

Interaktivní 3D vizualizace a její použití při tvorbě webových aplikací

Dominik Janíček

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Dominik Janíček**

Osobní číslo: **A13164**

Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Interaktivní 3D vizualizace a její použití při tvorbě webových aplikací**

Téma anglicky: **Interactive 3D Visualisation and Its Use in the Creation of Web Applications**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s programem Blender v jeho poslední verzi. V práci shrňte jeho možnosti a oblasti použití.
2. Seznamte se s modulem Blend4Web, který dokáže exportovat 3D scény z Blenderu do HTML5. V práci jej podrobně popište.
3. Vytvořte uživatelskou příručku modulu Blend4Web, která by usnadnila zájemcům práci s tímto modulem. Její elektronickou podobu umístěte na CD, které bude přílohou této práce.
4. Zjistěte rozsah, možnosti a omezení modulu Blend4Web. V práci tyto informace uveďte.
5. Vytvořte komplexnější 3D scénu, včetně textur a případně animací. Tuto scénu exportujte modulem Blend4Web tak, aby fungovala jako samostatná 3D aplikace v prohlížeči.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/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;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/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 diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 25. 5. 2016


.....
připis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem této práce je vytvořit uživatelskou příručku modulu Blend4Web, která by usnadnila práci případným zájemcům o tenhle modul. Dále vytvořit 3D aplikaci, včetně textur a animací, běžící samostatně v prohlížeči na demonstraci vlastností tohoto modulu. Taktéž zjistit využití a omezení tohoto modulu. Výsledkem práce jsou dvě scény. Jedna jednoduchá, na prezentaci základních vlastností, a druhá složitější scéna hradu na praktické využití v oblasti cestovního ruchu. Obě scény byly vymodelované v programu Blender, kde byly těmto 3D scénám nastavené různé vlastnosti a byly exportovány modulem Blend4Web do formátu HTML5. Dalším výstupem je příručka k tomuto modulu zpracována z originálního návodu a umístěna na disk, který je přiložený k práci.

Klíčová slova: Blender, Blend4Web, modelování, logické uzly, aplikace, 3D scéna

ABSTRACT

The aim of this work is creating of user manual for Blend4Web module, which would facilitate the work of potential candidates for this module. Next aim is creating of 3D application, including textures and animation, running separately in browser to demonstrate the properties of this module and also to check the usage and limitations of this module. The results of the work are two scenes. First scene is simpler and presents the essential characteristics of module and the second scene of castle is more complex and it is usable for practical use in the field of tourism. Both scenes were modelled in Blender, where these 3D scenes were set various properties and have been exported by module Blend4Web to HTML5. Another output is the manual for this module compiled from the original manual and it is placed on the disk, which is attached to the work.

Keywords: Blender, Blend4Web, Modelling, Logic Nodes, Application, 3D Scene

Týmto by som chcel poďakovať svojmu vedúcemu práce Ing. Pavlovi Pokornému, Ph. D. za jeho rady a pripomienky počas vypracovávania tejto práce a taktiež za jeho ústretovosť.

Ďalej by som chcel poďakovať môjmu bratrancovi za pomoc pri korekcii vizuálnej stránky modelu hradu.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČASŤ	9
1 ČAČHTICKÝ HRAD	10
2 POUŽITÉ PROGRAMY	11
2.1 BLENDER.....	11
2.1.1 Užívateľské rozhranie	11
2.1.2 Typy zobrazovaných okien	12
2.1.3 Blender 2.76 a 2.77	14
2.2 ADOBE PHOTOSHOP CS5 TRIAL	14
2.2.1 Užívateľské rozhranie	14
2.2.2 Gaussovské rozostrenie	15
2.2.3 Výber nástrojov kúzelná palička.....	15
2.2.4 Režimy prelínania	15
3 BLEND4WEB	16
3.1 WEBOVÝ PREHRÁVAČ (WEB PLAYER).....	16
3.2 OBJEKTY	17
3.2.1 Druhy.....	17
3.2.2 Statické a dynamické objekty.....	17
3.2.3 Nastavenia	18
3.2.4 Rozdiely medzi súradnicovými systémami Blender a Blend4Web	20
3.3 KAMERA.....	21
3.3.1 Camera Move Style	21
3.4 ANIMÁCIA	23
3.5 MATERIÁLY	24
3.5.1 Nastavenie osvetlenia.....	24
3.5.2 Priehľadnosť	25
3.6 LOGICKÉ UZLY	26
3.6.1 Uzly	27
3.6.2 Ladenie	29
3.7 POSTPROCESNÉ EFEKTY.....	29
3.8 NORMÁLOVÝ EDITOR	30
II PRAKTICKÁ ČASŤ	31
4 MODELOVANIE A NASTAVENIE JEDNODUCHEJ SCÉNY	32
4.1 MODELOVANIE.....	32
4.2 ANIMÁCIA A LOGICKÉ UZLY	35
4.3 NASTAVENIA A TEXTÚRY	37
5 MODEL HRADU	40
5.1 MODELOVANIE.....	40
5.2 TEXTÚRY, OSVETLENIE A NASTAVENIA	44
5.3 NASTAVENIE INTERAKTIVITY - LOGICKÉ UZLY	46
6 VÝSLEDKY PRÁCE	51

ZÁVER	53
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	54
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOU A ZKRATIEK	56
ZOZNAM OBRÁZKOV	57
ZOZNAM PRÍLOH.....	59

ÚVOD

V súčasnosti je veľmi rozšírená vizualizácia pomocou 3D grafiky a taktiež narastá využitie rôznych webových technológií. Jednou s týchto technológií je aj WebGL, ktorá umožňuje vykresľovať 3D grafiku na akomkoľvek kompatibilnom prehliadači. Na tejto technológii je postavený rendering scény exportovanej modulom Blend4Web. Vďaka tomu je možné exportovať rôzne 3D scény s rôznymi nastaveniami a vlastnosťami, a vytvoriť tak plne funkčnú, samostatne pracujúcu webovú aplikáciu. Z tohto dôvodu vznikla aj táto práca.

V práci je popísaný postup tvorby jednoduchej scény zo základnými vlastnosťami a funkciami modulu B4W a zložitejšej scény s popisom logiky. Tieto scény boli následne exportované do formátu .html. Taktiež je jej súčasťou spracovaný preklad originálneho manuálu modulu.

V teoretickej časti je na začiatku popísaný stručný vývoj vizuálnej stránky modelovaného hradu. Od jeho výstavby až po súčasnosť. Ďalej sú opísané použité programy Blender a Adobe Photoshop CS5 Trial. Posledná časť je zameraná na samotný modul Blend4Web, kde sú podrobne popísané použité vlastnosti.

Praktická časť obsahuje dve scény, kde je najprv popísaný postup tvorby prvej, jednoduchej scény. Popis obsahuje podrobný postup pri modelovaní, nastavovaní logiky scény, vlastností a taktiež tvorbu materiálov a osvetlenia scény. Ďalej je popísaný aj postup tvorby druhej, zložitejšej scény hradu, nastavenie osvetlenia, vlastností, tvorby materiálov a aplikácie textúr pomocou UV mapovania. Popis obsahuje aj podrobné vysvetlenie logiky správania sa aplikácie exportovanej do HTML5. Na konci sú zhrnuté výsledky práce, jej využitie a popis obmedzení modulu B4W.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 ČACHTICKÝ HRAD

Pôvodne bol tento hrad postavený na ochranu pohraničného priechodu na Považie. V prvých etapách budovania hradu (2. polovica 13. storočia) bola vybudovaná hlavná veža s päťbokým pôdorysom na najvyššom bode brala. Okolo veže boli postavené hradby a nádvorie malo trojuholníkovitý nepravidelný tvar s dĺžkou 64m. [3][7]

Keď v rokoch 1399-1434 vlastnil hrad Ctibor zo Ctiboríc, dal postaviť dvojkrídlový východný palác. Taktiež pripojil aj druhý pás opevnenia okolo horného hradu s obrannou delovou baštou a muničným sklodom. Takisto pripojil k hradu hospodárske predhradie s dvoma hospodárskymi budovami, strážnou vežou a vežičkou nad vstupom do hradu, určenou hradnému kastelánovi.

Po tom, ako hrad prešiel do vlastníctva rodiny Orságovcov v rokoch 1436-1567, dali prebudovať obrannú vežu, ktorú navýšili a vo vnútri vybudovali kaplnku. Taktiež k hornému hradu pripojili západný palác, ktorý vytvoril ústredné palácové nádvorie. Takisto dobudovali tretí pás obranného opevnenia horného hradu - baštu, delový bastión a strieľne. Od roku 1569 vlastnil hrad Nádašdy a po jeho smrti manželka Alžbeta, ktorá rozšírila hrad o druhé predhradie slúžiace vojakom, ktorí bránili hrad.

Po roku 1708, kedy bol hrad značne poškodený a vyhorel, sa nekonali žiadne veľké zmeny, iba menšie úpravy na údržbu hradu robené aktuálnym majiteľom hradu.



