malá i velká herní studia pro tvorbu videoher. Z architektonického hlediska je možnost využívat Unreal Engine pro interaktivní vizualizace či virtuální procházky. [26]

4.3.1 Architektura a stavebnictví

V AEC sektoru Unreal Engine umožňuje architektonické vizualizace s vysokou věrností, interaktivní procházky budovami, simulace denního a nočního osvětlení, a prezentace návrhů klientům. Specialisté mohou implementovat systémy pro kolaborativní recenze projektů a variantní řešení designu. [26]

4.3.2 Virtuální produkce

Filmový a televizní průmysl využívá Unreal Engine pro tvorbu virtuálních prostředí, pre-vizualizace, motion capture a real-time renderování scén. Sequencer umožňuje vytvářet filmové záběry a upravovat je v reálném čase. [26]

4.3.3 Automobilový průmysl

V automobilovém sektoru Unreal Engine slouží k vizualizaci vozidel, tvorbě interaktivních prezentací a vývoji rozhraní HMI pro palubní systémy. Návrhářům umožňuje vytvářet realistické vizualizace exteriérů i interiérů vozidel. [26]

4.3.4 Vzdělávání a trénink

Epic Games nabízí rozsáhlé vzdělávací programy rozdělené podle odvětví a úrovně znalostí. Kurzy jsou organizovány do různých kategorií jako Foundations, Materials, Lighting, Animation a další. [26]

4.4 Blueprint v Unreal Engine

Unreal Engine pracuje s programovacím jazykem C++, který je využíván pro programování veškerých funkčních prvků v modelu či hře. Pro zefektivnění práce byl přidán vizuální skriptovací systém Blueprint. Tento systém zjednodušuje proces aplikace funkčních prvků a je jednodušší pro začínající tvůrce v programu Unreal Engine.

Blueprint je vizuální skriptovací systém v Unreal Engine, který uživatelům umožňuje vytvářet interaktivní prvky bez nutnosti programování. Jedná se o jednu ze základních funkcí Unreal Engine, která poskytuje možnost implementovat herní mechaniky a funkce prostřednictvím uzlového (node-based) rozhraní namísto psaní kódu.[26]

4.4.1 Typy Blueprintů

V Unreal Engine existuje několik typů Blueprintů, které mají různé využití

- Level Blueprint funguje na úrovni celé scény a umožňuje manipulovat s objekty v dané úrovni
- Actor Blueprint slouží k vytváření interaktivních objektů ve scéně
- Blueprint Interface systém pro komunikaci mezi Blueprinty

4.4.2 Využití napříč různými odvětvími

V architektuře a stavebnictví (AEC) slouží Blueprinty k vytváření interaktivních vizualizací, kde uživatelé mohou procházet různé varianty designu. Ve virtuální produkci se Blueprinty používají pro ovládání kamer a interakci s virtuálním prostředím. V automobilovém průmyslu jsou Blueprinty zásadní pro vývoj rozhraní člověk-stroj (HMI). [26]

4.5 Kompatibilita

Unreal Engine představuje všestranný nástroj, který je využíván nejen v herním průmyslu také nachází uplatnění v mnoha kreativních i technických odvětvích. Díky svým pokročilým funkcím, přehlednému rozhraní a realistickému renderování v reálném čase se stal standardem pro vizualizace a interaktivní zážitky napříč různými obory. [26]

4.6 V-Ray

V-Ray je výkonný renderingový plugin, který se používá k realistickému zobrazení 3D modelů. V tomto případě se jedná o verzi V-Ray for SketchUp, která je určena uživatelům populárního 3D modelovacího nástroje SketchUp. Plugin umožňuje vytvářet vizualizace s vysokou úrovní fotorealistického detailu a je hojně využíván v oblastech jako architektura, interiérový design, produktový design [29]

4.6.1 Princip činnosti

Tento engine funguje na principu pokročilých algoritmů pro výpočet osvětlení a vizualizaci 3D scén. Využívá metodu Global Illumination (GI), která simuluje realistické chování světla v prostoru. Koncept GI vychází z přirozeného šíření světla, například v místnosti s oknem, kde přirozené světlo z venku přichází skrz okno a nepřímo osvětluje celý prostor. Tato technologie umožňuje dosáhnout přirozeného osvětlení bez nutnosti zdlouhavého nastavování světelných zdrojů. [29]

V-ray pro zachycení opravdu reálného záběru využívá stejných metod a funkcí jako klasický fotoaparát. Pokud je výsledný render příliš tmavý nebo jinak neodpovídá očekávání, lze upravit jeho expozici prostřednictvím fyzické kamery V-Ray, která simuluje vlastnosti skutečného fotoaparátu. Pomocí parametrů jako je shutter speed, F-number a ISO je možné jemně ovlivnit množství světla dopadajícího na scénu a tím upravit celkovou světlost nebo kontrast renderu. [30]

Při nastavování pohledu kamery je vhodné se řídit osvědčenými principy kompozice převzatými z fotografie, které napomáhají vytvořit vizuálně působivý a vyvážený obraz. Základem je pravidlo třetin, hloubka záběru, zarámování scény nebo vedení pohledu. [30]

4.6.2 Výhody

- V-Ray umožňuje vytvářet mimořádně realistické vizualizace, zejména díky přesné simulaci světla a materiálů.
- V-Ray podporuje High Dynamic Range (HDR), což umožňuje lepší kontrolu nad intenzitou světla od nejtmavší po nejsvětlejší.
- V-Ray Nabízí rozsáhlé možnosti nastavení materiálů včetně odrazivosti, průhlednosti, rozptylu světla a dalších vlastností.
- V-Ray obsahuje simulaci reálné kamery, která reaguje na světlo podobně jako skutečná kamera, což umožňuje nastavovat parametry jako clonu, ISO a rychlost závěrky.
- **Umožňuje** využívat výkon až 10 počítačů s jednou licencí, což výrazně zrychluje renderování
- Fyzikálně **přesné světlo**
- Systém V-Ray Sun and Sky poskytuje přesnou simulaci slunce a oblohy, včetně geografické polohy, času a atmosférických podmínek. [29]

4.6.3 Nevýhody

- Náročnost na výpočetní výkon – Pro složité scény může rendering trvat velmi dlouho, zejména při použití pokročilých funkcí
- Komplexní nastavení – V-Ray má mnoho parametrů a nastavení, které mohou být pro začátečníky obtížně pochopitelné
- Vysoká cena – Je to profesionální nástroj, který bývá poměrně nákladný
- Nutnost specifických znalostí – Pro efektivní využití vyžaduje znalost principů osvětlení, materiálů a renderování [29]

4.7 Lumion

Lumion je specializovaný vizualizační software, který slouží pro rychlou a efektivní vizualizaci 3D modelů, především v oblasti architektury a stavebnictví. Na rozdíl od komplexních renderovacích programů je Lumion navržen tak, aby uživatelé mohli vytvářet kvalitní vizualizace bez nutnosti být zkušenými grafiky. Lumion je ceněný zejména pro svou rychlost, jednoduchost použití a schopnost vytvářet vysoce realistické vizualizace bez nutnosti hlubokých znalostí v oblasti 3D grafiky.[31]

4.7.1 Využití softwaru Lumion

Lumion umožňuje převzít modely z CAD programů (jako jsou AutoCAD, Revit, Rhinoceros, SketchUp nebo ArchiCAD) a transformovat je do fotorealistických vizualizací. Software nabízí rozsáhlou knihovnu objektů včetně animovaných prvků, které pomáhají "oživit" architektonické modely a zasadit je do realistického prostředí.[31]

4.7.2 Nejdůležitější prvky vizualizace programu Lumion

Osvětlení a počasí

- Možnost nastavení slunečního světla (směr, výška, intenzita) a mraků (9 typů) pro exteriéry
- Umělé světelné zdroje pro interiéry (bodová, rozptýlená, plošná)
- Efekty počasí: déšť, sníh, mlha, vítr [31]

Tvorba obrázků

- Ukládání pohledů do 10 sad pro rychlou navigaci

- Export v různých kvalitách: Email, Plocha, Print, Plakát
- Volba kvality dle účelu (vyšší kvalita = větší soubory a delší zpracování) [31]

Efekty pro obrázky

- Kategorie: Svět (slunce, stíny, odrazy, podzim)
- Počasí (mraky, světlo, srážky)
- Kamera (zaostření, expozice, perspektiva)
- Skica (malba, vodové barvy, blueprint)
- Barvy (korekce, vinětace, ostrost) [31]

Tvorba videa

- Skládá se z klipů = přechod mezi klíčovými snímky
- Možnost kombinovat klipy, statické obrázky a externí videa
- Nastavení exportu: snímky/s (25-200), kvalita, rozlišení [31]

Efekty pro videa

- Titulky s nastavitelným zobrazením
- Pohyb objektů: jednoduchý (úsečka), pokročilý (lomená čára), hromadný
- Změny efektů v čase pomocí klíčových bodů (např. sluneční studie) [31]

4.7.3 Kompatibilita programu Lumion

Lumion podporuje import modelů v několika formátech *.dwg (AutoCAD), *.dxf, *.fbx, *.skp (SketchUp), *.max, *.3ds, *.obj a *.kmz. Pro optimální výsledky je důležitá správná příprava modelu v modelovacím programu. [31]

4.8 Unity

Unity vývojová platforma určená k tvorbě interaktivních digitálních aplikací. Jedná se o integrované prostředí, které spojuje runtime engine s editačními nástroji, umožňující autorům vytvářet jak 2D, tak 3D herní světy napříč různými technologickými ekosystémy. Platforma podporuje široké spektrum cílových zařízení, jako jsou osobní počítače, internetové prohlížeče nebo mobilní telefony a systémy pro virtuální či rozšířenou realitu [32][33].

Primárním účelem Unity je tvorba počítačových her různé komplexity a rozsahu. Vývojáři mohou realizovat projekty od jednoduchých arkádových her až po elaborované trojrozměrné simulace s profesionálním vizuálním zpracováním. Platforma nachází uplatnění nejen v zábavním průmyslu, ale také v oblasti vzdělávacích technologií, kde slouží k tvorbě interaktivních výukových aplikací, trenažérů a simulačních prostředí.[32], [33]

Stejně jako Unreal Engine, je Unity schopno zpracovávat architektonické modely a převádět je do fotorealistických vizualizací s interaktivními prvky

4.8.1 Výhody

- Dostupnost pro začátečníky – bezplatná Personal Edition pro individuální vývojáře a malé společnosti s omezeným obratem
- Multiplatformní nasazení – možnost publikování na různých operačních systémech a zařízeních bez nutnosti přepisování kódu
- Rozsáhlá dokumentace – komplexní manuály, oficiální video tutoriály a aktivní komunitní podpora
- Pokročilé vizuální možnosti – sofistikované renderovací techniky, systém materiálů a shaderů včetně globálního osvětlení
- Flexibilní komponentový systém – modulární architektura umožňující snadné rozšiřování funkcionalit
- Prefabrikované objekty – efektivní správa opakovaných elementů a dynamické generování obsahu [32][33]

4.8.2 Nevýhody

- Složitá učební křivka – komplexnost systému může představovat bariéru pro nováčky
- Závislost na externích komponentách – problémy s kompatibilitou a údržbou při používání third-party řešení
- Verzovací nekompatibilita – projekty z různých verzí Unity nejsou vzájemně kompatibilní, což komplikuje týmovou spolupráci
- Zvýšené systémové nároky – komplexní projekty mohou klást vysoké požadavky na výpočetní prostředky

- Kontinuální evoluce – neustálý vývoj platformy může způsobovat problémy s dlouhodobou udržitelností projektů [32][33]

4.9 Twinmotion

Twinmotion představuje nástroj určený pro vizualizaci architektonických a prostorových návrhů ve 3D prostředí. Jde o software, který umožňuje v reálném čase vytvářet vizuálně působivé prezentace návrhů, a to jak ve formě statických snímků, tak i animovaných prohlídek nebo interaktivních výstupů. Jeho největší výhodou je intuitivní uživatelské rozhraní, které nevyžaduje hluboké znalosti složitých 3D programů. Twinmotion je postaven na technologickém základu Unreal Engine, což mu propůjčuje vysoký výkon a kvalitní grafické zpracování. [34].

4.9.1 Princip softwaru Twinmotion

Práce v Twinmotionu je založena na principu přímého propojení s modelovacím softwarem, jako je například Autodesk Revit nebo SketchUp. Prostřednictvím pluginu Datasmith lze synchronizovat návrh vytvořený v externím softwaru a okamžitě jej importovat do prostředí Twinmotion. Tento proces umožňuje nejen přenést geometrická data, ale i připojené materiály. Po načtení modelu do scény je možné pracovat s rozvržením prostředí, nastavením světla, povětrnostních podmínek, vegetace a dalších prvků, které napomáhají vytvoření realistického nebo stylizovaného výstupu. [34][42].

4.10 Dostupnost Render enginů

Tabulka 2 Základní přehled dostupnosti render enginů

Render Engine	Typ renderingu	Cena	Real-time	Interaktivita	Fotorealismus	Hlavní využití
Unreal Engine	Real-time rasterizace + RT	Zdarma	✓	Vysoká	Vysoký	Hry, archiviz, VR/AR
V-Ray	Raytracing/Pathtracing	Placený	✗	Žádná	Velmi vysoký	Profesionální vizualizace
Lumion	Real-time hybrid	Placený	✓	Střední	Vysoký	Architektonické animace
Unity	Real-time rasterizace	Zdarma	✓	Vysoká	Střední	Hry, AR/VR aplikace
Twinmotion	Real-time (UE based)	Placený	✓	Střední	Vysoký	Architektonické prezentace

(zdroj: Zpracováno na základě údajů [52] [53], [54], [55], [56], [57], [58])

5 VYUŽITÍ 3D MODELOVÁNÍ A RENDERINGU V ARCHITEKTONICKÝCH NÁVRZÍCH

5.1 Statické vizualizace

Statická vizualizace je nepohyblivá obrazová reprezentace architektonického nebo grafického projektu, který se zpravidla nachází v raném stádiu řešení. Tato vizualizace uživateli pomáhá vytvořit si přesnou a ucelenou představu o tom, jak bude výsledný produkt vypadat. Tato metoda obsahuje minimálně dvě podkapitoly, které se týkají architektonického, herního nebo grafického návrhu, a tím je vizualizace interiérů a exteriérů.

5.1.1 Statické vizualizace interiéru

Tato vizualizace představuje vnitřní prostory návrhu. Jedná se o rozdělení vnitřních dispozic, materiálů a barev nebo rozmístění a styl nábytku. Pokud si klient či investor není schopen zcela představit výsledný produkt, tak tato metoda mu dokáže nejlépe přiblížit potencionální tvar hotového návrhu. Interiér je neodmyslitelnou součástí nejen architektonických návrhů, ale i herního designu, kde se klade velký důraz na propracovanost a rozložení interiérů ve kterých se bude hráč pohybovat.



Obrázek 1 Statická vizualizace interiéru

(zdroj: vlastní)

5.1.2 Statická vizualizace exteriéru

Statická vizualizace exteriéru představuje vše, co se odehrává za zdmi budovy. Tato metoda vizualizace se věnuje venkovním prostorům. V tomto případě je to dům a jeho okolí jako jsou místa pro zeleň jako jsou trávničky, keře, stromy

Kvalitní zpracování exteriérů má velký význam nejen pro návrh bezprostředního okolí domu, ale i pro koncept veřejných prostor. Při návrhu exteriérů je kladen mimořádný důraz na celkovou atmosféru, kterou bude dané místo vyzařovat. Tato atmosféra výrazně ovlivňuje pocity a zážitky lidí, kteří budou v těchto venkovních prostorech trávit svůj čas mimo interiér budovy.