Obrázok 1 Rekonštrukcia hradu z konca 17. storočia [3]

2 POUŽITÉ PROGRAMY

Pre vytvorenie tejto práce boli využité programy ako Blender (pre tvorbu 3D modelu) s modulom Blend4Web (pre nastavenie scény a export do HTML5) a Adobe Photoshop CS5 Trial (pre úpravu textúr).

2.1 Blender

Blender je open-source 3D modelovací software určený na vytváranie 3D modelov, animácií a editáciu videa, tvorbu počítačových hier, rôznych simulácií a renderingu. Pre pokročilejších užívateľov je k dispozícii Blender Python API pre skriptovanie, ktorým je možné prispôsobiť aplikáciu a vytvárať špecializované nástroje. Blender je vhodný pre jednotlivcov a malé štúdiá hlavne pre jeho dostupnosť, cenu a neustály vývoj. [1][2][4]

Blender je multiplatformový program a beží dobre na počítačoch s OS Linux, Windows, Macintosh a mnoho ďalších menej známych systémoch vďaka využitiu grafickej knižnice OpenGL. Je šírený pod GNU Generic Public License (GPL) a verejnosť má právo vykonávať zmeny v kóde.

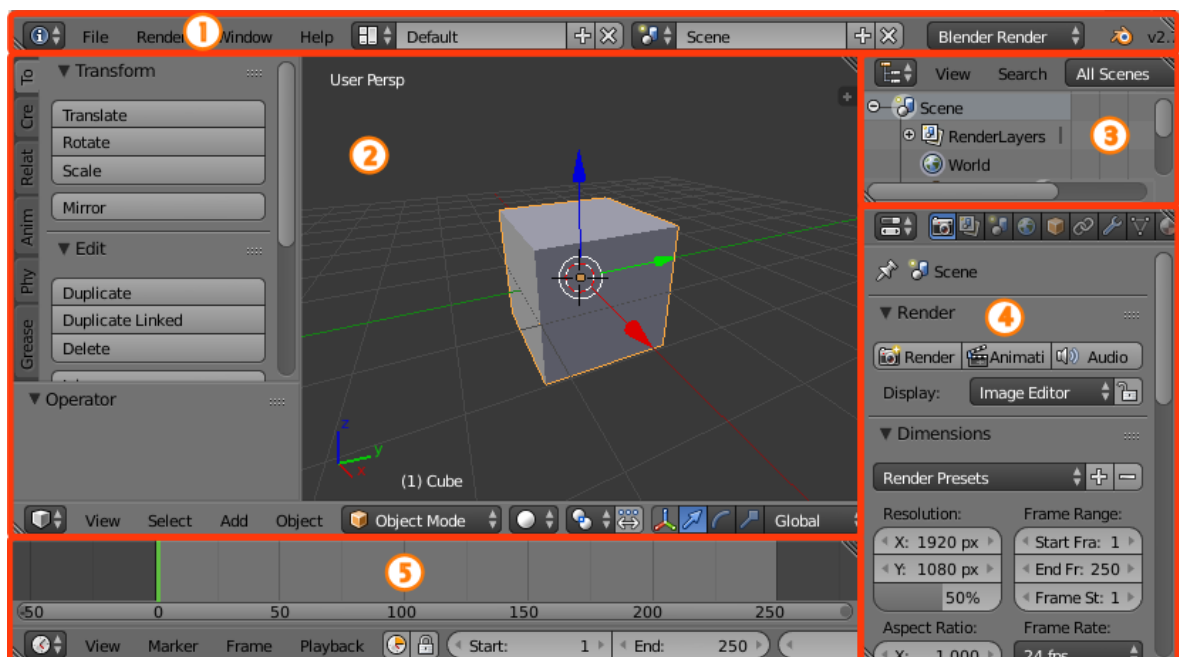
2.1.1 Užívateľské rozhranie

Po spustení programu sa zobrazí uvítacie okno, v ktorom môžete nájsť linky k dokumentácii, webovej stránke, dotácii a iným. Taktiež je tu možné zvoliť rozhranie a otvoriť naposledy použité projekty.



Obrázok 2 Úvodné okno Blender-u

Predvolený vzhľad pracovného prostredia sa skladá z piatich častí. V hornej časti sa nachádza informačný panel (1), kde je základné menu programu. Taktiež je tu možné zvoliť inú dispozíciu, scénu alebo engine. V strede sa nachádza hlavné a najväčšie okno pre modelovanie (2). Tu sa zobrazuje aktuálna scéna, do ktorej sa vkladajú objekty. Taktiež je tu panel s rôznymi nástrojmi v ľavej časti a panel objektu v pravej časti okna. V pravej časti rozhrania sú dve okná. Horné okno obsahuje stromovú štruktúru objektov s ich vlastnosťami (3). Spodné okno obsahuje nastavenia aktuálne zvoleného objektu, ako sú materiál, fyzika, modifikácie, rendering a iné (4). V spodnej časti sa nachádza časová os na vytváranie jednoduchej animácie a jej ovládanie (5).



Obrázok 3 Rozloženie okien v Blender-y [5]

Toto prostredie je možné ľubovoľne upravovať pridávaním rôznych okien, úpravou dispozície a veľkosti. Je však možné použiť už vytvorenú dispozíciu z výberu v hornom paneli. Je to výhodné, pretože tieto dispozície sú upravené presne na konkrétne úkony, ako napríklad animácia, modelovanie, tvorba a úprava textúr, herná logika a iné.

2.1.2 Typy zobrazovaných okien

V Blender-i je možné každé okno rozdeliť uchopením za pravý horný alebo ľavý dolný roh a potiahnutím hore alebo dole v závislosti od uchyteného rohu. Takým istým spôsobom je možné tieto okná zlúčiť. Pri zlučovaní sa zobrazí veľká šípka v okne, ktoré zanikne. [1][2][6]

Typy okien:

- **3D View** - okno scény slúži na prácu s objektmi a tvorbu scény. Obsahuje taktiež panely s rôznymi nástrojmi na tvorbu a editáciu objektov a ich vlastností.
- **Timeline** - časová os slúži na prácu s animáciou, s jej tvorbou a editáciou.
- **Graph Editor** - slúži predovšetkým na editáciu kľúčových snímok animácie a rýchlosti a formy prechodu.
- **Dope Sheet** - slúži na editáciu animácií a ukazuje, kedy presne nastane každá animácia a ako dlho potrvá. Slúži na lepšiu orientáciu v animácií objektov scény.
- **NLA Editor** - je určený na prácu s akciami a animačnými krivkami.
- **UV/Image Editor** - slúži na aplikovanie textúr na objekt, konkrétne na mapovanie textúr objektov.
- **Video Sequence Editor** - toto okno slúži na tvorbu animácií, ich editáciu a manipuláciu.
- **MovieClip Editor** - slúži na sledovanie či "maskovanie" filmov.
- **Text Editor** - editor textu slúžiaci na písanie poznámok alebo tvorbu scriptov.
- **Node Editor** - editor uzlov materiálu a textúr umožňujúci ich detailnejšie nastavenie a nastavenie rôznych vlastností, napríklad pri generovaní pseudonáhodných farieb lístia. Taktiež pri zvolení rôznych enginov slúži aj na editáciu iných vlastností, nielen na editáciu textúr.
- **Logic Editor** - okno na nastavenie správania rôznych objektov pri tvorbe aplikácií.
- **Properties** - jedno z najčastejšie využívaných okien slúžiace na nastavenie renderingu (vykresľovania), scény, okolitého prostredia, vlastností objektu, fyziky, textúr, časticových systémov a rôznych iných vlastností.
- **Outliner** - okno obsahujúce stromovú štruktúru objektov v scéne a ich vlastností.
- **User Preferences** - okno na nastavenie rôznych užívateľských nastavení.
- **Info** - okno obsahujúce základné menu, voľbu dispozície, scény a enginu.
- **File Browser** - okno prehliadača zložiek.
- **Python Console** - konzola na písanie Python scriptov.

2.1.3 Blender 2.76 a 2.77

Počas písania tejto práce som pracoval s dvomi verziami Blender-u. V staršej verzii (2.76) oproti predošlým verziám, kde pribudla podpora Pixar OpenSubdiv a zvýšil sa výkon prehliadača súborov (File Browser) a Viewportu. Taktiež pribudla funkcia auto-offset pri používaní uzlov, ktorá automaticky po vložení uzlu medzi dva iné, tieto uzly preusporiada. Ďalej pribudol efekt textu pri spracovaní videa, čo doposiaľ nebolo možné a text sa pridával ako objekt zo scény, čo spôsobovalo, že renderovanie videa trvalo niekoľkonásobne dlhšie. Niekedy 8 až 10-krát dlhšie. [8]

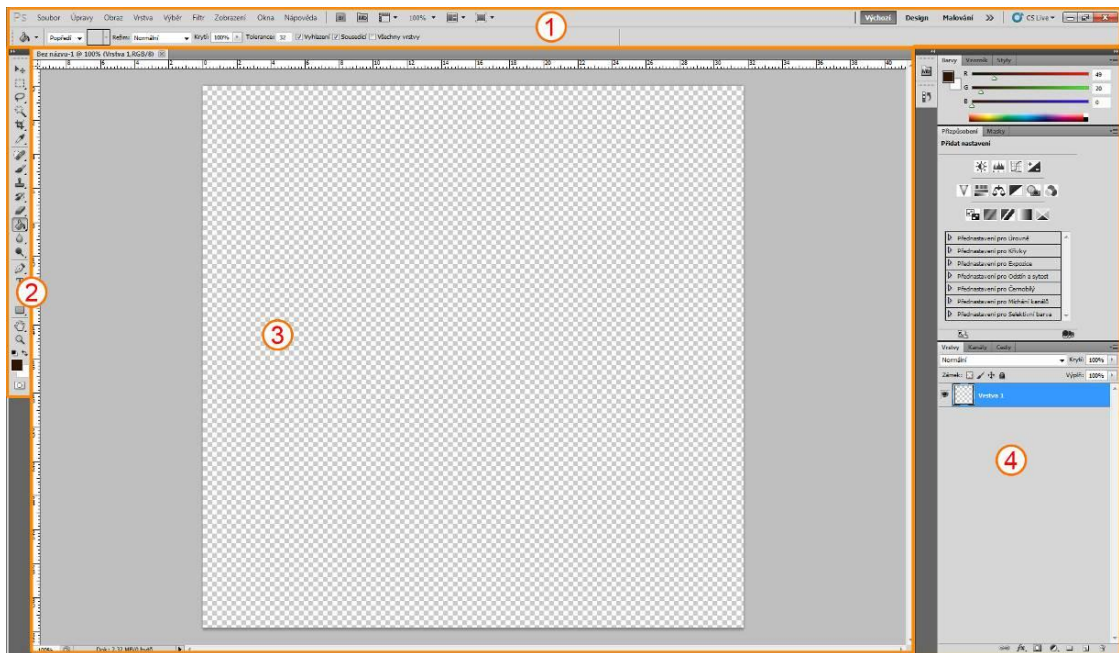
Vo verzii 2.77 zas prišla podpora OpenVDB pre kešovanie dymu - volumetrickej simulácie, vylepšené cykly Subsurface Scattering, prepracovaná knižnica na riadenie chýbajúcich a zmazaných datablokov. Vylepšené nástroje pre maľovanie a modifikátory. Taktiež bolo opravených viac ako 100 chýb a s touto verzou sa takisto zrušila podpora pre Windows XP a sCons.

2.2 Adobe Photoshop CS5 Trial

Je to profesionálny grafický program na tvorbu a editáciu obrázkov animácií. Primárne je tento program určený na tvorbu rastrovej grafiky. Umožňuje použiť rôznych nástrojov a efektov na jej úpravu. Podporuje veľké množstvo grafických formátov.

2.2.1 Uživatelské rozhranie

Užívateľské rozhranie programu má štandardné rozloženie prvkov. V hornej časti sa nachádza panel s hlavným menu (1), ktoré obsahuje záložky, ako sú *Soubor*, *Úpravy*, *Obráz*, *Filtr* a iné. Taktiež tu môžeme nájsť nastavenia aktuálne zvoleného nástroja z panela nástrojov v ľavej časti rozhrania (2). V strede sa nachádza pracovná plocha programu slúžiacca na zobrazenie a úpravu obrázku (3). V hornej časti tejto plochy sa nachádzajú záložky, ktorými je možné sa prepínať medzi rozpracovanými projektmi. V pravej časti rozhrania môžeme nájsť okná s rôznym účelom (4). Horné okno slúži na nastavenie farieb, štýlov a po kliknutí na ikonky v ľavej časti tohto okna sa rozbalí ponuka rôznych kresliacich nástrojov. V strede je okno obsahujúce nástroje na úpravu farieb, ako je úprava jasů a kontrastu, krivky, úrovne, živosť či odtieň a sýtosť. V spodnom okne sa nachádzajú záložky s vrstvami, kde je možné nastaviť zobrazenie jednotlivých vrstiev a taktiež po dvojklíku na príslušnú vrstvu sa zobrazí okno nastavenia štýlov, záložka kanálov a ciest.



Obrázok 4 Rozhranie programu Adobe Photoshop CS5

2.2.2 Gaussovské rozostrenie

Tento filter rozostří výber s nastaviteľnou mierou rozostrenia. Filter Gaussovské rozostrenie pridáva nízko-frekvenčné detaily a vytvára tak efekt zahmlenia. Názov Gaussovský dostal podľa toho, že tvar krivky je v tvare zvonu, ktorá sa generuje pri aplikovaní váženého priemeru obrazových bodov. Tento filter sa nachádza v sekcii **Filtr > Rozostření**. [15]

2.2.3 Výber nástrojom kúzelná palička

Tento výberový nástroj umožňuje vybrať rovnako zafarbenú oblasť bez toho, aby bolo nutné obkresľovať obrys. [15]

Tolerancia - Určuje rozsah farieb vybraných obrazových bodov. Hodnota sa zadáva v rozsahu od 0 do 255. Čím vyššia hodnota, tým sa vyberie širší rozsah farieb.

Susediace - Vyberie sa iba susediaca oblasť s podobnými farbami. Inak sa vyberú obrazové body v celom obraze s podobnou farbou.

2.2.4 Režimy prelínania

Normálny - predvolený režim. Maľuje každý z obrazových bodov na výslednú farbu. [15]

Farba - výslednú farbu vytvára so svetlosťou základnej a z odtieňa a sýtosťou miešanej farby. Zachovávajú sa tak úrovne sivej. Tento režim je vhodný pre kolorovanie čiernobielych a tónovanie farebných obrazov.

3 BLEND4WEB

Blend4Web je webovo orientovaný 3D engine určený pre modelovací program Blender. Slúži na vytváranie interaktívnych trojrozmerných vizualizácií doplnených zvukovým podkladom pre webové prehliadače. Teda je určená pre vizualizácie, prezentácie, hry, on-line obchody a veľa ďalších aplikácií. [9]

Technicky je Blend4Web knižnica pre webové stránky a Blender addon. Taktiež obsahuje niektoré nástroje pre ladenie a optimalizáciu. Využíva WebGL a ďalšie technológie prehliadača bez nutnosti inštalácie zásuvných modulov.

WebGL

Je jedna z moderných technológií používaná webovými prehliadačmi, ktorá mu umožňuje vytvárať 3D grafiku pre akýkoľvek kompatibilný prehliadač. Slúži ako softvérová knižnica pre programovací jazyk JavaScript. Kód WebGL sa spúšťa na grafickej karte počítača. [9][10]

Výhoda WebGL pre dizajnéra webových aplikácií je vytváranie 3D scény bez nutnosti programovania a to pomocou programov pre vytváranie obsahu ako sú Blender alebo Autodesk Maya.

3.1 Webový Prehrávač (Web Player)

Je to špeciálna aplikácia pre renderovanie modelov a scén v demonštračnom režime.

Používanie

Môžete skopírovať adresár, ktorý obsahuje Web Player z Blend4Web SDK a umiestniť ho na svoje webové stránky z adresy `deploy/apps/webplayer`. Taktiež môžete na svoje webové stránky umiestniť súbory exportovaných scén a zadať k nim cestu s parametrom **load** pre Web Player. Scénu je možné načítať s rôznymi parametrami, ktoré majú vplyv na následné zobrazenie scény. Parametre sa zadávajú do url adresy za znak „?“ . [11]

Príklad parametrov: `load, fallback_image (_video), show_fps, autorotate, alpha, no_social, compressed_textures`.

Ak je scéna exportovaná do jedného HTML dokumentu, je webový prehrávač automaticky integrovaný v tomto súbore.

Navigácia

Kamera v módoch **Target** a **Eye** je ovládaná pomocou stlačeného tlačidla myši a jej pohybom alebo klávesami **W**, **S**, **A**, **D**, **R**, **F** (dopredu, dozadu, vľavo, vpravo, hore, dole). Tak tiež je podporovaná numerická klávesnica. [11]



Obrázok 5 Počítačová a mobilná verzia navigácie webového prehrávača

3.2 Objekty

Objekty sú určené na umiestnenie komponentov rôznych typov (mesh, kamery, svetlá atď.) v priestore 3D scény. [12]

3.2.1 Druhy

Engine podporuje nasledujúce typy objektov [12]:

- mesh (je kolekcia vrcholov, hrán a plôch, ktoré definujú tvar objektu),
- kamera,
- lampa,
- prázdny,
- armature (potrubie),
- reproduktor,
- krivka,
- text,
- metaball (organicky vyzerajúci n-rozmerný objekt),
- surface (povrch).