Obrázek 2 Statická vizualizace exteriéru

(zdroj: vlastní)

5.2 Dynamické vizualizace

Je to představení architektonického návrhu v dynamickém provedení. Základní tvar architektonického návrhu bývá zpravidla prezentován staticky. V dnešní době, kdy výpočetní výkon roste je animace skvělou volbou, protože si uživatel nebo zákazník mohou projít celý model, tak jakoby tam opravdu byli.

Pro tyto architektonické animace je v praktické části využito programu Unreal Engine, který však není jediný. Lumion a Twinmotion jsou také skvělou volbou pro tvorbu architektonické animace, kdy je možno simulovat počasí či denní dobu.

5.3 Virtuální realita

Virtuální realita je kombinace headsetu a ovladačů, díky kterým je uživatel ponořen zcela do nově digitálně zpracované reality. Účelem této technologie je přenést člověka na úplně jiná místa, často taková, která ani neexistují. Headset zaměstnává zrakové ústrojí, kdy je renderován zcela nový svět a díky ovladačům je uživatel schopen s takto vytvořeným světem interagovat. [35]

Virtuální realita slouží k mnoha účelům napříč různými odvětvími. V oblasti videoher a zábavy umožňuje hráčům vstoupit přímo do herních světů, zažít dechberoucí příběhy a filmy z pohledu první osoby. Prostřednictvím VR headsetu mohou lidé navštěvovat vzdálená místa, což může být využito pro virtuální návštěvy zajímavých lokací, konference nebo ovládání robotů na dálku, kde by byla fyzická přítomnost člověka nebezpečná nebo nemožná. [35]

5.3.1 Využití v architektuře

V dnešní době se již více spoléhá na dynamické vizualizace než na ty statické, proto přichází v úvahu využití virtuální reality i k architektonickým potřebám. Virtuální realita poskytuje náhled do hotové vizualizace, kdy si zákazník může na vlastní oči vyzkoušet, jaké to je v daném místě být, ačkoliv v reálném světě se ještě nezačaly kopat základy. [35]

5.4 Rozšířená realita

Rozšířená realita (Augmented Reality, AR) představuje technologii, která kombinuje reálný a virtuální svět tím, že překrývá digitálně generované informace přes vnímání fyzického světa. Na rozdíl od virtuální reality, která uživatele zcela ponoří do syntetického počítačově generovaného prostředí, rozšířená realita umožňuje uživateli vidět reálný svět obohacený o virtuální objekty a informace. Pro klasifikaci systému jako rozšířené reality jsou potřebné tři charakteristiky: kombinace reálných a virtuálních informací, interaktivita v reálném čase a fungování ve 3D prostředí. [36]

Z funkčního hlediska lze rozšířenou realitu rozdělit do dvou kategorií. První je "percepční AR", která ukazuje realitu a vylepšuje to, co je možné vidět a dělat, nebo umožňuje vnímat objekty či vztahy. aplikace jako Intelligent Eye pro automatický překlad textu, nebo brýle Google Glass, které neustále poskytují personalizované informace o okolí. Druhá kategorie, "kreativní AR", umožňuje vidět věci, které v reálném světě neexistují, a sdílet tento pohled s ostatními. [36]

5.4.1 Využití rozšířené reality

Rozšířená realita nachází uplatnění v široké škále odvětví. Architekti a stavební inženýři mohou vizualizovat budoucí stavební projekty pomocí počítačem generovaných obrazů budov promítaných do reálného prostředí. Tato technologie také usnadňuje zobrazení modelů stavenišť, podzemních struktur a inženýrských sítí. [36]

Díky technologii chytrých telefonů je možnost pomocí kamery promítat architektonické návrhy přímo do reálného světa. Domy mohou být zobrazeny v malém měřítku a pomocí dotykového displeje má uživatel možnost prohlédnout si celý model nebo designový prvek zasazen přímo do reálného prostředí.

V archeologii pomáhá překrýváním historických prvků do současné krajiny, což umožňuje archeologům vyvozovat závěry o umístění a konfiguraci nalezišť. [36]

Využití v architektuře či bytovém designu je vidět i v případě mobilních aplikací. Prodejce nábytku Ikea před osmi lety vydal aplikaci jménem Ikea Place. Tato Aplikace sloužila k prezentaci jakéhokoliv kusu nábytku, který měla Ikea v databázi a přenesla jej do obývacího pokoje pomocí fotoaparátu v mobilním zařízení, kde si zákazník mohl ověřit, zdali daný kus nábytku vyhovuje.

Velkou popularitu hráčů si ve videoherním průmyslu získala mobilní hra jménem Pokémon Go, tato hra, která kombinuje fantasy svět Pokémonů a reálný svět si dodnes drží velkou fanouškovskou základnu. Tato mobilní hra fungovala na principu rozšířené reality tak, že do reálného prostředí díky kameře nahrávala fiktivní bytosti, se kterými mohl uživatel následně interagovat.

II PRAKTICKÁ ČÁST

6 ÚVOD

V této kapitole se čtenář seznámí s postupem, jak se vytváří fotorealistická vizualizace s interaktivními prvky. Tvorba interaktivních prvků bude probíhat primárně v pracovním prostředí Unreal Engine, které díky své knihovně materiálů, textur a objektů zjednodušují proces realizace požadovaného výstupu. Celý proces bude podrobně popisován a doplňován obrázky.

6.1.1 Definice cílů a požadavků

Cílem této práce je dosáhnout fotorealistického a interaktivního prostředí, kterého je dosaženo pomocí programu Unreal Engine.

Projekt je zpracováván jako plně funkční model, do kterého lze nahlédnout a pohybovat se v něm. Zároveň bude vytvořen video-výstup, který v krátké sekvenci představí celý model a všechny jeho prvky.

6.1.2 Výběr softwaru a technologií

Pro tvorbu interaktivních vizualizací byla zvolena kombinace dvou modelovacích a renderovacích nástrojů, kterými jsou SketchUp a Unreal Engine. Tato volba byla učiněna na základě předpřipraveného modelu, který byl vytvořen v softwaru SketchUp a následného převedení do prostředí Unreal Engine, které je jako herní engine dobrým startovacím bodem pro tvorbu interaktivní vizualizace, díky nepřebernému množství nástrojů jako je modelování nebo realtime render. SketchUp byl vybrán jako primární nástroj pro 3D modelování zejména díky jeho intuitivnímu rozhraní, kterým je umožněna rychlá tvorba modelů bez nutnosti dlouhého zaškolení. Díky kompatibilitě a dostupnosti pluginů je SketchUp skvělou volbou.

Rozhodujícím faktorem byla možnost snadného exportu modelů do formátů kompatibilních s herními enginey, čímž je umožněn plynulý přechod do Unreal Engine. Pro finalizaci interaktivních vizualizací byl zvolen herní engine Unreal Engine díky jeho schopnosti, jíž je poskytován fotorealistický rendering. Unreal Engine nabízí pokročilé nástroje pro tvorbu fotorealistických vizualizací díky technologiím jako je globální osvětlení, volumetrické mlhy a pokročilé stínování materiálů. Na rozdíl od tradičních renderovacích softwarů je jím umožněno zobrazení v reálném čase, což je pro interaktivní vizualizace zásadní. Uživatelem může být realizován pohyb v prostoru, mohou být měněny parametry osvětlení nebo materiálů a okamžitě mohou být viděny výsledky bez nutnosti čekání na dokončení renderu.

Blueprint systémem v Unreal Engine je umožněna implementace interaktivních prvků bez nutnosti hlubokých znalostí programování. Tvorba interaktivních mechanik, jako je přepínání denního a nočního režimu, změna materiálů nebo animace prvků prostředí, je zpřístupněna i bez znalosti pokročilých programovacích jazyků. Unreal Enginem jsou také poskytovány pokročilé nástroje pro postprodukci přímo v enginu, čímž jsou umožněny finální úpravy vzhledu vizualizace bez nutnosti exportu do externích programů.

7 POSTUP TVORBY DYNAMICKÉ 3D VIZUALIZACE ARCHITEKTONICKÉHO NÁVRHU

Ve výše zmíněných kapitolách byly probrány základní modelovací metody, software určený pro základní i pokročilé modelování, principy a metody renderingu a nakonec i software pro metody vizualizace. Teoretická část představuje základní náhled do počítačové grafiky.

Tato kapitola je zaměřena na postup, jak může být model, vytvořen v softwaru SketchUp, přetvořen na fotorealistický výstup s interaktivními prvky. Tvorba interaktivních a vizuálně realistických modelů bývá považována za složitý a časově náročný proces. Pro účely této práce bude vytvořeno základní prostředí, které bude navrženo tak, aby splňovalo požadavky na fotorealistické zobrazení modelu, a zároveň aby umožňovalo integraci jednoduchých interaktivních funkcí.

7.1 SketchUp model

Tato podkapitola se zabývá již výše zmíněným programem SketchUp. Teno software, který byl popsán v podkapitole 2.6 poskytuje profesionální architektonické 3D modelovací a kreslicí nástroje.



Obrázek 3 Model domu v prostředí SketchUp

(zdroj: vlastní)

7.1.1 Model domu

V případě této práce je již nachystaný a předdefinovaný model domu, se kterým se bude následně pracovat při implementaci virtuální procházky a interaktivních prvků. Tento dům je zapuštěn do svahovitého terénu. Model domu je tak obklopen travnatým terénem ze všech stran a tvoří tak designový prvek k celé stavbě. Dům svou jednopatrovou zástavbou tvoří

skvělý základ pro virtuální prohlídku. Prvky, které se zde budou nacházet. Bude možno sledovat jak zevnitř i z venku.



Obrázek 4 Model domu v prostředí Unreal Engine

(zdroj: vlastní)

7.2 Export modelu do prostředí Unreal Engine pomocí Datasmith

Společnost Epic Games, která stojí za vývojem herního enginu Unreal Engine se také stará a kompatibilitu s ostatními značkami již výše zmíněného softwaru. V některých případech není možnosti exportovat model přímou cestou, protože cílový editační program není schopen číst a importovat model do svého pracovního prostředí. Proto je důležitá instalace dodatečných pluginů, které problém se čtením vyřeší tak, že export převedou do svého formátu, jenž je program schopen plně načíst.

Plugin, který je potřebný pro práci v prostředí Unreal Engine se nazývá Datasmith Exporter a díky tomuto rozšíření, které je volně ke stažení přímo na stránkách Unreal Engine je uživatel schopen exportovat model do pracovního prostředí.

Po instalaci, se na pracovní ploše objeví interface Datasmith, důležitým tlačítkem je Export. V případě, že je model v programu SketchUp hotový, stačí kurzorem stisknout tlačítko Export a zvolit preferovanou složku, kde se bude ukládat výstup ze SketchUpu.

Jakmile je export hotový a uložený v požadované složce, nezbývá nic jiného než začít pracovat s programem Unreal Engine.

7.2.1 Unreal Project Browser

Po otevření desktopové aplikace, se na obrazovce objeví menu, kde se nachází doporučená nabídka projektů, se kterými uživatel může začít pracovat. Nejvýše posazenou záložkou jsou nedávné projekty. Pokud již uživatel někdy pracoval v prostředí Unreal Engine, tak zde se budou zobrazovat poslední rozpracované architektonické modely, videohry nebo architektonické návrhy.

Při zakládání nového projektu v Unreal Engine se v pravém dolním rohu rozhraní Unreal Project Browseru nachází možnosti pro nastavení výchozích parametrů projektu. Mezi prvními volbami je třeba zvolit, zda projekt bude založen na vizuálním skriptování Blueprint, nebo na programovacím jazyce C++. [27]

Další volbou je cílová platforma, kdy je na výběr mezi Desktop a Mobile. Pokud projekt cílí na počítače nebo herní konzole, zvolí se možnost Desktop, zatímco pro mobilní zařízení slouží volba Mobile.[27]

Dále se nastavuje tzv. kvalitativní přednastavení Quality Preset, kde je možné volit mezi hodnotou Scalable a Maximum. Režim Scalable je optimalizovaný pro slabší hardware, protože deaktivuje náročnější vizuální prvky. Naopak Maximum aktivuje všechny dostupné efekty a funkce.[27]

7.3 Výběr aktérů

Z pohledu interaktivních vizualizací nebo počítačových her, je nutné vybrat správného aktéra. Aktér bude postavou, která se bude na ploše pohybovat podle zadání. Unreal Engine nabízí tři pohledy.

V rámci architektonických návrhů je ideální zvolit Pohled první osoby nebo virtuální realitu. Tyto dvě možnosti nabízejí uživateli virtuální prohlídky, díky kterým bude vtažen přímo do centra dění.

7.3.1 Pohled první osoby

Režim první osoby je charakteristický tím, že kamera je umístěna přímo na pozici „hlavy“ postavy, takže uživatel vidí svět z její perspektivy. Tento způsob zobrazení je typický pro střílečky (FPS), hororové hry nebo simulace, kde je důležitý pocit osobního ponoření a přesné zaměření na okolní prostředí.

Šablona First Person obsahuje základní nastavení kamery, pohybu, skákání a interakcí. Kamera je pevně svázána s postavou a její pohyb a rotace odpovídají vstupům hráče. V bluepintu lze snadno přidat další funkce, jako je běh, skrčení nebo používání předmětů.

7.3.2 Pohled třetí osoby

Režim třetí osoby umožňuje hráči sledovat svoji postavu z pohledu kamery umístěné za a mírně nad postavou. Tento způsob zobrazení je běžný v akčních, dobrodružných, RPG nebo platformových hrách, kde je důležité vidět celou postavu a její animace.

Stejně jako pohled z první osoby Third Person zahrnuje kompletní postavu s animacemi, kameru, která dynamicky sleduje pohyb postavy, a přednastavené ovládací prvky pro pohyb, skákání a další akce. Tento režim umožňuje hráči lépe vnímat prostor kolem postavy a její interakce s prostředím, což je vhodné pro hry, kde je důležitá vizuální kontrola nad postavou a jejími animacemi.

7.3.3 Virtuální realita

Uživatel je vybaven VR headsetem, který mu umožňuje vnímat prostor kolem sebe ve 3D a pohybovat se v něm přirozeně pomocí pohybů hlavy a rukou. Unreal Engine obsahuje VR šablonu, která je založena na standardu OpenXR, což zajišťuje kompatibilitu s různými VR zařízeními, jako jsou Oculus Quest, HTC Vive nebo Valve Index. Vývoj v režimu VR vyžaduje optimalizaci výkonu, protože virtuální realita klade vysoké nároky na plynulost a nízkou latenci.

7.4 Světelné vypínače

Pro dosažení interaktivity a realistického chování modelu, je nejlepší vytvořit prvky, se kterými je možno interagovat. Jedním z prvků je světelný vypínač, který ovládá přiřazené osvětlení v domě. Už sama tato interakce, ačkoliv se odehrává pouze na obrazovce je schopna vtáhnout uživatele do scény.