3.2.2 Statické a dynamické objekty

Statické objekty sú objekty, ktoré môžu byť zlúčené, ak majú rovnaký materiál. [12]

Dynamické objekty sú objekty, ktoré nemôžu byť navzájom kombinované.

Iba objekty typu **Mesh**, **Kamera** a **Armature** môžu byť dynamické. Ostatné typy objektov sú statické. Predmety, ktoré obsahujú animáciu, fyziku alebo rodiča, ktorý je dynamickým objektom, sú považované za dynamické.

Pohyb objektu pomocou API je možné iba pri dynamických objektoch. Aby bol možný pohyb objektov bez dynamických vlastností, je nutné aktivovať voľbu **Force Dynamic Object**.

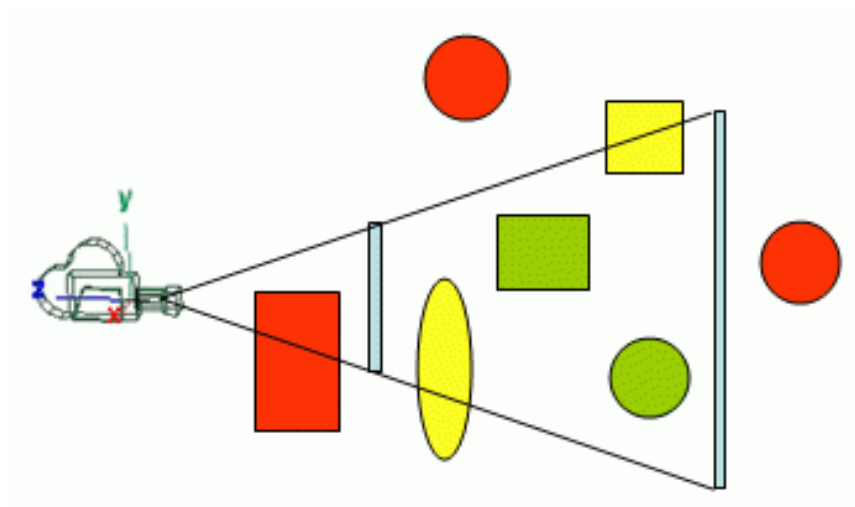
3.2.3 Nastavenia

Pre všetky typy objektov sú podporované nasledujúce nastavenia: transformovať, referenčné údaje, nadradený objekt, členstvo v skupine a sada špeciálnych vlastností Blend4Web. [12]

Tabuľka objektu

- **Transform**
 - **Location**
Súradnice polohy
 - **Rotation**
Uhol natočenia. Pre rotáciu môžu byť použité všetky dostupné režimy, avšak len **Quaternion (WXYZ)** a **XYZ Euler** sú podporované pre animáciu objektu.
 - **Scale**
Všetky 3 zložky X, Y aj Z by mali byť rovnaké. Scaling (zmena mierky) pre fyziku objektov nie je podporovaná.
- **Relations**
 - **Parent**
Odkaz na nadradený objekt.
V prípade, že nadradený objekt je kamera, bude sprístupnené nastavenie **Viewport Alignment**.
 - **Alignment**
Určuje do akej strany bude objekt zarovnaný. Predvolené zarovnanie je **Center** (na stred).
 - **Distance**
Určuje vzdialenosť medzi zarovnaným objektom a kamerou. Predvolené je 10.
 - **Fit to Camera**
Toto tlačidlo je možné použiť, aby bol objekt zarovnaný na stred výrezu kamery.
- **Export Options**
 - **Do Not Export**
Neexportuje tento objekt.

- **Apply Modifiers**
Použiť modifikátory daného objektu pri jeho exporte. V prípade, že je použitý modifikátor **SKIN**, je vhodné ho aplikovať pred exportom, pretože resetuje farbu vertexov a UV vrstvy, čo môže viesť k chybám.
- **Apply Scale and Modifiers**
Pri exporte aplikuje modifikátory a zmeny v mierke pre objekt.
- **Export Vertex Animation**
Export najprv vytvorí a uloží vertex animácie. Použiteľné len pre objekty typu **MESH**.
- **Export Shape Keys**
Exportuje kľúče. Použiteľné len pre objekty typu **MESH**.
- **Animation**
 - **Apply Default Animation**
Použiť predvolené animácie. Po načítaní začne prehrávanie animácie priradenej k objektu.
 - **Behavior**
Správanie animácie po dosiahnutí poslednej snímky:
 1. *Finish Stop* - stop
 2. *Finish Reset* - stop a chod' od prvej snímky
 3. *Loop* - opakovať donekonečna
- **Rendering Properties**
Nastavenia renderingu
 - **Do Not Render**
Zakáže renderovanie objektu.
 - **Disable Frustum Culling**
Zakáže "Frustum Culling" optimalizáciu. Táto optimalizácia renderuje všetko, čo je v zábere kamery. Ostatné objekty nerenderuje.

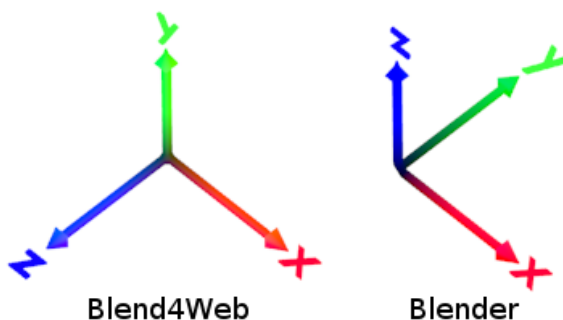


Obrázok 6 Princíp frustum culling [18]

- **Force Dynamic Object**
Prinúti objekt, aby bol dynamický.
- **Dynamic Gemetry**
Dynamická geometria umožňuje cez B4W API nerešpektovať geometriu objektu.
- **Shadows**
 - **Cast**
Objekt bude vrhať tieň.
 - **Cast Only**
Objekt bude vrhať tieň, ale sám o sebe ostane neviditeľný. Táto možnosť bude prístupná po aktivácii **Cast**.
 - **Receive**
Na objekte sa budú zobrazovať tieň od ostatných objektov.
- **Selection and Outlining**
 - **Selectable**
Aktivuje možnosť výberu objektu pomocou myši alebo iného vstupného zariadenia.
 - **Enable Outlining**
Aktivuje obrys pre objekt.
- **Reflections**
 - **Reflexible**
Ak je povolené, objekt sa odráža v dynamických zrkadlových plochách.
 - **Reflexible Only**
Objekt sa bude odrážať, ale sám o sebe ostane neviditeľný. Táto možnosť bude prístupná po aktivácii **Reflexible**.
 - **Reflective**
Ak je povolené, objekt od povrchu odráža iné objekty.
 - **Reflection Plane**
Textové pole pre meno prázdneho objektu, ktorý definuje odraz. Táto možnosť bude prístupná po aktivácii **Reflective**.

3.2.4 Rozdiely medzi súradnicovými systémami Blender a Blend4Web

V súradnicovom systéme Blender-u je vektor **Hore** reprezentovaný osou Z. B4W používa pre tento účel osu Y ako je to obvyklé v OpenGL. Teda súradnicový systém je v engine B4W otočený o 90° okolo osi X vzhľadom k Blender-u. [12]



Obrázok 7 Znáozornenie súradnicového systému v Blend4Webe a Blender-i

API používa súradnice enginu, takže môžu fungovať odlišne v porovnaní s nastavením parametrov v Blender-i.

3.3 Kamera

Nastavenia kamery nájdete v paneli **Properties** (Vlastnosti) pod kartou **Camera**. Pravdepodobne najdôležitejšie nastavenia sú **Lens** (Šošovka) a **Camera Move Style**. [13]

Lens

V nastaveniach **Lens** môžete nastaviť spôsob zobrazenia, či už pri renderingu alebo pri exporte do formátu .json a .html. Ďalej je možné nastaviť posunutie a vzdialenosť vykresľovania objektov v 3D scéne.

3.3.1 Camera Move Style

V tejto sekcii sa nastavujú limity kamery, štýl zobrazenia, sústredenie alebo rýchlosť posunu a priblíženia. [13]

Move style

V štýle pohybu kamery je možné voliť medzi štyrmi módmi:

- **Target**
Je nastavený ako predvolený režim. V tomto režime je kamera fixovaná na jeden bod (target) a otáča sa okolo neho. Tento bod je možné nastaviť v sekcii **Target Location** buď ručne, alebo pomocou tlačidla "Look At Cursor" pre skopírovanie pozície 3D kurzora.
- **Eye**
Režim "oka" umožňuje rotáciu a transláciu (pohyb) ako v pohľade prvej osoby.
- **Hover**
V tomto režime sa kamera pohybuje rovnobežne s vodorovnou rovinou.

- **Static**

V statickom režime sa kamera môže presunúť pomocou animácie alebo prostredníctvom volania funkcií API.

Camera Velocities

V jednotlivých poliach je možné nastaviť rýchlosť posunu, rotácie a priblíženia sa k bodu otáčania.

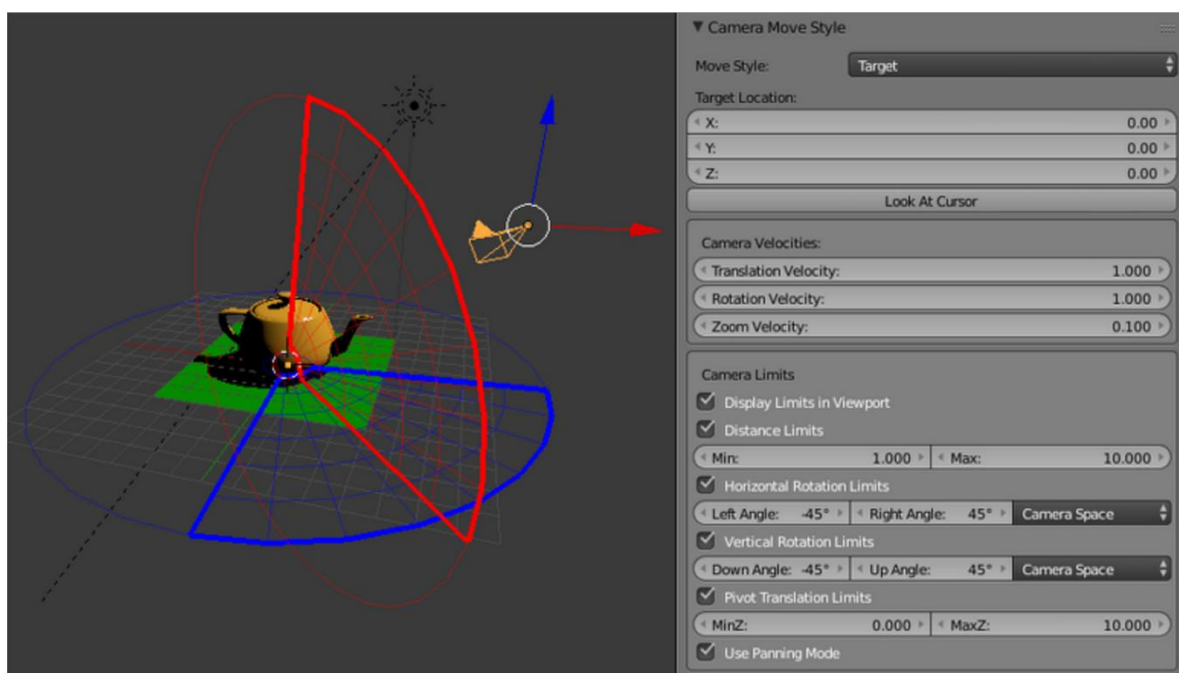
Nastavenie rýchlosti posunu a rotácie je možné pri zvolení jedného z prvých troch režimov pohybu v intervale od 0 do ∞ , kde je predvolená hodnota rovná 1. Rýchlosť priblíženia je možné nastavovať len pri zvolení režimov **Target** a **Hover** v intervale od 0 do 0.99 s predvolenou hodnotou 0.1.

Camera Limits

Aktiváciou vlastnosti **Display Limits in Viewport** je možné vizuálne zobrazit' limity pre kameru, čo je veľmi užitočná vlastnosť pri ich nastavovaní.

Ďalej je možné aktivovať jednotlivé limity, ako sú minimálna a maximálna vzdialenosť, vertikálne a horizontálne uhly a iné.

Aktiváciou alebo deaktiváciou vlastnosti **Panning Mode** môžeme povoliť alebo zakázať posun po 3D scéne.



Obrázok 8 Nastavenie limitov kamery a ich vizuálne znázornenie

3.4 Animácia

Animácia v Blender-i sa vykonáva pomocou kľúčových snímkou. Obecne animácia mení parametre objektu v čase. Engine podporuje nasledujúce typy animácie [16]:

- Animácia objektu v zmysle transformácie objektu ako celku.
- Animácia kostí. Deformácia objektu pomocou kostí (Skeletal Animation).
- Vertexová animácia. Deformácie objektov môže byť zaznamenané v snímkach (framoch) a reprodukované v engine.
- Parametrizácia audio zdrojov. Je možné animovať hlasitosť aj pitch (stúpanie).
- Animácia výstupnej hodnoty v uzle materiálov.
- Ohýbanie vetrom - procedurálna animácia.
- Emisia častíc.

Riadenie animácie

Sú dva spôsoby, ako ovládať animáciu:

1. Automaticky, aktiváciou animácie na príslušnom paneli a zvolením parametra správanie (Behavior). V tomto prípade bude vhodná metóda animácie zvolená engineom a prehrávanie začne ihneď po načítaní scény. V prípade animácie kostí je akcia, ktorá je priradená k objektu v **Action Editor** prehraná v predvolenom nastavení.
2. V aplikácii pomocou API používaním metód animačného modulu.

Pre ladenie animácie sa využíva rozhranie **Animation**.

Animácia objektu

Pre animáciu objektu je pomocou kľúčových snímkov možné využiť nasledujúce typy:

- *Location* - poloha. Súradnice objektu v priestore scény.
- *Rotation* - rotácia. Je potrebný režim **XYZ Euler** alebo **Quaternion (WXYZ)**.
- *Scale* - zmena veľkosti. Pre zaistenie správneho výsledku by mali byť mierky vo všetkých osiach rovnaké.

A kombináciu týchto typov.

Ak je animovaný mesh objekt, je potrebné aktivovať vlastnosť **Force Dynamic Object**.

Predvolená animácia

B4W má tiež možnosť automaticky prehrať animácie. Na to je potrebné povoliť parameter **Apply Default Animation** v sekcii **Animation** na paneli **Object** objektu, ktorý chcete animovať. Sú podporované animácie kostí a objektu.

Animácia sa spustí ihneď po načítaní aplikácie a prehráva sa podľa nastaveného správania (**Behavior**) od prvého snímku nastaveného v aplikácii, až po posledný bez možnosti nastaviť počiatočné a koncové snímky.

3.5 Materiály

Materiály obsahujú popis vlastností povrchu objektu, ako sú priehľadnosť, odrazivosť, reakcia na svetlo, informácie o fyzikálnych parametroch a iné.

Objekty môžu obsahovať jeden alebo viac materiálov. Každému polygónu je možné priradiť vlastný materiál pomocou **Edit Módu**. Stačí vybrať požadované polygóny, materiál zo zoznamu a kliknúť na tlačidlo **Assign**. [14]

Podporované typy materiálov sú: **Surface**, **Halo**.

3.5.1 Nastavenie osvetlenia

Diffuse [14]

- **Color**
Tu sa po kliknutí nastavuje farba materiálu. Predvolená hodnota je 0.8 pre všetky zložky RGB.
- **Intensity**
Nastavenie intenzity svetla materiálu. Predvolená hodnota je 0.8.
- **Shader**
Umožňuje nastaviť algoritmus tieňovanie pre rozptýlenie. Predvolený algoritmus je **Lambert**.

Specular

Umožňuje nastaviť odrazy materiálu.

- **Color**
Farba odrazu. Predvolená farba je biela (1,1,1). Tá môže interagovať so zrkadlovým zobrazením mapy na displeji.
- **Intensity**
Intenzita zrkadlenia svetla. Východisková hodnota je 0.5.
- **Hardness**
Exponent vo vzorci pre výpočet zrkadlenia tieňovania. Východisková hodnota je 50. Vzorce použité pre výpočet sa mierne líšia od iných enginov v Blender-y.
- **Shader**
Umožňuje nastaviť algoritmus tieňovanie pre zrkadlenie. Predvolený algoritmus je **CookTorr**.

Shading

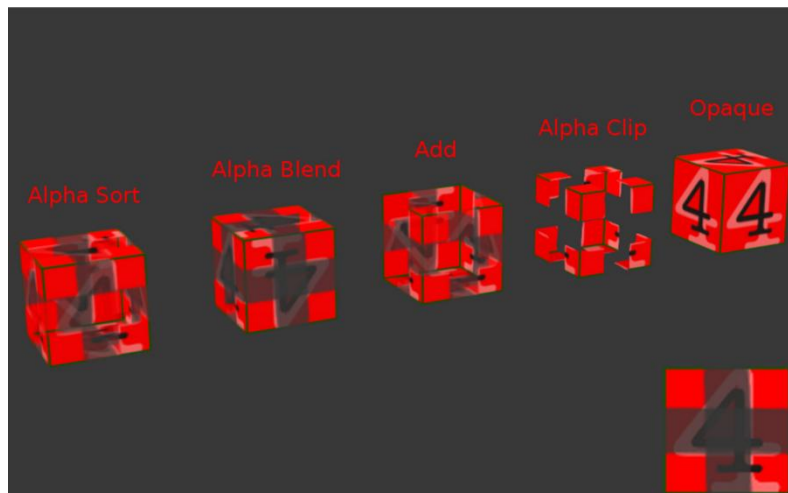
- **Emit**
Intenzita emisií. Východisková hodnota je 0.
- **Ambient**
Vplyv okolitých faktorov na materiál. Východisková hodnota je 1.
- **Shadeless**
Ak je povolené, nereaguje na svetlo. Predvolene je táto voľba vypnutá.
- **Double-Sided Lighting**
Aktivuje režim obojstranného osvetlenia. Táto voľba je užitočná pre nepriehľadné jednovrstvové objekty.