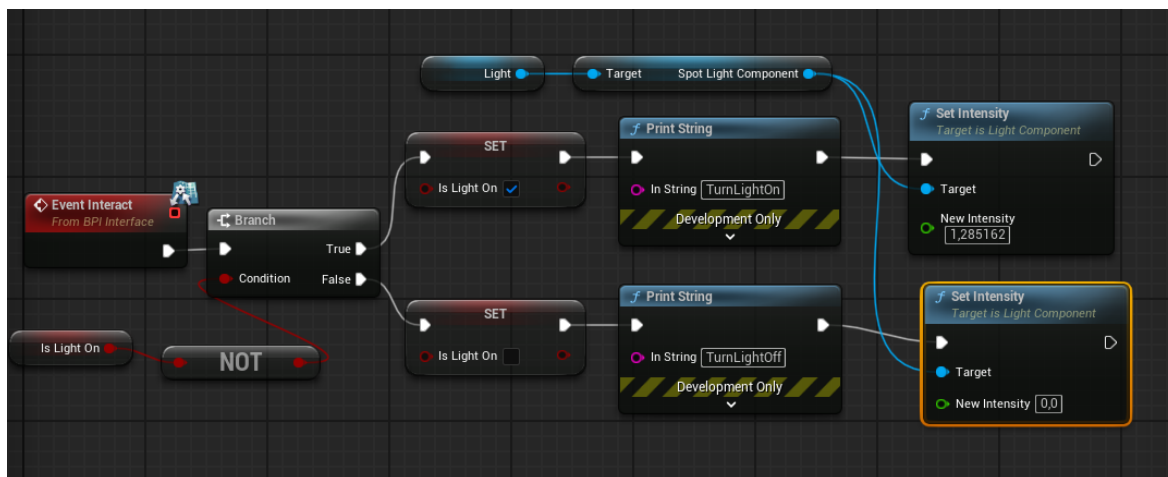
7.4.1 Tvorba světelného vypínače

Ve složce Content Browser, která je umístěna v prostředí Unreal Engine je nutné vytvořit nový Blueprint. Tento Blueprint, který je v tomto případě pojmenován Switch bude sloužit jako základ pro tvorbu světelného vypínače. Jakmile je Blueprint umístěn ve složce, tak na něj stačí kliknout myší a otevře se nastavení nově vytvořeného prvku.

V liště Components je nutné vytvořit nový prvek, který bude zastupovat vypínač. Pokud není k dispozici model již vytvořeného vypínače je nutné vytvořit vlastní StaticMesh, kterému bude přiřazen tvar. Pro vypínač byl zvolen tvar Cube, který byl následně upraven, do požadované velikosti. Pokud je tvar hotov, může být umístěn do prostředí modelu.

7.4.2 Funkcionalita světelného vypínače

V levé části je červený uzel Event Interact, který slouží jako spouštěcí bod celé sekvence. Tento event se aktivuje, jakmile hráč interaguje s objektem ve vizualizaci.



Obrázek 5 Funkcionalita světelného vypínače

(zdroj: vlastní)

7.4.3 Větvení na základě stavu

Po aktivaci interakce se tok rozděluje pomocí Branch uzlu na dvě cesty podle hodnoty proměnné "Is Light On"

- Horní větev (True) Vykoná se, když je světlo již zapnuté
- Dolní větev (False) Vykoná se, když je světlo vypnuté

Prvek Branch slouží jako „pokud“ (if). Vyhodnotí logickou hodnotu (true/false) a podle toho pokračuje jedním ze dvou směrů. Pokud je podmínka pravdivá, pokračuje po větvi „True“, pokud ne, po větvi „False“.

7.4.4 Nastavení stavu světla

- Každá větev obsahuje "SET" node, který mění hodnotu booleovské proměnné "Is Light On"
- V horní větvi se nastavuje na false (vypíná světlo)

- V dolní větvi se nastavuje na true (zapíná světlo)

7.4.5 Vizuální zpětná vazba

- Každá větev obsahuje "Print String" uzel
- Horní větev vypisuje "Turn Light Off"
- Dolní větev vypisuje "Turn Light On"

Print String slouží jako informační okénko, které pomocí textové zpětné vazby oznamuje vývojáři, jestli byl daný úkol proveden či nikoliv a v jakém stavu se momentálně nachází

7.4.6 Ovládání intenzity světla

- V pravé části jsou uzly "Set Intensity" propojené se "Spot Light Component"
- Horní větev nastavuje intenzitu na 1285.152 (zapnuté světlo)
- Dolní větev nastavuje intenzitu na 0.0 (vypnuté světlo)

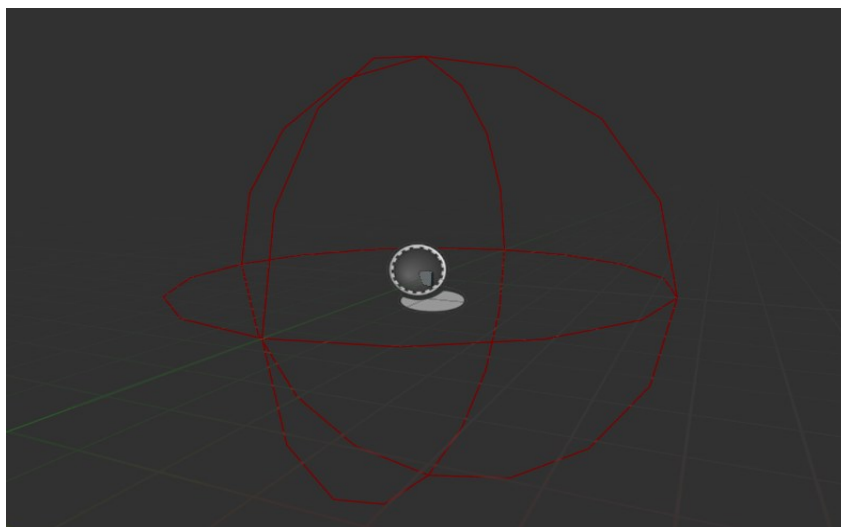
Jakmile je světlo umístěno do scény, je potřeba nastavit jeho hodnoty. Prvek **Set Intensity** slouží k tomu, aby bylo možné nastavit intenzitu osvětlení.

7.4.7 Kolize

K vypínači je také potřeba přidat prvek kolize. Kolize znamená, že pokud se postava, která je součástí levelu přiblíží k vypínači, tak je zahrnuta v okruhu, kdy je schopna s vypínačem interagovat. Prvek kolize se opět nachází v části Components.

7.4.8 Příprava scény

- Scéna musí být nastavena tak, aby bylo snazší vidět změny světla. Ideální postup je snížení intenzity Directional Light.



Obrázek 6 Kolize vypínače

(zdroj: vlastní)

7.4.9 Blueprint vypínače

- V Content Browseru bude zvolena možnost „Blueprint Class“
- Je vybrán typ Actor
- Blueprint je pojmenován například BP_Switch nebo BP_Button
- Následná editace probíhá v blueprintu BP_Switch

Actor může být jakýkoliv objekt, který je vkládán na pracovní plochu.

7.4.10 Přidání modelu tlačítka

- Tlačítko je tvořeno komponentou Static Mesh (bude představovat vypínač)
- Vybrán bude tvar krychle (Cube) a nastaví se velikost tak, aby co nejvíce připodobňoval vypínač.

7.4.11 Přidání kolizní zóny pro interakci

- Přidej komponentu Sphere Collision (Komponenta bude pojmenována Trigger)
- Kolize bude nastavena na „Overlap All Dynamic“
- Důležité je nastavit poloměr kolizní sféry podle potřeby (určuje vzdálenost, na kterou půjde tlačítko aktivovat)

Overlap All Dynamic je objekt nastavený na Overlap All Dynamic a umožňuje překrývání se všemi objekty, které jsou označeny jako dynamické, tedy takové, které se ve modelu mohou pohybovat nebo měnit. Místo toho, aby blokoval jejich pohyb, umožní jim projít skrz sebe a zároveň generuje události překrytí

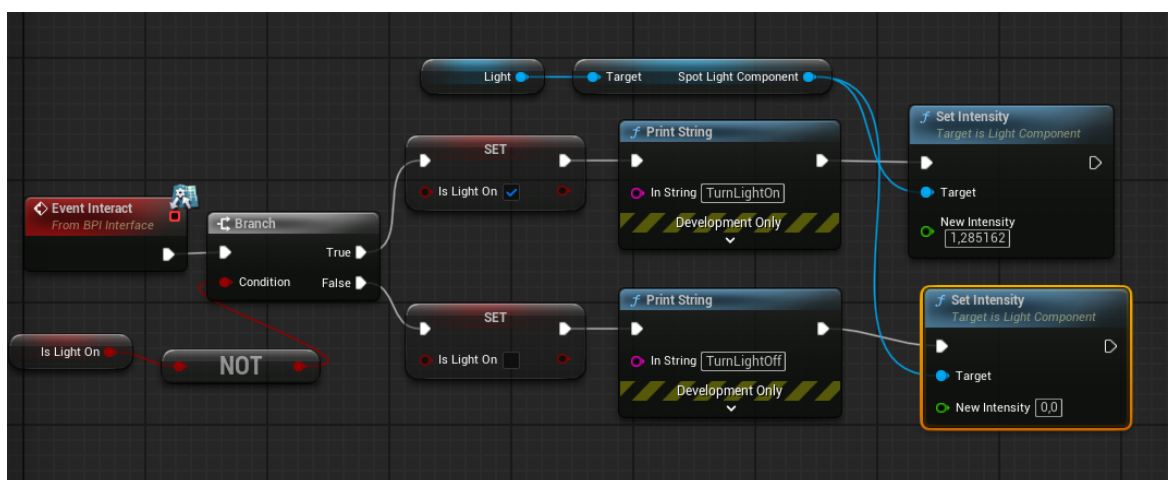
Sphere Collision je stejný prvek jako Box Collision, který bude popisován v dalších částech. Hlavním rozdílem je, že Sphere Collision má tvar neviditelné koule a Box Collision je zase čtvercového tvaru.

7.4.12 Tvorba Blueprint Interface pro interakci

- V Content Browseru bude vytvořen nový Blueprint „Blueprints> Blueprint Interface“
- Pro pojmenování je zvolen BPI_Interact
- Po otevření bude vytvořena funkce Interact

Blueprint Interface slouží pro komunikaci mezi více blueprinty.

7.4.13 Implementace interface v blueprintu vypínače



Obrázek 7 Funkce blueprintu vypínače

(zdroj: vlastní)

- Pro editaci je potřeba otevřít BP_Switch.
- V Class Settings je BPI_Interact vložen do „Implemented Interfaces“
- V Event Graphu je nastavena nová událost Interact a zde bude nastavena logika pro zapnutí/vypnutí světla.

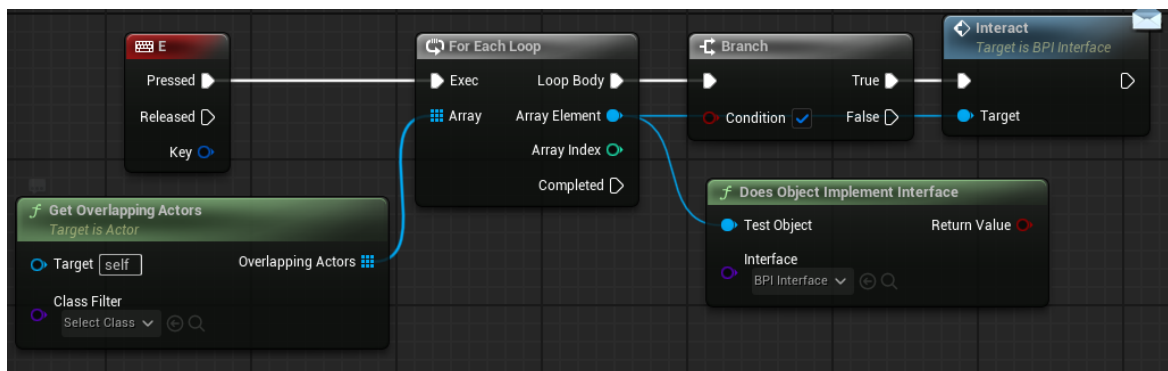
7.4.14 Přidání proměnné pro stav světla

- V blueprintu vypínače je vytvořena boolean proměnná IsLightOn
- V eventu Interact bude využíván prvek Branch
- Pokud IsLightOn je false, nastav na true a rozsviť světlo
- Pokud je true, nastav na false a světlo zhasni
- Přidej Print String pro testování (např. „Turn light on“/„Turn light off“)

Boolean proměnná v Unreal Engine je datový typ, který může nabývat pouze dvou hodnot true nebo false. Používá se k uchovávání jednoduchých logických stavů. Zde se jedná o stav Zapnuto nebo Vypnuto.

8. Nastavení interakce v blueprintu postavy

Funkce blueprintsu vypínače



Obrázek 8 Blueprint interakce First person

(zdroj: vlastní)

- Pro nastavení interakce je potřeba otevřít blueprint postavy (First person)
- Nastaví se uzel pro stisk klávesy (V modelu je to klávesa E)
- Po stisku klávesy použij „Get Overlapping Actors“ s typem BP_Switch
- Pro každý nalezený aktor použij „Does Implement Interface“ (BPI_Interact)

- Pokud ano, zavolej „Interact“ na tomto aktoru

7.4.15 Přidání světla do scény a jeho propojení s vypínačem

- Do scény bude umístěn prvek **SpotLight**
- V Blueprintu vypínače bude nastavena proměnná typu „SpotLight“ (object reference) a nastavena jako „Instance Editable“
- Ve scéně bude označen vypínač a v jeho detailech nastaveno reference na konkrétní světlo

7.5 FAB Marketplace

Z pohledu modeláře či herního vývojáře může být tvorba vlastních prvků časově náročná, jako prvky, které obohatí modelové prostředí je možné označit nábytek, stromy, zvířata nebo nádoby. Pro lepší pracovní výkon se v prostředí Unreal Engine nachází FAB Marketplace. Tento obchod slouží pro nahrávání nebo stahování vytvořeného obsahu, jenž byl vymodelován dalšími uživateli. Díky tomuto obsahu je uživatel schopen importovat do svého modelu již hotové modely, které mu ulehčí postup práce. Modely a materiály se zde nacházejí buď zdarma nebo za poplatek.

7.6 Změna materiálu na stěně

Jako další interaktivní prvek je vhodné zahrnout interaktivní zdi. Jedná se o paletu materiálu a barev, které jsou nastaveny tak, že uživatel mezi nimi může pomocí klávesnice přepínat. Tato metoda je vhodná pro nastínění různých barevných variant a dekorů.

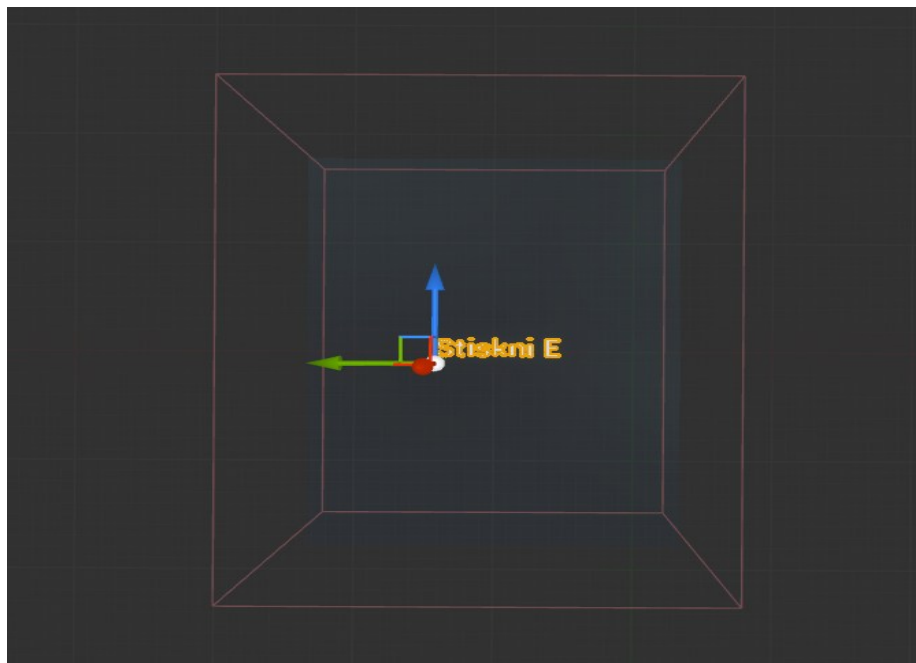
7.6.1 Tvorba Blueprintu

- Ve scéně je vybrán objekt, jehož materiál má být měněn
- Vybraný objekt (Mesh zdi) je označen a převeden pomocí Convert Selection to Blueprint
- Blueprint je následně upravován v editoru.

Convert Selection to Blueprint má stejné využití jako tvorba Blueprintu v Content Browseru. Pokud by uživatel vytvářel Blueprint pomocí Content Browseru, je nutné všechny prvky vkládat přímo do něj. Narozdíl Convert

Selection to Blueprint okamžitě přetvoří vyznačený mesh na samostatný Blueprint.

7.6.2 Nastavení Box Collision



Obrázek 9 Box Collision a Text Renderer

(zdroj: vlastní)

- Blueprintu je přidána komponenta Box Collision
- Box Collision je umístěn a upraven tak, aby obklopoval část objektu, kde má probíhat interakce
- Box Collision bude vymežovat prostor, kde bude možné akci provádět
- Nejlépe předsunout Box Collision před interaktivní prvek, tak aby byl zcela viditelný z pohledu první osoby.

Box Collision je bariérový čtvercový nebo obdélníkový prvek umístěný v modelu. Box Collision slouží k detekci interakcí mezi objekty v modelu. Využívá se k definování hranic, jako je zastavení pohybu nebo vyvolání interaktivní události

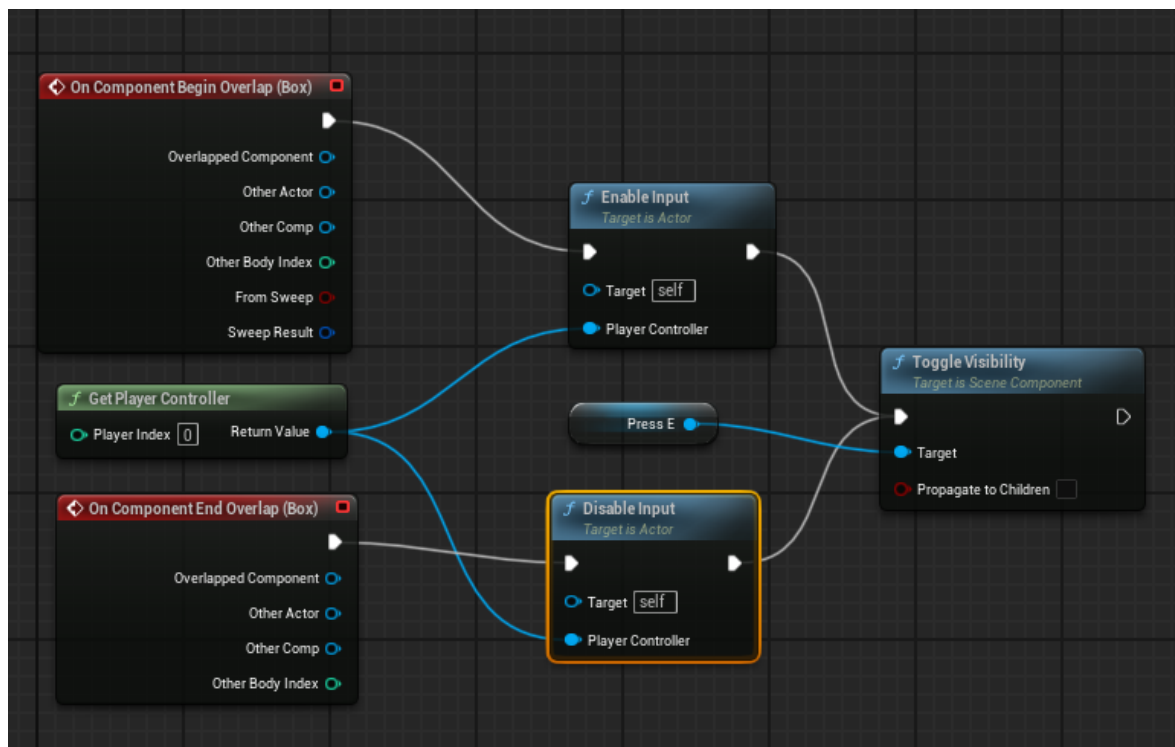
7.6.3 Přidání textu pro uživatele

- Bude přidána komponenta Text Render (Add Component → Text).

- Ideální umístění je na střed před objekt
- Text Render bude nastaven na požadovaný text (Stiskni E)
- Text Render musí být nastaven jako neviditelný (vlastnost „Visible“ musí být vypnuta).
- Zkompilovat Blueprint.

Text Render je prvek, který slouží k umístění jakéhokoliv textu do prostředí modelu. V rámci interaktivních prvků je Text Render využíván k instrukcím uživatele, pokud se v okolí nachází funkční prvek, jako v tomto případě zeď, která na stisknutí klávesy mění barvy a materiály.

7.6.4 Nastavení kolize událostí



Obrázek 10 Kolize událostí

(zdroj: vlastní)

- V sekci Event Graph.
- Zde bude přidána komponenta Box Collision
- Add OnComponentBeginOverlap (spustí se při vstupu do boxu)
- Add OnComponentEndOverlap (spustí se při opuštění boxu)

- Do Begin Overlap bude přidán uzel Enable Input (připoj Player Controller).
- Do End Overlap bude přidán uzel Disable Input (připoj Player Controller).
- Oba eventy jsou propojeny s uzly pro zobrazení/skrytí textu
- Při vstupu (Begin Overlap) nastav Set Visibility na Text Render na true.
- Při odchodu (End Overlap) nastav Set Visibility na false.

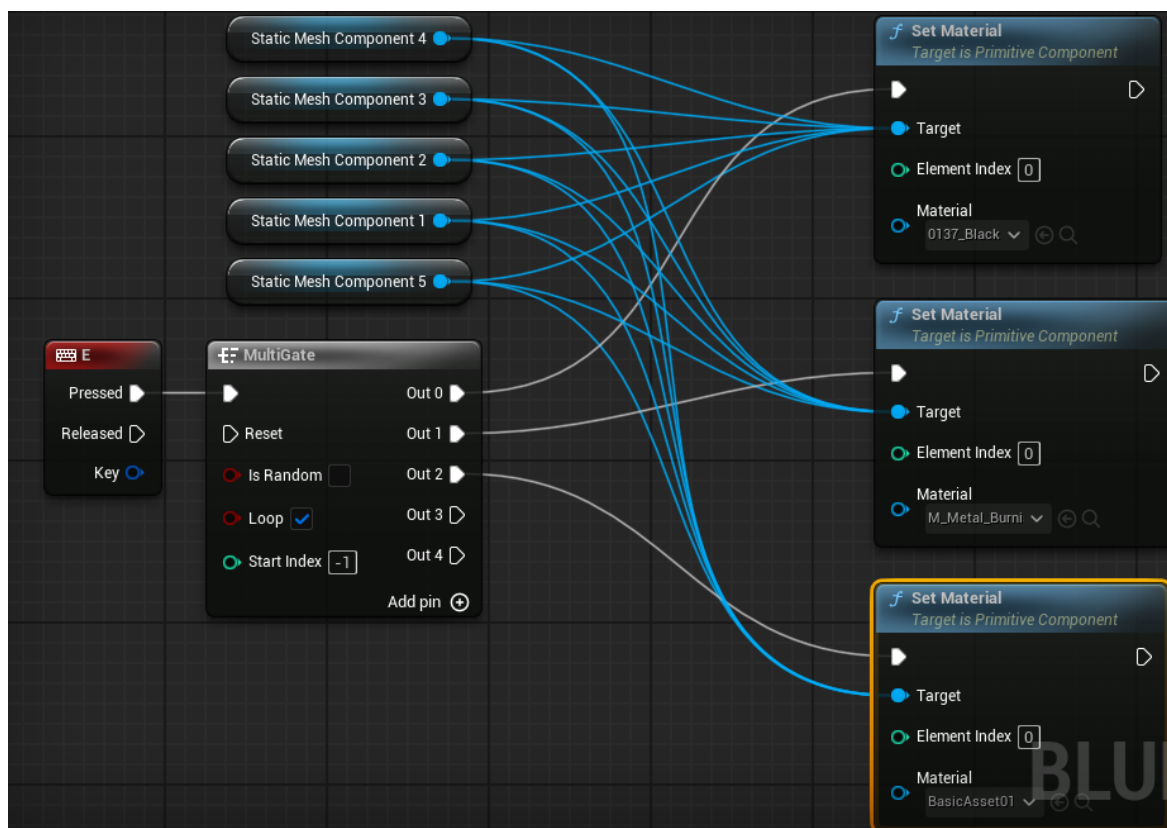
Visibility prvek je aktivován, jakmile se uživatel ocitne v dosahu Box Collision je Text Render (Stiskni E) viditelný. V momentě, kdy uživatel odchází text opět mizí.

Add OnComponentBeginOverlap je událost, která se spouští, jakmile jeden objekt začne překrývat druhý. Zde se jedná o vstup do boxu a zviditelnění textu.

Add OnComponentEndOverlap je událost která naopak končí při vystoupení z vymezeného boxu. Text zmizí a není možno interagovat s prostředím.

Player Controller v Unreal Engine je speciální třída, která funguje jako rozhraní mezi hráčem a herním světem. Je zodpovědná za zpracování vstupu hráče (klávesnice, myš) a za ovládání jeho postavy.

7.6.5 Přepínání materiálu pomocí klávesy



Obrázek 11 Přepínání pomocí klávesy E

(zdroj: vlastní)

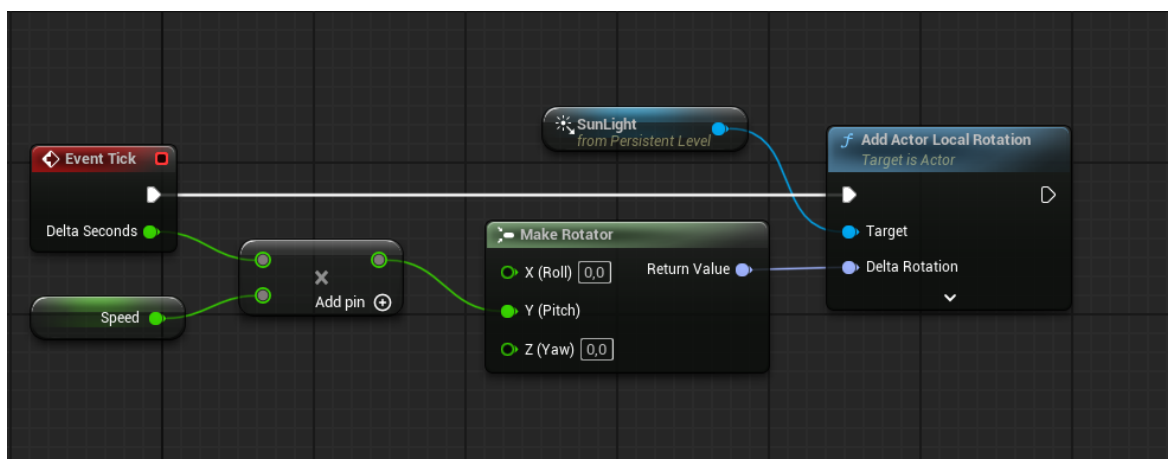
- V Event Graphu je nutné vyhledat event pro stisk klávesy (Klávesa E)
- Prvek MultiGate umožňuje cyklicky procházet více možností (materiálů)
- V Multigate bude nastaven odpovídající počet pinů podle počtu materiálů (V projektu se střídají tři různé barvy nebo materiály)
- Ke každému výstupu MultiGate připoj uzal Set Material
- Do „Target“ jsou připojeny všechny Static Mesh komponenty objektu (Z komponent budou vloženy do grafu)
- Nastav Element Index na 0
- Do každého Set Material bude určen konkrétní materiál, který se má zobrazovat
- Pro opakování cyklu je nutné zaškrtnout v MultiGate volbu Loop

7.6.6 Testování

- Jakmile je všechno nastaveno, postačí zkompileovat.
- Uživatel přistoupí k objektu (stěna) – zobrazí se text s instrukcí.
- Stisk klávesy (Klávesa E) – materiál se změní.
- Materiály se budou cyklicky měnit s každým stiskem klávesy, dokud se bude nacházet v oblasti Box Collision.

7.7 Střídání dne a noci

Pro osvětlení modelu bývá využíváno prvku Directional Light. Tento prvek v projektu zastupuje funkci slunce. Jakmile je vložen na pracovní plochu, osvětlí celý model. Pokud se na pracovní ploše objevují nějaké překážky typu zeď, nábytek nebo strom "sluneční svit" s nimi interaguje a vyvolává stíny. Pro dosažení realistického zobrazení je ideálním řešením nastavení dne a noc, kdy je model osvětlen od východu slunce až po jeho západ.



Obrázek 12 Blueprint střídání dne a noci

(zdroj: vlastní)

7.7.1 Event Tick

Event Tick je uzel, který se spouští automaticky při každém snímku (frame) hry. To znamená, že logika, která je na něj napojena, se vykonává neustále během běhu hry.

7.7.2 Výpočet rotace

Delta Seconds představuje čas, který uplynul od posledního snímku. Díky tomu je výpočet nezávislý na FPS a pohyb je plynulý. Speed je proměnná, která určuje rychlost otáčení slunce (například kolik stupňů za sekundu se má slunce otočit). Tyto dvě hodnoty

se vynásobí ($\text{Speed} \times \text{Delta Seconds}$), čímž se získá hodnota, o kterou se má slunce v daném snímku otočit.

7.7.3 Vytvoření rotátoru

- Výsledek násobení je připojen na vstup Y (Pitch) v uzlu Make Rotator
- To znamená, že slunce (Directional Light) se bude otáčet kolem osy Y, což simuluje pohyb slunce po obloze (východ a západ).

7.7.4 Integrace rotace na světlo

- SunLight je referencí na Directional Light ve scéně („slunce“).
- Add Actor Local Rotation aplikuje vypočtenou rotaci na SunLight, takže se světlo každý snímek mírně pootočí.

Make Rotator je uzel, který slouží k vytvoření rotace z jednotlivých hodnot pro tři osy Roll (X), Pitch (Y) a Yaw (Z). Tyto hodnoty jsou zadávány ve stupních a výsledkem je rotátor, který reprezentuje orientaci nebo otočení objektu v 3D prostoru.

Add Actor Local Rotation je funkce, která umožňuje přidat k aktuální lokální rotaci aktéra další rotaci, čímž se objekt otočí kolem svých vlastních os. Je to užitečný nástroj pro dynamické otáčení objektů modelu.

7.8 Tvorba kuchyňského koutu

Pro zjednodušení tvorby Unreal Engine nabízí možnost svého vlastního modelování. Tento kuchyňský kout bude sestaven z jednoduchého Cube meshe, kdy nastavení šířek a délek závisí pouze na daném uživateli.

Nastavení bylo stanoveno na nejpoužívanější rozměr a tím je 90x60. Tento rozměr se využije pro modelování jednotlivých kuchyňských částí. Pro nejlepší uspořádání byl vybrán styl rohové kuchyně, která se bude skládat ze sedmi bloků, jenž budou sloužit pro kuchyňskou linku a šest bloků pro police nad linkou. Následně dva bloky nastavené do tvaru L, který kopíruje usazené

V levém horním rohu je na výběr v rolovací nabídce funkce Modeling. Jak bylo zmíněno výše, bude se využívat Cube mesh. Pomocí tlačítka R (Scale) se budou upravovat jednotlivé rozměry. Pro úpravy na požadovanou velikost lze také využít bočního panelu na pravé straně, který nabízí posuvníkem měnit výšku, šířku či hloubku.