3.5.2 Priehľadnosť

Priehľadnosť sa aktivuje zaškrtnutím políčka **Show Transparency**. [14]

Druhy

- **Alpha Sort**
Transparentné s gradientom. Je to jediná možnosť, pri ktorej engine triedi polygóny podľa vzdialenosti kamery, aby bolo použité správne prekrytie priehľadných plôch. Je výpočtovo náročná a odporúča sa používať túto možnosť na uzavreté objekty ako fľaša, autosklo, ...
- **Alpha Blend**
Transparentné s gradientom. Odporúča sa použiť na neuzavreté transparentné objekty, ako napr. vodná hladina a pod.
- **Add**
Transparentné s gradientom. Engine deaktivuje (zakáže) zapisovanie do hĺbkovej vyrovnávacej pamäte, ktorá zabezpečuje transparentnosť povrchov, ktoré majú byť rendrované v ľubovoľnom poradí.
- **Alpha Clip**
Transparentné bez gradientu. Ak je priehľadnosť menšia ako 0.5, engine tieto pixely vyradí. Odporúča sa použiť túto možnosť ako masku textúr s menšími detailmi.
- **Opaque**
Bez priehľadnosti. Je nastavený ako predvolený. Ignoruje alfa kanál.



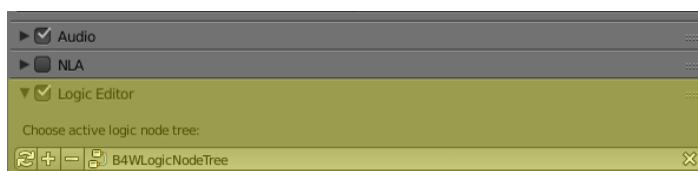
Obrázok 9 Vizuálne znázornenie jednotlivých možností priehľadnosti

Ďalšie možnosti

- **Alpha**
Úroveň priehľadnosti materiálu. Engine B4W, na rozdiel od Blender-u, ignoruje tento parameter, ak textúra obsahuje hodnoty alpha. Tieto hodnoty sa použijú namiesto nastavenej hodnoty.
- **Z Offset**
Táto voľba výslovne určuje relatívne polohovanie poradia objektov s rôznymi materiálmi, ktorých účelom je hĺbkové triedenie. Môže nadobúdať kladné aj záporné hodnoty. Zabezpečuje správne vykresľovanie (nižšia hodnota parametru - vykresľovanie vzdialenejšieho objektu).

3.6 Logické uzly

Vizuálne programovanie sa vykonáva tým, že v logickom strome sa vytvoria logické uzly. Tieto uzly môžu rozšíriť funkčnosť scény bez nutnosti programovania. Pre aktiváciu logiky scény je potrebné aktivovať **Logic Editor** na karte **Scene** a vybrať príslušný logický strom. [17]



Obrázok 10 Nastavenie aktívneho logického stromu

Pre úpravu stromu je potrebné sa prepnúť do **Node Editor** a vybrať daný strom.

Uzly samotné sú logické bloky, ktoré sa spúšťajú z uzla **Entry Point**, ktorý má len jeden výstupný parameter. Všetky ostatné uzly majú aspoň jeden vstupný a jeden výstupný pa-

parameter a môžu byť vložené kamkoľvek v logickom strome až na **Page Redirect**, ktorý má len jeden vstupný parameter, a tak ukončuje danú vetvu stromu. Uzly, ktoré majú viac výstupov, slúžia na vetvenie stromu. Pre realizáciu zložitejšej logiky je možné využiť jeden z 8 registrov, do ktorých je možné uložiť jednu číselnú hodnotu (napr. hodnoty života postavy, počet opakovaní udalosti a iné).

3.6.1 Uzly

Na vstup sa privádza predošlý uzol. V prípade, že je vedľa parametru checkbox s názvom *Variable*, je možné tento parameter nastaviť pomocou hodnoty v registri. [17]

Entry point

Vstupný bod je miesto, kde začína skript. Pomocou viacerých vstupných bodov je možné vytvoriť viacvláknovú aplikáciu. Obsahuje len jeden výstup, na ktorý sa pripojí ďalší uzol.

Switch Select

Využíva sa na sledovanie výberu objektu zo zoznamu objektov. Na výstup sa pripájajú uzly, ktoré sa majú vykonať po kliknutí na príslušný objekt zo zoznamu. Slúži teda ako switch.

Výstupy:

- *Hit* - ak bol príslušný objekt zo zoznamu vybraný,
- *Miss* - ak nebol vybraný ani jeden z objektov zo zoznamu.

Uzol obsahuje toľko parametrov, koľko objektov sleduje. Do jedného parametru sa zadá sledovaný objekt.

Condition Jump

Prejde na určený uzol ak je splnená určitá podmienka medzi operandmi. Obsahuje dva výstupy na ktoré sa pripájajú uzly ak bola daná podmienka splnená (*True*) alebo nie (*False*).

Podmienky:

- *Equal* - ak sú operandy rovné,
- *Not Equal* - ak nie sú rovné,
- *Less Than* - ak je prvý operand menší ako druhý,
- *Greater Than* - ak je prvý operand väčší ako druhý,
- *Less Than Or Equal* - ak je prvý operand menší alebo rovný druhému,
- *Greater Than Or Equal* - ak je prvý operand väčší alebo rovný druhému.

Move Camera

Používa sa na presunutie kamery, vrátane hladkej interpolácie jej pozície. Do parametrov tohto uzlu sa postupne zadáva kamera, na ktorej bude vykonaná animácia, objekt, na ktorého súradnice sa kamera presunie a ďalší objekt, na ktorý sa kamera sústreďí. Ďalej sa nastavuje čas v sekundách, ktorý určuje dĺžku presunu.

Show Object a Hide Object

Používajú sa na zobrazenie (**Show**) alebo skrytie (**Hide**) 3D objektu, ktorý sa zadáva ako parameter v uzle. Na výstup sa privedie nasledujúci uzol.

Transform Object

Môže byť použitý na transformáciu polohy (*Location*), rotácie (*Rotation*) a mierky (*Scale*) objektu zadaného ako parameter. Na výstup sa privádza ďalší uzol.

Príslušné parametre transformácie polohy a rotácie sa vykonávajú zmenou veľkosti hodnôt parametrov *X*, *Y* a *Z*. Zmena mierky obsahuje len jeden parameter, ktorý určuje násobok vzhľadom na aktuálne rozmery. Taktiež je možné nastaviť transformáciu ako relatívnu k príslušnému objektu alebo absolútnu. Posledný parameter nastavuje trvanie transformácie.

Play timeline

Môžu byť použité na ovládanie NLA animácie. Prvý z uzlov animáciu naštartuje od snímku na časovej osi, ktorý má určený ako *Start Marker* (značka) až po *End Marker*.

Outline

Kontroluje obrysový efekt objektu. Ako prvý parameter sa zadáva kontrolovaný objekt. Ďalej sa nastavuje operácia, ktorá sa má vykonať:

- *PLAY* - spustí animáciu obrysu
- *STOP* - zakáže animáciu obrysu
- *INTENSITY* - nastavuje intenzitu obrysu

Variable Store

Ukladá do premennej číslo alebo reťazec. V prípade vytvorenia novej premennej (*New variable*) je možné do kolónky s menom (*Var. name*) napísať vlastný názov premennej a taktiež nastaviť, či má byť premenná globálna (*Global*) alebo nie. Inak je možné si vy-

brať z ôsmich predvolených. Ďalej je možné si vybrať typ premennej *Number* (číslo) alebo *String* (reťazec, text) a zadať jej hodnotu. Na výstup sa privedie ďalší uzol.

Console Print

Tento uzol slúži pre výpis hodnoty premennej a ďalšieho textu na konzolu webového prehliadača. Ako prvý parameter sa zadá ľubovoľný text ako správa a ďalej sa tlačidlom + pridajú premenné, ktoré chceme vypísať (nemusí byť žiadna).

Rerute

Tento prvok nemá žiadnu inú funkciu, len odovzdá riadenie ďalšiemu prvku. Tieto prvky môžu byť použité na vytvorenie cyklickej štruktúry alebo na ľahšiu orientáciu v logickom strome.