7.8.1 Aplikace materiálů

- Pro realističtější vzhled je možné na Cube meshe nanést různé materiály
- Na dveře a čela byl použit světlý dřevěný materiál.
- Korpusy skříněk byl použit tmavší odstín dřeva.
- Na pracovní desku byl použit materiál imitující beton nebo kámen.
- Podlaha: Materiál s texturou dřeva.
- Materiály byly použity z knihovny dostupných materiálů FAB nebo vlastní import z programu SketchUp

7.9 Interakce s kuchyňským koutem

Možnosti, jakými může být rozšířena interaktivita v dynamické vizualizaci, jsou různé. V této podkapitole bude věnována pozornost interaktivitě kuchyňského koutu. Interaktivita spočívá v tom, že kuchyňský kout má již přednastavené základní barvy a materiály. V případě, že uživatel není spokojen se zvolenými materiály existuje jednoduché řešení, a to je využití změny barev a materiálů přes stisknutí přednastavených kláves. V tomto interaktivním prvku bude zahrnuto více barevných a materiálových variant mezi kterými si může daný uživatel vybrat.

7.9.1 Tvorba Blueprintu a rozdělení kuchyňského koutu

Kuchyně byla rozdělena do čtyř částí. Toto členění bylo využito k tomu, aby bylo snazší roztřídit si jednotlivé prvky, které budou nakonec fungovat jako celek.



Obrázek 13 Interaktivní model kuchyňského koutu

(zdroj: vlastní)

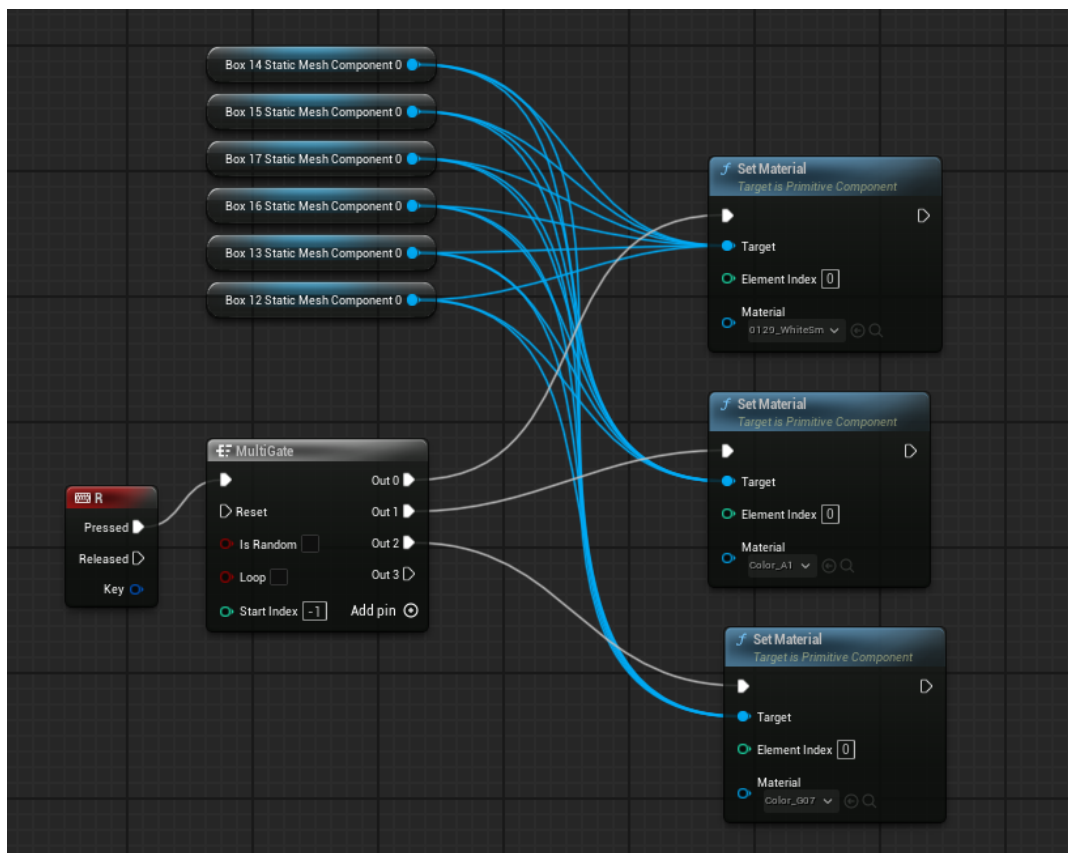
7.9.2 Horní část kuchyňského koutu

V pracovním prostředí jsou vybrány všechny horní skříňky (Nikoliv i dvířka)

- Pomocí tlačítka Group budou sjednoceny do jedné skupiny
- Pro vybrané skříňky je potřeba nastavit Blueprint typu Actor
- Dalším krokem je vložit Box Collision a ten bude představen před model skříněk
- Následně je přidán Text Renderer, který generuje text s instrukcemi
- Text Render je bude nastaven na Stiskni R

Důležité je označit vždy příslušné části nábytku a přiřadit požadovaný materiál nebo barvu. Příslušný počet materiálů a barev musí být roven počtu částí na které má být aplikován. Pokud bude nějaká část vynechána Blueprint nebude na tyto části vkládat dekory. Pro ostatní části kuchyně je pracovní postup stejný.

7.9.3 Interaktivní prvky kuchyňského koutu



Obrázek 14 Blueprint s materiály

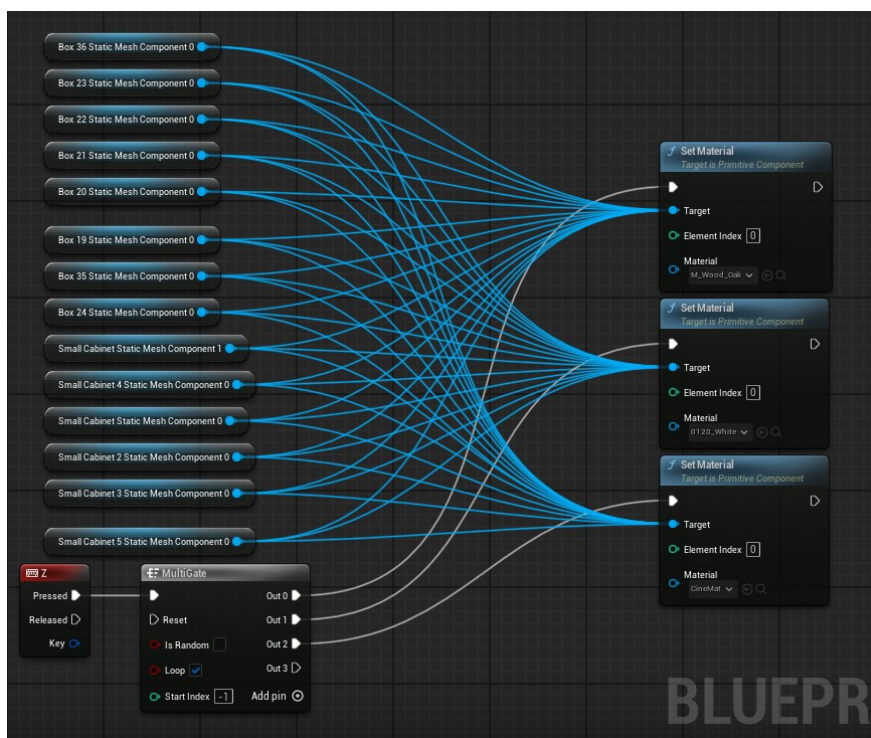
(zdroj: vlastní)

- Je vytvořen event pro stisk klávesy R
- Klávesa R je spojena s uzlem MultiGate, do kterého je nastaven počet pinů podle počtu různých materiálových změn
- Ke každému výstupu MultiGate jsou připojeny uzly Set Material pro příslušné Static Mesh komponenty (Box 12 až Box 17)
- Při prvním stisku klávesy R se na všechny Boxy nastaví materiál 0129_WhiteSim
- Při druhém stisku klávesy R se na všechny Boxy nastaví materiál Color_A1.
- Při třetím stisku klávesy R se na všechny Boxy nastaví materiál Color_D07.
- U MultiGate je zaškrtnuta možnost Loop, aby se cyklus opakoval, po třetím stisku se opět nastaví první materiál a pořadí se stále dokola opakuje.

Spodní část kuchyňského koutu – Text Renderer nastaven na Stiskni T

Kuchyňské zásuvky – Text Renderer nastaven na Stiskni Z

Kuchyňská linka – Text Renderer je nastaven na Stiskni Q

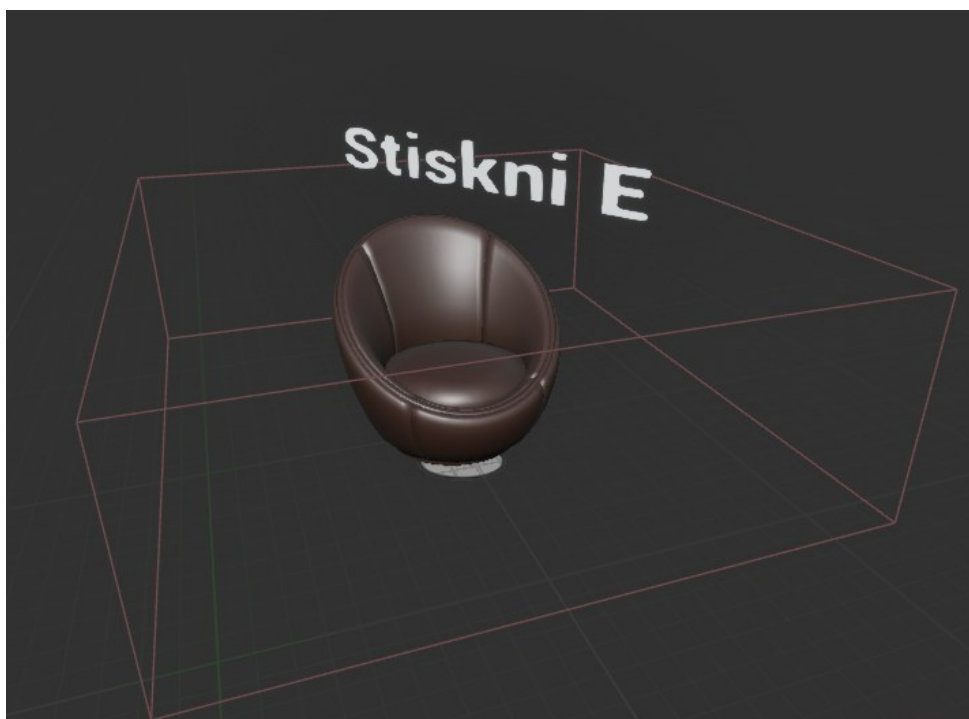


Obrázek 15 Nastavení materiálu na kuchyňské zásuvky

(zdroj: vlastní)

7.10 Interaktivní přepínání nábytku

Jak již bylo zmíněno v kapitolách výše. Unreal Engine nabízí možnost pomocí Blueprintů přidávat interaktivní prvky do modelu či videohry. Aby tyto prvky nebyly pouze změnou barev, lze na seznam zařadit interaktivní volbu mezi sedacím nábytkem. Zde byl tento Blueprint využit v obývacím pokoji.



Obrázek 16 Statický mesh sedacího nábytku

(zdroj: vlastní)

7.10.1 Tvorba blueprintu a přidání statických meshů

- V Content Browseru je vybrána možnost Blueprint Class typu Actor
- Blueprint je pojmenován například BP_kreslo a je otevřen v editoru
- Ve Viewportu blueprintu jsou do komponent přidány tři Static Mesh komponenty (pro tři různé židle)
- V detailu každé Static Mesh komponenty je vybrán konkrétní mesh židle z Content Browseru
- Všechny tři Static Mesh komponenty jsou umístěny na stejnou pozici a zarovnány tak, aby stály na podlaze.

Static Mesh sedacího nábytku bude jsou zarovnány přesně na jedno místo, tak aby při střídání

7.10.2 Nastavení výchozí viditelnosti

- U StaticMesh1 a StaticMesh2 je v panelu Details vypnuta vlastnost Visibility
- Tím je zajištěno, že po spuštění hry bude viditelná pouze první židle (StaticMesh0)

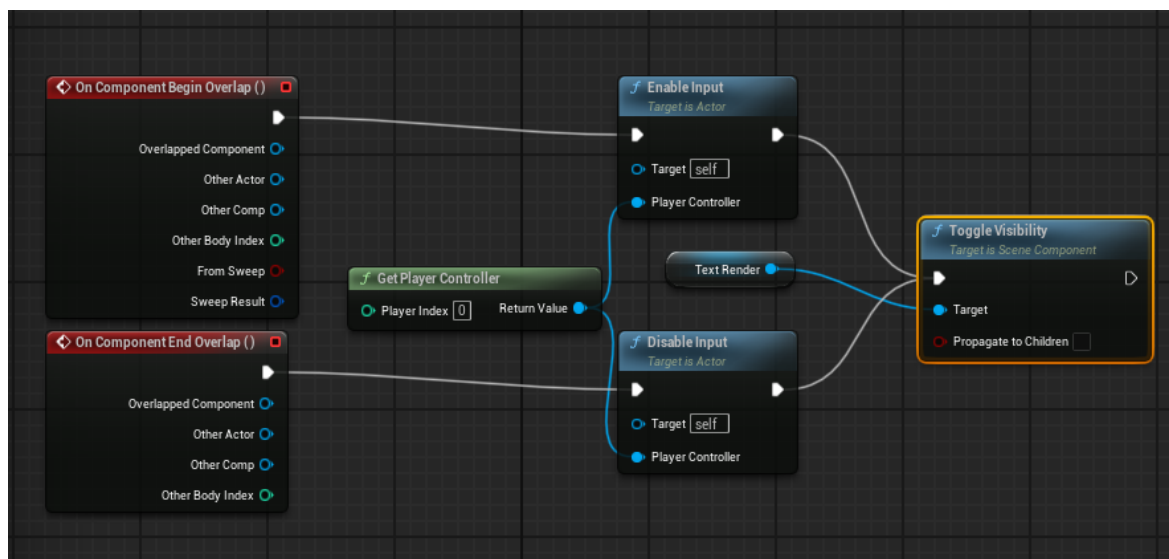
7.10.3 Přidání logiky pro přepínání židlí

- Je vytvořen event pro stisk klávesy (např. E)
- Z eventu klávesy E je přidán uzel MultiGate, do kterého je nastaven počet pinů podle počtu židlí (tři)
- Ke každému výstupu MultiGate jsou připojeny uzly Set Visibility pro příslušné Static Mesh komponenty
- Při prvním stisku klávesy je StaticMesh0 skryta a StaticMesh1 zobrazena
- Při druhém stisku je StaticMesh1 skryta a StaticMesh2 zobrazena
- Při třetím stisku je StaticMesh2 skryta a StaticMesh0 opět zobrazena
- U MultiGate je zaškrtnuta možnost Loop, aby se cyklus opakoval

7.10.4 Přidání kolizní oblasti a instrukčního textu

- Do blueprintu je přidána komponenta Box Collision, která je zvětšena tak, aby pokrývala prostor kolem židle.
- Je přidána komponenta Text Render, která je umístěna nad židli a její text je nastaven na „Stiskni E“
- Viditelnost Text Render je ve výchozím stavu vypnuta

7.10.5 Nastavení interakce v kolizní oblasti



Obrázek 17 Nastavení kolize a informačního popisu

(zdroj: vlastní)

- V Event Graphu je na Box Collision přidán event OnComponentBeginOverlap a OnComponentEndOverlap.
- Při vstupu do oblasti je aktivováno Enable Input a viditelnost Text Render (a případně Plane komponent) je nastavena na true.
- Při opuštění oblasti je použito Disable Input a viditelnost Text Render je nastavena na false.