3.6.2 Ladenie

Na účely ladenia sa niektoré uzly logického stromu dajú stlmiť tlačidlom **M**. Takto tlmené uzly sa nevyhodnocujú a riadenie odovzdajú ďalšiemu. V prípade, že má tlmený uzol dva výstupy, pokračuje sa na uzol pripojený na výstup typu *Miss* alebo *False*. [17]

3.7 Postprocesné efekty

Outlining

Ako výsledok efektu sa okolo objektu zobrazí farebný obrys ohraničujúci tento objekt. [20]



Obrázok 11 Príklad efektu Outlining

Orámovanie je aktivované programovo cez API. Je možné aktivovať rôzne animácie, ako sú konštantná žiara, miznúca (fading out) žiara, pulzujúca žiara a iné. Pre nastavenie jednej z týchto animácií na objekt je potrebné aby bol v sekcii **Object Outlining** nastavený para-

meter **Enable** na **ON** alebo **AUTO** a v sekcii **Selection and Outlining** na karte **Object** povolený parameter **Enable Outlining**.

- **Enable Outlining**
Aktivuje obrys pre objekt.
- **Duration**
Doba trvania animácie obrysu v sekundách. Predvolená je 1 sekunda.
- **Period**
Periódá opakovania animácie obrysu v sekundách. Predvolená je 1 sekunda.
- **Relapses**
Počet iterácií (opakovaní) animácie obrysu. Ak je hodnota nastavená na 0, animácia sa opakuje donekonečna. Predvolená hodnota je 0.
- **Outline on Select**
Aktivuje animáciu obrysu pri výbere objektu. V tomto prípade musí byť povolená možnosť **Selectable**. V prípade, že je animácia obrysu modelu definovaná užívateľom, musí byť táto voľba vypnutá, aby sa tak predišlo možným konfliktom.

Na paneli **Render > Object Outlining**:

- **Factor**
Pri poklese tohto parametru poklesne aj hrúbka a jas ožiarenia okolo objektu. Predvolená hodnota je 1.

3.8 Normálový editor

Editácia normály je vcelku jednoduchá a efektívna cesta, ako upraviť zatiernenie 3D objektu bez nutnosti komplikovať jeho geometriu. V niektorých prípadoch je výsledok rovnaký, ako pri použití normálových máp. Editovaným normálam sa dáva prednosť, pretože sú výpočtovo efektívne a spotrebovávajú menej pamäte. [21]

Editácia normál sa vykonáva v režime **Edit Mode** a zmeny sú ukladané automaticky. Rozhranie editora je umiestnený na paneli nástrojov v ľavej časti rozhrania v sekcii **Blend4Web**. Pred prácou s editorom by mal byť aktivovaný režim tieňovania **Smooth** a stlačené tlačidlo **Active** v editore, alebo by mala byť aktivovaná vlastnosť **Auto Smooth**.

V každom bode objektu sa nachádza toľko normál, koľko plôch má tento bod spoločný. Jednotlivé normály je možné upravovať zvlášť, ak je aktivovaný **Split Mode** a medzi nimi sa prepína zvolením indexu vedľa tohto tlačidla. Ak tento mód nie je aktívny, normály sa upravujú ako by bola len jedna. Toho je možné dosiahnuť aj v režime **Split Mode** stlačením tlačidla **Average Split** a tak sa tieto normály spoja. Ich rozdelenie je možné stlačením tlačidla **Restore**, kedy sa normály vrátia do východiskového stavu.

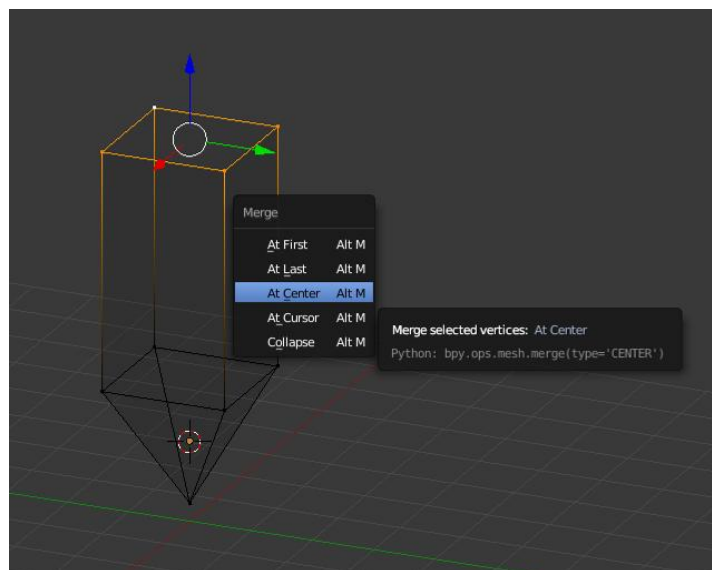
II. PRAKTICKÁ ČASŤ

4 MODELOVANIE A NASTAVENIE JEDNODUCHEJ SCÉNY

V prvom modeli budú prezentované základné vlastnosti modulu B4W. Predovšetkým tie, ktoré nebudú použité v druhom priloženom modeli, ako sú odrazivosť, niektoré transformácie a prehrávanie časovej osi.

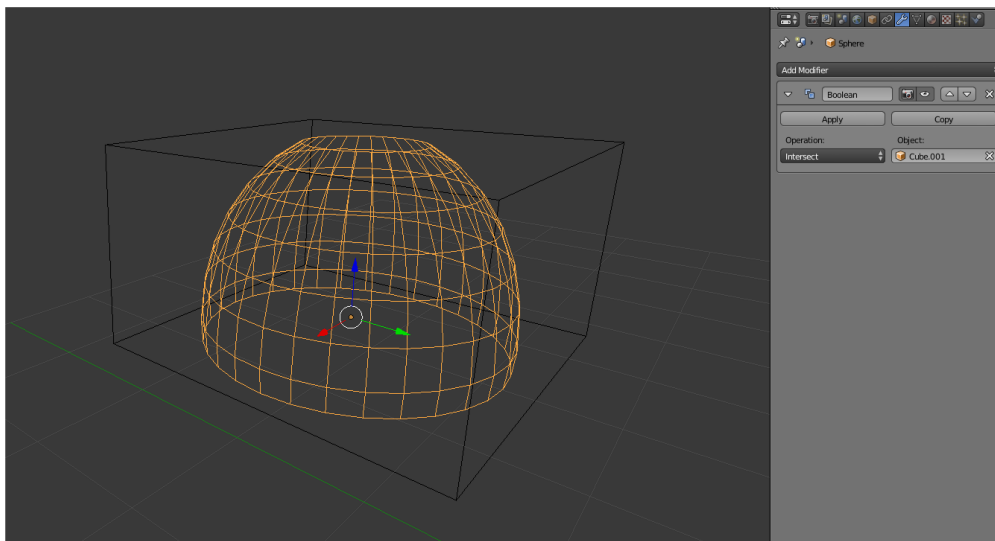
4.1 Modelovanie

Na začiatku bola prázdna scéna, do ktorej bol pridaný **Mesh** objekt **Cube** a posunut sa po osi Z hore tak, aby bola spodná časť objektu nad mriežkou ($Z = 1.3$). Následne sa klávesou TAB preplo do editačného módu. V tomto móde sa vybrali 4 vertexové body na spodnej časti kocky a klávesovou skratkou ALT + M sa zobrazilo okno **Merge**, kde zvolením možnosti **At Center** boli tieto vybrané body spojené v strede. Ďalej sa vybrali vrchné 4 body a klávesou E (**Extrude** - vystrčiť) a Z sa vytiahli v osi Z do asi dvojnásobnej výšky ako je výška objektu. Následne klávesovou skratkou ALT + M a vybraním možnosti **At Center** boli body spojené v strede. Takto vznikol objekt „diamant“.



Obrázok 12 Modelovanie objektu „diamant“

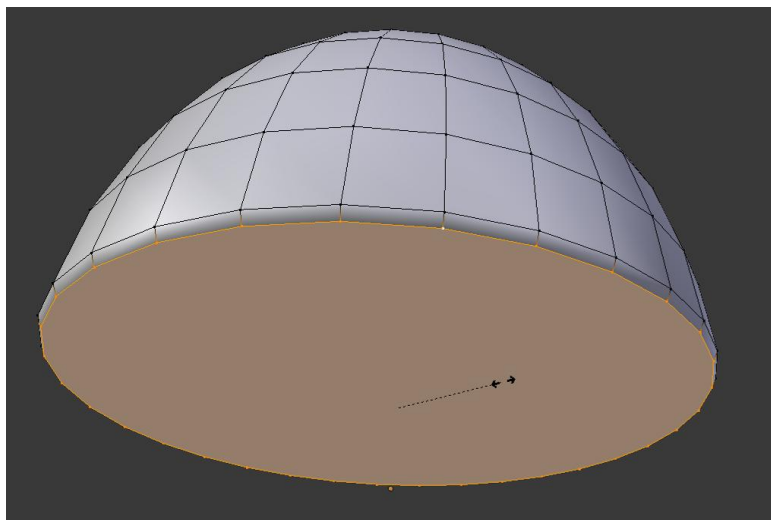
Ďalším objektom boli dve zrezané pologule. Na ich vytvorenie sa do scény pridal **Mesh** objekt **UV Sphere**. Tento objekt sa taktiež posunutím po osi Z posunul nad mriežku ($Z = 2.25$) a následne po osi Y vľavo od už vytvoreného objektu ($Y = -7$). Potom pre vytvorenie vajcovitého tvaru bolo nutné tento objekt natiahnuť stlačením klávesy S (**Scale**), Z a posunutím myši v smere od objektu. Následne sa do scény pridal objekt **Cube** a umiestnil na rovnaké súradnice ako predošlý objekt. Jeho veľkosť sa nastavila tak, aby tento vajcovitý objekt rozdeľoval na polovicu a zrezával časť z vrchnej časti objektu (obrázok 13).