7.10.6 Testování

- Blueprint je zkompileován a uložen
- Při spuštění hry a přiblížení k židli je zajištěno, že se zobrazí instrukce
- Stiskem klávesy E je židle přepínána na další variantu, cyklicky podle nastavené logiky

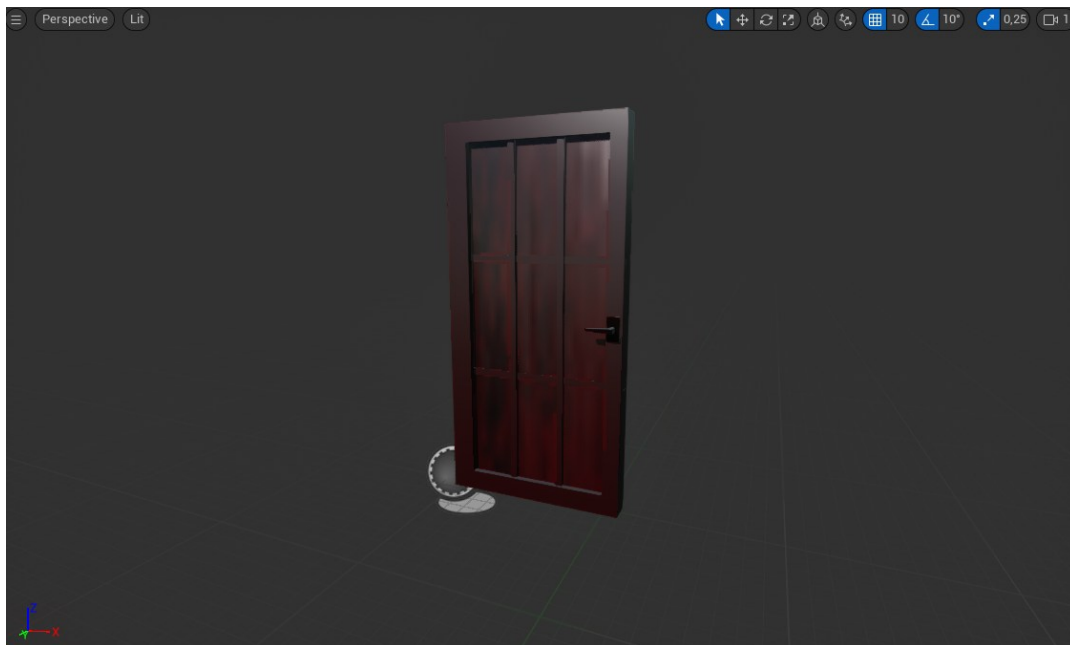
Tímto způsobem je umožněno vytvořit interaktivní objekt, u kterého může uživatel cyklicky přepínat mezi různými variantami. Zde byly využity židle, ale tato logika je aplikovatelná téměř na každý předmět v modelovém prostoru.

7.11 Tvorba interaktivních dveří

Dveře slouží jako prvek, pro oddělení místností. V modelovém prostředí mohou být dveře funkční nebo statické. Pro ukázkou funkčního prostoru je lepší zvolit model dveří, které jsou funkční a je možnost s nimi interagovat. Proto byla zvolena možnost dveře otevírat a zavírat.

7.11.1 Tvorba Blueprintu dveří

Aby nebylo nutné vytvářet zcela nový model, nachází se zde možnost nainportovat různé druhy dveří z přednastaveného balíčku Starter Content nebo prostředí FAB Marketplace. Díky tomu je možnost rychle vkládat požadovaný tvar a design dveří, který je později možné upravit nebo změnit daný výběr materiálů, tak aby byl vhodnou volbou do modelového prostředí.



Obrázek 18 Mesh dveří

(zdroj: vlastní)

7.11.2 Tvorba blueprintu dveří

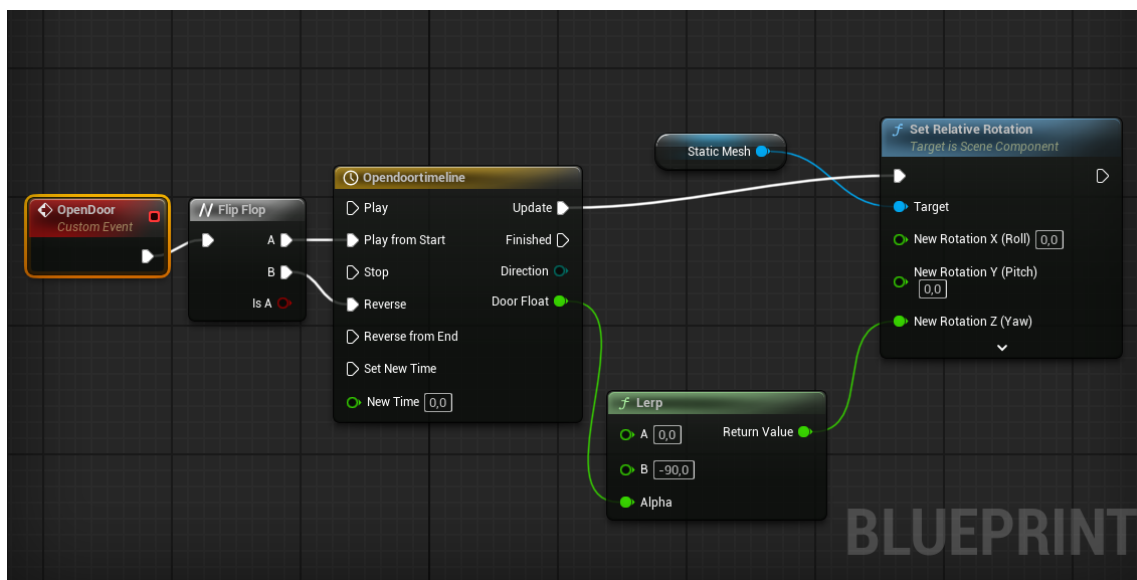
- V Content Browseru po stisknutí prvního tlačítka → Blueprint Class → Actor
- Pro přehlednost je Blueprint pojmenován BP_Door

7.11.3 Přidání statických meshů

- V komponentách blueprintu je nastaven Static Mesh pro dveře.

- Vybírat je možné z těchto míst: Starter Content, FAB Marketplace nebo vlastní model dveří

Pro správné otevírání dveří je nutné mít nastavený pivot point tam, kde je žádoucí, aby se dveře otevíraly po své ose. Pokud je Pivot point nastaven špatně, dveře se mohou otevírat do různých směrů.



Obrázek 19 Zavírání a otevírání dveří

(zdroj: vlastní)

7.11.4 Logika otevírání a zavírání dveří

Vytvoření časové osy (Timeline)

- V Event Graph je potřeba přidat Timeline (Timeline může být pojmenován jako OpenDoor).
- Pro otevírání dveří bude nastavena délka animace na 0,7 sekundy
- Po přidání prvku Float Track budou nastaveny tyto hodnoty pro dva klíčové snímky
- Čas 0.0 → Hodnota 0 (dveře zavřené)
- Čas 0.7 → Hodnota 90 (dveře otevřené o 90° na ose Z)

Float Track je typ křivky používaný v animacích a časových osách (Timeline), který umožňuje animovat hodnotu typu float v čase.

Event Graph je pracovní plocha Blueprintu, kde se skládají jednotlivé uzly a vkládá se logika jednotlivým prvkům.

7.11.5 Propojení s rotací dveří

- Pro funkci je nutné propojit výstup z Timeline do uzlu Lerp (Rotator).
- Pro nastavení Rotatoru je potřeba nastavit dva body A a B
- **A:** (0, 0, 0) (výchozí rotace)
- **B:** (0, 0, 90) (cílová rotace)
- Výstup z Lerpu bude napojen na Set Relative Rotation komponenty dveří

Timeline je speciální uzol v Blueprintu, který umožňuje animovat nebo měnit hodnoty plynule v čase. Funguje jako vlastní časovač, který během nastavené délky (např. 1 nebo 2 sekundy) postupně mění hodnotu

Lerp je matematická funkce, která vypočítá mezihodnotu mezi dvěma hodnotami na základě parametru alphaRotator.

Rotator je datový typ v Unreal Engine, který reprezentuje rotaci v 3D prostoru pomocí tří úhlů (Pitch, Yaw, Roll).

Relative Rotation označuje rotaci komponenty nebo aktéra vůči jeho rodiči nebo lokálnímu souřadnému systému, nikoli vůči světovým souřadnicím.

7.11.6 Flip-Flop pro přepínání stavu

- Z nabídky bude vybrán uzol Flip-Flop
- Při první interakci bude spuštěn Timeline Play, při druhé Reverse

Flip-Flop je uzol v Blueprint systému, který slouží k přepínání toku vykonávání mezi dvěma větvemi A a B střídavě při každém spuštění. Při prvním spuštění pošle tok do větve A, při dalším do větve B.

V případě dveří to je "OTEVŘÍT" tok A. "ZAVŘÍT" tok B.

7.11.7 Interakce hráče s dveřmi a Line Trace pro detekci dveří

- V Blueprintu postavy (Zde to je FirstPersonCharakter) bude nastaven event Pressed F.

- V interakci je spuštěn Line Trace by Channel z kamery postavy s délkou 300–500 cm
- Pokud trace narazí na objekt, zkontroluje, zda má tag Door (pomocí Does Have Tag?)

7.11.8 Volání funkce Open Door

- Pokud trace narazí na dveře, uživatel využije **Cast To BP_Door** a zavolá event **Open Door**

7.11.9 Nastavení kolize a tagů

- Pro nastavení kolize je potřeba otevřít Static Mesh dveří v Blueprintu
- V Details panelu přejdi na Collision → Add Box Collision
- Box bude nastaven tak, aby přesně obklopoval dveře

7.11.10 Tagování dveří

Aby bylo možné interagovat s dveřmi pomocí prvku Tag je nutné v Blueprintu nastavit jejich Tag což znamená označení

- V Blueprintu dveří se nachází sekce **Class Settings** → Do kolonky bude zapsán tag Door

7.11.11 Testování ve scéně

V první řadě je nutné vložit nově vytvořené dveře do prostředí. Jakmile jsou dveře usazeny, postačí zmáčknout tlačítko Play, které spustí model v hratelném režimu. Jakmile se charakter přiblíží ke dveřím zmáčkne na klávesnici příslušnou klávesu. Pokud je vše správně nastaveno dveře se otevřou a dalším kliknutím se opět zavřou.

7.11.12 Řešení častých problémů

Pokud dveře nereagují na stisknutí klávesy F je nutné zkontrolovat, jestli bylo postupováno správně. Důležitou podmínkou funkčnosti je, že Blueprint obsahuje tag Door. Pokud ne, je nutné jej doplnit, jinak funkce nebude fungovat. Ověření, zda má Static Mesh dveří správně nastavenou kolizi. Pokud nemá, tak není možné s dveřmi interagovat. Nastavení kolize musí být umístěno přes celý model dveří, jinak hrozí že interakce bude možná pouze z určitého úhlu anebo vůbec.

7.11.13 Animace trhá nebo nefunguje

- Je potřeba se ujisti, že Timeline má správně nastavené klíčové snímky (0° a 90° na ose Z).
- Je nutné zajisti, aby byl výstup z Timeline připojen k Set Relative Rotation.

Tento postup umožňuje vytvořit plně interaktivní dveře s plynulou animací, které reagují na stisk klávesy E.

7.12 Tvorba realistického ohně

Funkční model ohně je dalším prvkem, který dodává modelu nebo videohře pocit živosti. Oheň je plně nastavitelný od barev až po velikost plamene. Aby byla zachována realističnost, model ohně obsahuje létající jiskry a vytváří kouř. V nočním režimu také vrhá světlo, aby byl efekt ohně co nejvíce přesvědčivý. Hotový model ohně bude nakonec usazen do venkovního posezení, které je umístěno v exteriéru modelu.



Obrázek 20 Model realistického ohně

(zdroj: vlastní)

7.12.1 Příprava projektu a import assetů

- V Content Browseru pomocí tlačítka Add > Add Feature or Content Pack
- Následně bude importován Starter Content

Starter Content je základní balíček efektů, zvuků, vybavení a materiálů, které byly vytvořeny společností Epic Games pro uživatele, kteří začínají v programu Unreal Engine.

7.12.2 Tvorba Niagara systému

- V Content Browseru bude vytvořen Niagara Systém > FX > Niagara System
- Z přednastavených šablon bude vybrán Fountain Emitter

7.12.3 Nastavení plamenů (Flames)



Obrázek 21 Niagara system

(zdroj: vlastní)

- Emitter bude přejmenován na Flames (Slouží jako rozlišovací prvek emitery budou celkem tři)
- Spawn Rate bude nastaven 50
- Lifetime minimum 0.3s, maximum = 0.8s
- Sprite Size je nastaven na Random mezi 40–60

Spawn Rate je parametr, který určuje, kolik částic je vytvořeno za jednu sekundu. Hodnota 50 znamená, že za každou sekundu se vygeneruje 50 nových částic.

LifeTime je doba, která určuje, jak dlouho každá částice zůstane aktivní, než zmizí.

Sprite Size určuje rozměr částice (obrázku nebo textury) ve scéně. Nastavení na náhodnou hodnotu mezi 40 a 60 znamená, že každá částice bude mít velikost náhodně vybranou v tomto rozsahu.

7.12.4 Pohyb částic

- Musí být odstraněn modul Gravity Force
- Přidejte Drag s hodnotou 0.5
- Přidejte Curl Noise Force: Strength = 100, Noise = 20

Gravity Force je síla simulující gravitační přitažlivost, která působí na objekty nebo částice směrem dolů (nebo jiným směrem podle nastavení). V Unreal Engine lze gravitaci aplikovat buď globálně (standardní gravitační zrychlení směrem dolů), nebo lokálně pomocí vlastních sil.

Drag (odpor vzduchu) je síla působící proti pohybu částic nebo objektů, která zpomaluje jejich rychlost.

Curl Noise Force je speciální síla využívající šum (noise) k vytvoření vířivého, turbulentního pohybu částic.

7.12.5 Materiál a animace

- V Sprite Renderer bude zvolen materiál M_Fire_SubUV (ze Starter Content)
- Nastavení SubUV Size na 6×6 (odpovídá 36 snímkům)
- V SubUV Animation je End Frame nastaven na 35
- Scale Sprite Size s křivkou od 0.2 (start) do 1.0 (konec)

Scale Sprite Size je parametr, který řídí velikost sprite v průběhu jeho životnosti.

7.12.6 Barevný gradient

- Import Color modul s křivkou

- Barvy budou nastaveny takto bílá → žlutá → oranžová → červená (pro plameny)

Tvorba kouře (Smoke)

- Duplikace emitoru
- Nový emitor postačí nakopírovat z již přednastaveného emitoru „Flames“ a bude přejmenován na „Smoke“

Pro efekt kouře je nutné změnit parametry v emitteru. Emitter byl nakopírován z již hotového, který obsahuje nastavené parametry ohně.

- Spawn Rate - 25
- Lifetime je nastaven minimum = 0.8s, maximum = 1.8s
- Sprite Size - 60–100
- Velocity je nastavena minimum = 100, maximum = 150

7.12.7 Materiál a animace

- V Sprite Renderer bude zvolen materiál M_Smoke_SubUV.
- Nastavení Sub UV Size na 8×8 (64 snímků → End Frame = 63).
- Alpha nastavení křivky opacity od 0.5 (start) do 0 (konec)

7.12.8 Žhavé částčky (Debris)

- Pro nový emitor postačí nakopírovat již vytvořený
- Nový Fountain Emitter Je nastaven na Sim Target GPU

Sim Target GPU znamená, že simulace běží na grafické kartě. To umožňuje zpracovávat mnohem větší množství částic najednou s lepším výkonem, ale s omezenější možností interakce s herní logikou.

7.12.9 Nastavení parametů

- Spawn Rate je nastaven na 60
- Sprite Size v rozsahu 0.2–0.8
- Velocity v rozsahu minimum = 100, maximum = 150

- Curl Noise Force a Strength = 200, Frequency = 25
- Barevné nastavení bude stejné jako v Color modu z plamenů

7.12.10 Světelné efekty (Light Renderer)

Přidání světla

- V emitoru „Flames“ bude přidán prvek Light Renderer
- Sim Target je přepnutý na CPU

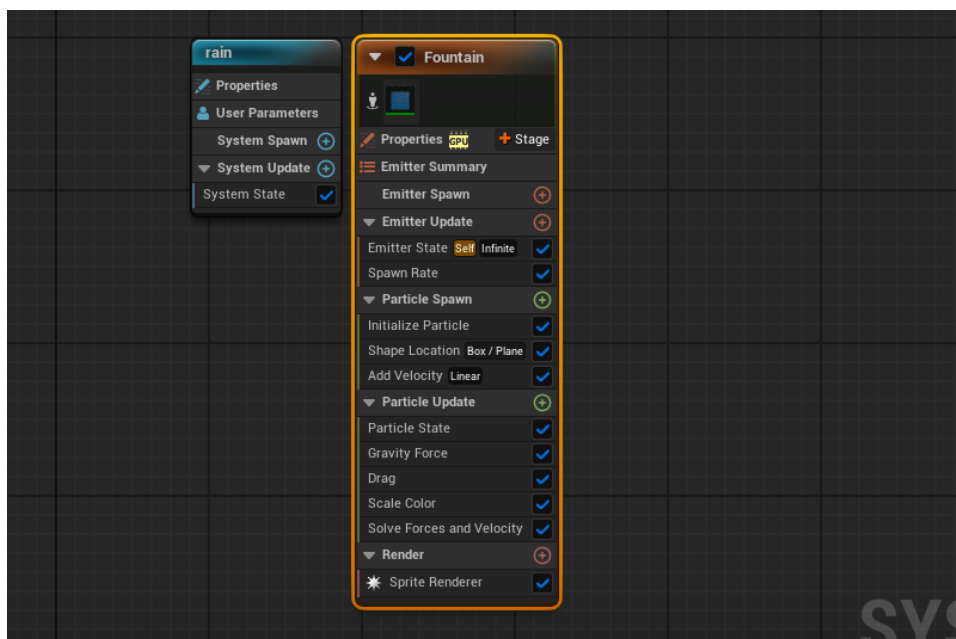
Parametry světla

- Color je nastavena na Červenou s intenzitou 2.0
- Radius je upraven podle potřeby (doporučeno 500–800)

Sim Target CPU znamená, že všechny výpočty a simulace efektu probíhají na procesoru. To je vhodné pro efekty, které potřebují častou interakci s herní logikou, kolizemi nebo potřebují přesné řízení na úrovni Blueprintů.

7.13 Dešť

Stav vizualizace je od základu nastaven na trvalé slunečno. Následně byly přidány prvky jako střídání dne a noci, které doplňují dynamické a interaktivní prostředí. V rámci interaktivního chování modelu, je možné zahrnout i prvky počasí. Tato funkce dodá další perspektivu interaktivnímu modelu.



Obrázek 22 Niagara systém deště

(zdroj: vlastní)

7.13.1 Příprava Niagara systému

- V Content Browseru bude vytvořen nový Niagara system → FX → Niagara System
- Šablonu bude Empty System a pojmenována NS_Rain

Niagara system je hlavní kontejner, do kterého lze vkládat více emitů. Každý emit generuje částice a určuje jejich chování, jak vznikají, jak se pohybují, mění barvu, velikost nebo zanikají.

7.13.2 Vkládání emitů

- Po otevření Niagara systému bude přidán nový emit (Emitter → Add Emitter)
- Prvek Fountain bude sloužit jako základní šablona

Emitters (Emitory) obsahují moduly, které řídí konkrétní vlastnosti částic, jejich životnost, rychlost, síly působící na částice, barvu nebo průhlednost.

7.13.3 Nastavení částic deště

- Do emitoru budou nastaveny spawnovací parametry
- V emitoru se nachází modul Spawn Rate a v něm budou nastaveny hodnoty 1000–2000 částic/s, aby déšť vypadal hustě

7.13.4 Tvar boxu

- V modulu Shape Location je tvar nastaven na Box (pro rovnoměrné rozložení částic po celé ploše)
- Velikost boxu je nastavena podle potřeby (např. 1000×1000×100 jednotek)

7.13.5 Rychlosti a gravitace

- V emitoru bude použit modul Initialize Particle Velocity → Velocity bude nastavena na zápornou hodnotu v ose Z (-500 až -1000), aby částice padaly dolů.

Initialize Particle Velocity je modul v systému Niagara, který nastavuje počáteční rychlost částic v okamžiku jejich vytvoření. Tento modul definuje, jakou rychlost a směr částice získají hned při svém vzniku.

7.13.6 Gravitace

- V emitoru se nachází modul Gravity Force a zde se nastavuje síla gravitace (výchozí hodnota -980 je realistická)

Modul Gravity Force v systému Niagara slouží k aplikaci gravitační síly na částice, díky čemuž částice simulují efekt padání nebo přitažlivosti směrem dolů.

7.13.7 Vzhled částic (sprite)

- V Content Browseru bude vytvořen nový materiál (M_RainDrop).
- V materiálu bude použitý Texture Sample s vertikálním gradientem (od neprůhledného nahoře po průhledný dole)

7.13.8 Materiál částic

- V emitoru přidejte modul Sprite Renderer → bude nastaven vytvořený materiál
- Velikost částic v modulu Scale Sprite Size bude 0,5–1,5 pro variabilitu

7.13.9 Zarovnání částic podle rychlosti

- V modulu Sprite Renderer bude zaškrtnut Alignment → Velocity Aligned
- Tím se kapky budou natáčet ve směru pádu, což zvýší realismus
- Následně stačí přenést do úrovně modelu.



Obrázek 23 Model deště umístěn v prostředí Unreal Engine

(zdroj: vlastní)

7.13.10 Dodatečné úpravy

- Pokud systém zpomaluje výkon, je potřeba snížit Max Particles v emitoru

Velké množství částic může způsobovat zpomalování celého modelu. Pokud je hardwarové vybavení nedostatečné, je lepší snížit počet částic tak, aby nezatěžovaly systém a model běžel plynule.

7.14 Terén a trávník

Pro tvorbu interaktivní vizualizace nejsou důležité pouze funkční prvky jako rozsvěcení světel či otevírání dveří, aby byl model kompletní, je nejlepší volbou zahrnout do tvorby i detailní exteriéry. Pro dodání reálného vzezření se zde nachází funkce pro tvorbu trávniku a terénu, které dodají celému modelu na realističnosti.

7.14.1 Tvorba nového levelu a terénu

V části Landscape se nachází spousta nástrojů pro potřeby tvorby terénu. Funkce Sculpt slouží pro tvorbu výšek a Erase zase naopak vymaže vytvořené výšky.

- Tvorba terénu se nachází v horním Modes> Landscape.
- Nastavení rozměrů závisí na velikosti projektu (rozměry mohou být malé 4x4 nebo i rozsáhlé plochy 63x63 a více)
- V projektu bylo chybou nepozornosti zvolena velikost 63x63, která již
- Stačí poté kliknout na tlačítko Create.

7.14.2 Import trávniku pomocí FAB Marketplace

Trávník se nachází ve FAB Marketplace a je rozmístován jako celé trsy. Tato metoda urychluje proces tvorby, kdy jedním tahem štětce je možné zatravnit velkou část mapy. Různé druhy trav se dají navzájem kombinovat, aby vznikla přirozená textura různorodého trávniku.

- Pro dostupné Assety trávniku je potřeba otevřít FAB Marketplace
- Hledaným pojmem jsou momentálně „grass clumps“
- Na výběr je z více druhů travin. Je důležité vědět, že některé Assety, mohou být zpoplatněny
- Jakmile jsou Assety vybrány, budou importovány do projektu
- Po importu jsou modely k nalezení v Content Browseru

7.14.3 Přidání trávy pomocí nástroje Foliage

- Foliage je sada nástrojů, která slouží k rychlému nanášení statických meshů
- Foliage mode je k nalezení v horním panelu Modes > Foliage Mode

- Do Foliage nástroje budou umístěny importované modely trávy (ideálním řešením je více variant pro větší rozmanitost)
- Před nanášením je nutné mít označené všechny druhy trav, které se mají objevit na pracovní ploše

Jakmile je trávník nanášen na terén, tak v panelu na levé straně je grafické zobrazení využívaných Assetů trav a v jakém zastoupení se nacházejí v modelu. V praktické části modelu se nacházejí 4 druhy trav a jejich Instance count je okolo patnácti tisíc.

7.14.4 Parametry trávníku

- **Density** je doporučena kolem 1000 (vyšší hodnoty = hustší tráva, ale vyšší nároky na výkon)
- **Scale** v rozmezí 2.5–2.5 pro větší travu
- **Brush Size** 10 000 pro rychlé pokrytí větší plochy.



Obrázek 24 Trávník

(zdroj: vlastní)

Density znamená hustotu, pokud je density nastavena na menší hodnoty, trsy trav se budou generovat ve větších rozestupech.

Scale je velikost travních trsů, pro různorodost je dobré využívat více hodnot tak, aby tráva nebyla identická po celé ploše.

Brush Size je označení pro šířku štětce, kterým se nanáší travní trsy na pelouchu modelu. Pokud je nutné zaplnit velké plochy je ideální zvolit velkou šířku štětce. V případě malých ploch a detailů, postačí malá šířka.

7.14.5 Testování

Pro lepší vizuální efekt je doporučeno kombinovat více variant trávy. Pokud je výkon editoru nízký, je nutné snížit hustotu trávy nebo použít menší plochy najednou. Pokud je tráva příliš řídká nebo hustá, postačí upravit hodnotu Density.

Pro realističtější vzhled je ideální měnit Scale Min/Max pro různé velikosti trsů. Pod travu je nutná vhodná textura země (například „grass base“), jinak nebude výsledek vypadat přirozeně.

7.15 Tvorba videozáznamu

Vytvořený model je plně funkční a připraven k interakci. Pokud je však omezena možnost osobního vyzkoušení, nachází se v programu Unreal Engine tvorba videozáznamu. Tímto videozáznamem je tvůrce schopen představit celý koncept prostřednictvím videa ve formátu AVI.

Pro zachycení scén byly použity dvě metody. První metoda, která je využívána k ukázce funkčnosti interaktivních prvků je snímání scény z pohledu první osoby. Takto je zachyceno vše, co vidí postava umístěná v modelu. Díky této metodě, lze snímat obraz i interakce, které postava provádí.

Nevýhodou první metody je, že kamera snímá i špatná trnutí myši nebo stisknutí špatné klávesy. Těmito nedostatky je ovlivněn i výsledný záběr.

Druhá metoda je nastavení kamer, pokud chce uživatel více filmový zážitek. použije možnost nasadit na scénu kamery, které snímají scénu z více úhlů. Kamerám je následně možné nastavit trasu a úhel snímání.

Nevýhodou druhé metody je, že směr, kterým snímá je stále stejný. Nelze tak použít pro pohled první osoby a zaznamenávat to, co se děje přímo před hráčem.

7.15.1 Rendering videa

Proces je zahájen kliknutím na ikonu filmové klapky v horní nástrojové liště Sequenceru. Tím se otevře dialogové okno Render Movie Settings, kde lze nastavit základní parametry

výstupu. Výchozí rozlišení renderovaného videa je 1920×1080 px (Full HD), nicméně uživatel má možnost toto rozlišení upravit dle požadavků projektu. [28]

Dalším krokem je výběr výstupního adresáře, kam bude výsledný soubor uložen. Po potvrzení tlačítkem Capture Movie začne samotný proces renderování. Systém následně vytvoří video podle časového rozsahu nastaveného v sekvenci a výstup je generován z pohledu kamery. Doba výpočtu výsledného videa závisí na složitosti scény a výkonu hardwaru. [28]

7.16 Import okrasných prvků

K importu okrasných prvků a doplňků slouží FAB marketplace nebo vlastní knihovna. Tyto prvky se primárně využívají k doplnění a oživení finální scény. V projektu bylo využito FAB Marketplace pro import stromů, květin, nábytku a venkovního posezení, které jsou zasazeny do prostředí modelu.

7.17 Omezení výpočetního výkonu

Jak již bylo zmíněno výše, pro plynulé fungování modelu a jeho součástí je nutné optimalizovat náročnost projektu na hardwarové vybavení počítače. Při práci na některých prvcích modelu bylo zjištěn nedostatečný výpočetní výkon a bylo nutné optimalizovat proces tvorby tak, aby byl výsledek plynulý. Model je možné upravovat v Unlit režimu, kdy neprobíhá renderování světla. Toto nastavení běží na stabilním snímkování 100 FPS.

V Lit režimu se snímkování pohybuje okolo 40-50 FPS. Pokud je výsledek prezentován jako video-záznam je ideální nastavit snímkování na 24-30 FPS a obraz nebude vykazovat žádné záseky.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce si kladla za cíl představit možnosti tvorby interaktivních architektonických vizualizací s využitím 3D modelování a real-time renderingu.

V teoretické části byla prozkoumána široká škála modelovacích technik od polygonálního a NURBS modelování až po procedurální přístupy, spolu s analýzou specializovaných softwarových nástrojů včetně SketchUpu, AutoCAD, Revit, Blenderu a Maya. Detailně byly analyzovány renderovací technologie, zejména principy raytracingu, pathtracingu a real-time renderingu, včetně nejnovějších technologií jako NeRF a 3D Gaussian Splatting. Zvláštní pozornost byla věnována hernímu enginu Unreal Engine a jeho Blueprint systému, který představuje klíčový prvek pro implementaci interaktivních funkcí bez nutnosti pokročilých programovacích znalostí.

Praktická část pak demonstrovala kompletní pracovní proces od vytvoření modelu ve SketchUpu po realizaci interaktivní simulace v Unreal Engine. Zvolená technologie umožnila implementaci funkčních prvků jako světelné vypínače, animované dveře, změny materiálů a atmosférické efekty. Realistické střídání dne a noci i částicové systémy podtrhly schopnost herního enginu vytvářet věrohodné a poutavé prostředí. Klíčovým přínosem byl Blueprint systém, který umožňuje tvorbu interaktivity bez nutnosti programování, což je výhodné pro architekty, designéry a nadšence.

Výsledná vizualizace poskytuje uživatelům možnost aktivního prozkoumání návrhu. V kontextu aktuálních trendů potvrzuje práce rostoucí význam interaktivních metod v architektuře. Výzvami zůstávají nároky na hardware a znalosti, ale s ohledem na technologický vývoj lze očekávat jejich postupné překonání.

Budoucí směr se nachází v integraci virtuální a rozšířené reality a využití umělé inteligence pro generování obsahu a simulaci. Práce ukazuje, že moderní nástroje již dnes nabízejí silný potenciál pro rozvoj digitálních simulací.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Polygons Modeling* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://courses.cs.washington.edu/courses/cse459/06wi/help/mayaguide/Complete/Polygons.pdf>
- [2] KARLÍK, Ondřej. Úvod do problematiky polygonového modelování [online]. Praha [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <http://keymaster.powermac.cz/temp/b.pdf>
- [3] *High Poly and Low Poly 3D Models Difference* [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://professional3dservices.com/blog/high-poly-vs-low-poly-3d-models-difference.html>
- [4] LINKEOVÁ, Ivana. NURBS KŘIVKY (NeUniformní Racionální B-Spline křivky) [online]. 2007 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: https://users.fs.cvut.cz/nikola.pajerova/PG_nurbs_krivky.pdf
- [5] DASSAULT SYSTÈMES. What is NURBS modeling and why is it crucial to CAD software? [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://www.3ds.com/store/cad/nurbs-modeling>
- [6] STRACHOTA, Pavel. FJFI CVUT V PRAZE. Procedurální modelování [online]. 2015 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: https://saint-paul.fjfi.cvut.cz/base/sites/default/files/POGR/POGR2/06.proceduralni_modelovani.pdf
- [7] Nástroje a funkce [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://sketchup.cz/wp-content/uploads/2018/03/Produktov%C3%BD-list-SketchUp-Pro.pdf>
- [8] PERNICA, Vít. *SketchUp Free 2020 Výukové materiály* [online]. 2020 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/yjb39/Vyukove_materialy_SketchUp_Free.pdf
- [9] TUŠŠ, Miloš a Miloš TUŠŠ. *SketchUp PRO - 7. díl: Nastavení stylů, světla, stínů, zákres do fotografie* [online]. 2014 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://www.earch.cz/technologie/clanek/sketchup-pro-7-dil-nastaveni-stylu-svetla-stinu-zakres-do-fotografie>
- [10] SKETCHUP. *SketchUp, 3D modelování pro každého. Intuitivní software pro začátečníky i profesionály*. [online]. 2023 [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: https://sketchup.cz/produkty/ucebnice-sketchup-elektronicka-pdf-verze/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=PMax%20%7C%20S

ketchup&utm_id=21564693787&gad_source=1&gad_campaignid=21560977427&gbr_aid=0AAAAABtB9rBVlCV_nyVWolvnCKFQCbBi_&gclid=CjwKCAjwo4rCBhAbEiwAxhJlCQdHlFwBi6BjcVqa302BWBhjFUjbLCVKfFbFo2DLGkh8pQ9QQQ7C9xoCwUUQAvD_BwE

- [11] AUTODESK. *LEARN ABOUT AUTOCAD An Introduction to AutoCAD for Beginners* [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/C1BxaOC0-IS.pdf>
- [12] KLEMENT, Milan a Lucie BRYNDOVÁ. *ZÁKLADY KRESLENÍ 3D VÝKRESŮ V AUTOCADU 2019* [online]. 2019 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Milan-Klement/publication/338014709_ZAKLADY_KRESLENI_3D_VYKRESU_V_AUTO CADU_2019/links/5dfa3593299bf10bc3637b47/ZAKLADY-KRESLENI-3D-VYKRESU-V-AUTOCADU-2019.pdf?origin=publication_detail&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxvYWQlLCJwcmV2aW91c1BhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlubiJ9fQ
- [13] RACE, Steve. *BIM Demystified* [online]. 2019 [cit. 2025-06-06]. ISBN 9780429347627. Dostupné z: https://www.routledge.com/BIM-Demystified/Race/p/book/9780429347627?srsId=AfmBOopqptBuy1wrQQ__T_ZRnKXyXOxnp2Frqnl6DJ2pahWDlKqfRp
- [14] MOSS, Elise. *Autodesk Revit 2023 Architecture Basics From the Ground Up* [online]. 2023 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://static.sdcpublishings.com/pdfs/sample/978-1-63057-504-5-2-ckoje5itgw.pdf>
- [15] ABU BAKAR, Noraini a Norhidayah ABU BAKAR. *Get Started! Simplified training guide for beginners* [online]. 2021 [cit. 2025-06-05]. ISBN 978967224166-9. Dostupné z: http://www.pmm.edu.my/zxc/2023/library/ebook/JKA/2021/QR%20NOTE_print04.08.2021.pdf
- [16] GAUNT, Paddy. *Get Into Blender: From novice to confident user, without getting torn to shreds* [online]. 2023 [cit. 2025-06-05]. ISBN 979-8370858208. Dostupné z: https://get-into-blender.com/book_sliced

- [17] BAILEY, Mike. OREGON STATE UNIVERSITY. Camp Blender [online]. 2024, 15.7.2024[cit.2025-06-05]. Dostupné z: <https://web.engr.oregonstate.edu/~mjb/blender/blender.1pp.pdf>
- [18] BLENDER. *Bledner 4.4 Manual* [online]. 10.5.2025 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: https://docs.blender.org/manual/en/latest/getting_started/about/index.html
- [19] BROOK, Katelyn. *Beginner's Guide to Blender* [online]. 2020 [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://studentcabletelevision.com/wp-content/uploads/2020/07/Beginners-Guide-to-Blender.pdf>
- [20] MURDOCK, Kelly. *Autodesk Maya 2020 Basics Guide* [online]. 2020 [cit. 2025-06-05]. ISBN 978-1630572556. Dostupné z: <https://static.sdcpublishings.com/pdfs/sample/978-1-63057-255-6-1-6lzu23obfw.pdf>
- [21] SLANINA, Jan. *Manuál pro 3D modelování v SW Rhinoceros* [online]. 2014 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <http://ingw.ssudbrno.cz:90/files/manual%20pro%203d%20modelovani%20v%20sw%20rhinoceros.pdf>
- [22] ADOBE. *Guide to 3D rendering* [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://www.adobe.com/cz/products/substance3d/discover/3d-rendering.html>
- [23] GLASSNER, ANDREW. *An Introduction to Ray Tracing* [online]. 2019 [cit. 2025-06-05]. ISBN 0-12-286160-4. Dostupné z: <https://www.realtimerendering.com/raytracing/An-Introduction-to-Ray-Tracing-The-Morgan-Kaufmann-Series-in-Computer-Graphics-.pdf>
- [24] KERBL, Bernhard. *Rendering: Path Tracing Basics* [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: https://www.cg.tuwien.ac.at/sites/default/files/course/4411/attachments/04_path_tracing_0.pdf
- [25] AKENINE-MOLLER, Tomas, Eric HAINES, Naty HOFFMAN, Angelo PESCE, Michal IWANICKI a Sébastien Hillaire HILLAIRES. *Real-Time Rendering Fourth Edition* [online]. CRC Press, 2018 [cit. 2025-06-05]. ISBN 978-1-1386-2700-0. Dostupné z: https://www.realtimerendering.com/Real-Time_Rendering_4th-TOC_Preface_Intro_Bib_Index.pdf

- [26] IT TAKES TWO, HAZELIGHT STUDIOS. *UNREAL ENGINE TRAINING COURSE CATALOG* [online]. 2021 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://cdn2.unrealengine.com/training-course-catalog-fall-2021-110-v1-40555f602e78.pdf>
- [27] ROMERO, Marcos a Brenden SEWELL. *Blueprints Visual Scripting for Unreal Engine 5: Unleash the true power of Blueprints to create impressive games and applications in UE5, Third Edition* [online]. Třetí vydání. 2022 [cit. 2025-06-05]. ISBN 9781801811583. Dostupné z: <https://www.packtpub.com/en-us/product/blueprints-visual-scripting-for-unreal-engine-5-9781801811583?type=subscription>
- [28] VENTER, Henk a Wilhelm OGTEROP. *Unreal Engine 5 Character Creation, Animation, and Cinematics: Create custom 3D assets and bring them to life in Unreal Engine 5 using MetaHuman, Lumen, and Nanite* [online]. 2022 [cit. 2025-06-05]. ISBN 9781801812443. Dostupné z: <https://www.packtpub.com/en-us/product/unreal-engine-5-character-creation-animation-and-cinematics-9781801812443>
- [29] FU CHIANG, Chia, Damien ALOMAR a Jorge BARRERO. ASGVIS. *V-Ray for SketchUp* [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: https://community.sketchucation.com/assets/uploads/imported_attachments/yemQ_V-RayforSketchUpManual.pdf?v=1e7fc7d6725
- [30] BRADLEY, Brian. *Photographic Rendering with V-Ray for SketchUp: Turn your 3D modeling into photographic realism with this superb guide for SketchUp users. Through concrete examples, screenshots, and images, you'll learn the practical side to photographic rendering using V-Ray.* [online]. 2014 [cit. 2025-06-05]. ISBN 9781849693226. Dostupné z: <https://www.packtpub.com/en-us/product/photographic-rendering-with-v-ray-for-sketchup-9781849693226>
- [31] NOVOTNÁ, Helena. *Základy Lumionu pro neintuitivní uživatele* [online]. Třetí vydání. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2019 [cit. 2025-06-05]. ISBN 978-80-214-5528-3. Dostupné z: https://aiu.fce.vut.cz/wp-content/uploads/sites/2/2021/01/Ucebnice_Lumion.pdf
- [32] *Introduction to Unity* [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://www.cs.purdue.edu/cgvlab/courses/490590VR/notes/Introduction%20to%20Unity.pdf>

- [33] HOLAN, Tomáš. *Unity První seznámení s tvorbou počítačových her* [online]. Praha: CZ.NIC, z. s. p. o, 2020 [cit. 2025-06-05]. ISBN 978-80-88168-60-7. Dostupné z: https://www.nic.cz/files/edice/Unity_prvni_seznameni_s_tvorbou_pocitacovych_her.pdf
- [34] ANDERSON, Sam. EPIC GAMES. *Visualization in Minutes: Exploring Twinmotion's Bag of Tricks* [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: https://static.autodesk.com/Class_Handout_AS502948_Anderson-AU2022.pdf
- [35] LAVALLE, Steven. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. *VIRTUAL REALITY* [online]. 2020 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://msl.cs.uiuc.edu/vr/vrbook.pdf>
- [36] ARISO, José, ABEL, Günter a James CONANT, ed. *AUGMENTED REALITY* [online]. 2017 [cit. 2025-06-05]. ISBN 978-3-11-049765-6. Dostupné z: <https://library.oapen.org/bitstream/id/f922c42d-ad74-4af1-953c-02c7518f37a7/628401.pdf>
- [37] KERBL, Bernhard, Georgios KOPANAS a George DRETTAKIS. *3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering* [online]. 2023 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: https://repo-sam.inria.fr/fungraph/3d-gaussian-splatting/3d_gaussian_splatting_low.pdf
- [38] CHEN, Guikun a Wenguan WANG. *A Survey on 3D Gaussian Splatting* [online]. 2024 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/382447366_A_Survey_on_3D_Gaussian_Splatting
- [39] *The power of Gaussian splatting: transforming 3D rendering* [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://garagefarm.net/blog/3d-gaussian-splatting-what-is-it>
- [40] *3D Gaussian Splatting Introduction – Paper Explanation & Training on Custom Datasets with NeRF Studio Gsplats* [online]. 2024, 17.12.2024 [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://learnopencv.com/3d-gaussian-splatting/>
- [41] MILDENHALL, Ben, Pratul SRINIVASAN, Matthew TANCİK, Jonathan BARRON, Ravi RAMAMOORTHY a Ren NG. *NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis* [online]. 2020, 19.3.2020 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://arxiv.org/pdf/2003.08934>

- [42] SANTOLUPO, Mike. UNREAL ENGINE. *TWINMOTION: DESIGNING A TINY HOUSE* [online]. 2021 [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://cdn2.unrealengine.com/twinmotion-tiny-house-2021-04c0c3eef1e4.pdf>
- [43] *SketchUp for iPad* [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://help.sketchup.com/en/sketchup-ipad/solid-tools>
- [44] SKETCHUP. *Plans and Pricing* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://www.sketchup.com/en/plans-and-pricing>
- [45] AUTOCAD. *Key features of AutoCAD 2026* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://www.autodesk.com/products/autocad/features>
- [46] AUTOCAD. *Autodesk AutoCAD: Design and drafting software trusted by millions* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview?panel=buy>
- [47] *Autodesk Revit: BIM software to design and make anything* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>
- [48] *Autodesk Revit: BIM software to design and make anything* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://www.autodesk.com/solutions/aec/bim>
- [49] *Free Software Never Looked This Awesome* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://www.blender.org/features/>
- [50] AUTODESK. *Autodesk Maya: Create expansive worlds, complex characters, and dazzling effects 3D animation and visual effects software* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://www.autodesk.com/products/maya/overview>
- [51] UNREAL ENGINE. *Datasmith export plugins* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/datasmith/plugins>
- [52] UNREAL ENGINE. *Unreal Engine 5.6 Documentation* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/unreal-engine-5-6-documentation>
- [53] LUMION. *Get Lumion* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://lumion.com/product/buy>
- [54] UNITY. *Plans and pricing* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://unity.com/products>

- [55] UNITY. *Unity documentation* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://docs.unity.com/en-us>
- [56] CHAOS. *Powerful rendering for limitless creativity*. [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://www.chaos.com/vray>
- [57] EPIC GAMES. *Real-time 3D visualization made easy* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://www.twinmotion.com/en-US>
- [58] EPIC GAMES. *Real-time 3D visualization made easy* [online]. [cit. 2025-06-06]. Dostupné z: <https://www.twinmotion.com/en-US>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Statická vizualizace interiéru	49
Obrázek 2 Statická vizualizace exteriéru	50
Obrázek 3 Model domu v prostředí SketchUp	56
Obrázek 4 Model domu v prostředí Unreal Engine	57
Obrázek 5 Funkcionalita světelného vypínače	60
Obrázek 6 Kolize vypínače	62
Obrázek 7 Funkce blueprintu vypínače	63
Obrázek 8 Blueprint interakce First person	64
Obrázek 9 Box Collision a Text Renderer	66
Obrázek 10 Kolize událostí	67
Obrázek 11 Přepínání pomocí klávesy E	69
Obrázek 12 Blueprint střídání dne a noci	70
Obrázek 13 Interaktivní model kuchyňského koutu	73
Obrázek 14 Blueprint s materiály	74
Obrázek 15 Nastavení materiálu na kuchyňské zásuvky	75
Obrázek 16 Statický mesh sedacího nábytku	76
Obrázek 17 Nastavení kolize a informačního popisu	78
Obrázek 18 Mesh dveří	79
Obrázek 19 Zavírání a otevírání dveří	80
Obrázek 20 Model realistického ohně	83
Obrázek 21 Niagara system	84
Obrázek 22 Niagara systém deště	88
Obrázek 23 Model deště umístěn v prostředí Unreal Engine	90
Obrázek 24 Trávník	92

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Dostupnost a kompatibilita softwaru pro 3D modelování	34
Tabulka 2 Základní přehled dostupnosti render enginů.....	48

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

2D	Two-Dimensional (dvojrozměrný)
3D	Three-Dimensional (trojrozměrný)
3DS	3D Studio (formát souborů pro 3D modely)
AEC	Architecture, Engineering, and Construction (architektura, inženýrství a stavebnictví)
AR	Augmented Reality (rozšířená realita)
BIM	Building Information Modeling
C++	Programovací jazyk
CAD	Computer-Aided Design (počítačem podporované navrhování)
CPU	Central Processing Unit (centrální procesorová jednotka)
DAE	Digital Asset Exchange (otevřený formát pro výměnu 3D dat)
DWG	Drawing (proprietární formát souborů AutoCAD)
DXF	Drawing eXchange Format (formát pro výměnu CAD dat)
FPS	Frames Per Second (snímky za sekundu)
GI	Global Illumination (globální osvětlení)
GPS	Global Positioning System
GPU	Graphics Processing Unit (grafický procesorová jednotka)
HDR	High Dynamic Range (Imaging)
HMI	Human-Machine Interface (rozhraní člověk-stroj)
Hz	Hertz
KMZ	Keyhole Markup language Zipped (komprimovaný formát pro Google Earth)
NeRF	Neural Radiance Fields
NURBS	Non-Uniform Rational B-Splines (Neuniformní Racionální B-Spline)
OBJ	Object File (standardní formát pro 3D geometrii)
OpenXR	Otevřený standard pro virtuální a rozšířenou realitu

RGB	Red, Green, Blue (červená, zelená, modrá)
RTX	Ray Tracing eXtreme (NVIDIA technologie)
UV	Souřadnice pro mapování textur
VR	Virtual Reality (virtuální realita)

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Model_domu_SketchUp

Příloha P II: Model_domu_UnrealEngine

PŘÍLOHA P I: MODEL_DOMU_SKETCHUP

Tato příloha obsahuje model domu, který byl vytvořen v prostředí SketchUp

PŘÍLOHA P II: MODEL_DOMU_UNREALENGINE

Tato příloha obsahuje hotový interaktivní model v prostředí Unreal Engine.