Obrázok 13 Modelovanie zrezanej pologule - Booleovská operácia

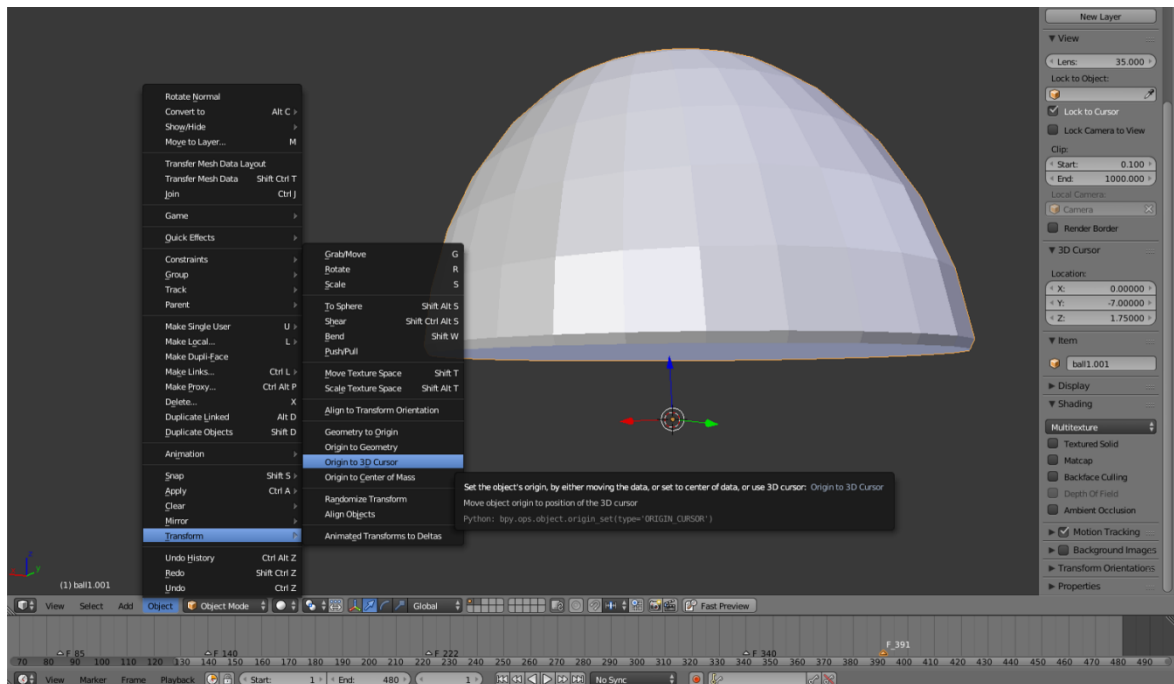
Ďalej bol k objektu „gula“ pridaný modifikátor **Boolean**, kde sa ako **Object** zvolila kocka orezujúca tento objekt a nastavila sa operácia (**Operation**) **Intersect** - prienik. Po aplikácii (**Apply**) vznikol požadovaný objekt a objekt „Cube.001“ sa tak mohol zmazať.

Potom sa vybrali body na spodnej časti pologule, kde posunutím bodov vyššie a ich zmenšením, vznikol objekt so zaoblením ako je na obrázku 14.



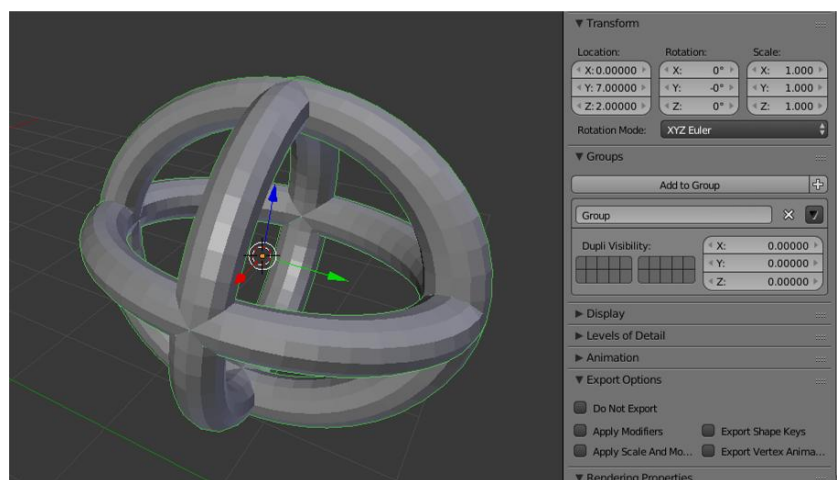
Obrázok 14 Zaoblenie pologule

Nakoniec sa posunula os tohto objektu nižšie, čo bolo potrebné pre neskoršiu animáciu. Najskôr bolo pre nastavenie osi objektu nutné nastaviť súradnice kurzoru (klávesa N a sekcia **3D Cursor**) na hodnoty 0,-7,1.75 (X,Y,Z) a potom nastaviť os na tento kurzor (obrázok 15). Následne už len stačilo tento objekt skopírovať a otočiť o 180° okolo osi X alebo Y.



Obrázok 15 Nastavenie osi objektu

Posledný animovaný objekt je zložený z 3 obručí navzájom otočených o 90° . Ich vytvorenie nebolo zložitú, stačilo pridať objekt **Torus**, kde sa v nastaveniach objektu na ľavej strane nastavil **Major Radius** na 1.05 a **Minor Radius** na 0.15. Tento objekt sa následne umiestnil na súradnice 0,7,2 (X,Y,Z). Potom bol tento objekt 2-krát skopírovaný a otočený o 90° , jeden okolo osi X a druhý okolo osi Y. Nakoniec sa tieto objekty pridali do skupiny, ktorá zaručí, že ak sa bude transformovať jeden objekt, budú transformované aj ostatné objekty v skupine.

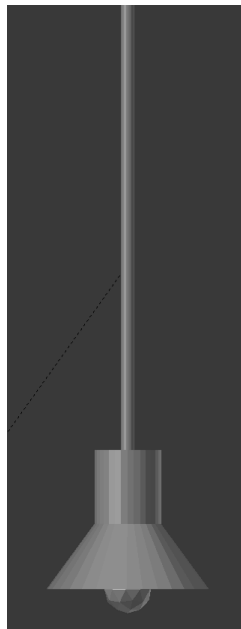


Obrázok 16 Skupina objektov

Po vytvorení objektov pre animácie bolo potrebné ešte vytvoriť ďalšie objekty, ako sú podlaha a svetlá. Pre podlahu bol použitý objekt **Plane**, ktorý sa klávesov S a posunutím myši

zváčšil. Na svetlá bol použitý objekt **Lamp** typu **Spot**, kde sa zachovali pôvodné nastavenia a tieto svetlá sa umiestnili na súradnice jednotlivých objektov vo výške $Z = 8.3$. Ďalej sa do scény pridal svetelný zdroj typu **Sun** mierne stočený okolo osi Y (11°) s intenzitou 0.015. Následne boli pridané do scény svetelné zdroje, taktiež typu **Sun** s intenzitou 0.01, farbou 0.42 pre všetky zložky RGB a natočili sa šikmo nahor s hodnotami rotácie 190, -25, -5 a -190, -25, 5 (X, Y, Z). Tieto svetlá typu **Sun** slúžia na dosvietenie scény.

Ako posledné bolo potrebné do scény vložiť objekty stvárajúce lampy vytvorené z kužeľa (**Cone**), ktorý bol zmenšený a umiestnený na súradnice svetla nad objektom a ktorému bolo odstránené dno. Ďalej dva valce (**Cylinder**) transformované a umiestnené v scéne ako je vidno na obrázku 17.



Obrázok 17 Lampa

Potom sa do scény pridal už len jeden objekt typu **Ico Sphere** reprezentujúci žiarovku. Tento objekt bol umiestnený tak, aby vyčnievala len polovica objektu. Vytvorená lampa sa nakoniec skopírovala a umiestnila nad jednotlivé objekty v scéne. Všetkým objektom, ktoré obsahovali oblé časti (okrem žiarovky a valcov), bol nastavený typ tieňovania na **Smooth**.

4.2 Animácia a logické uzly

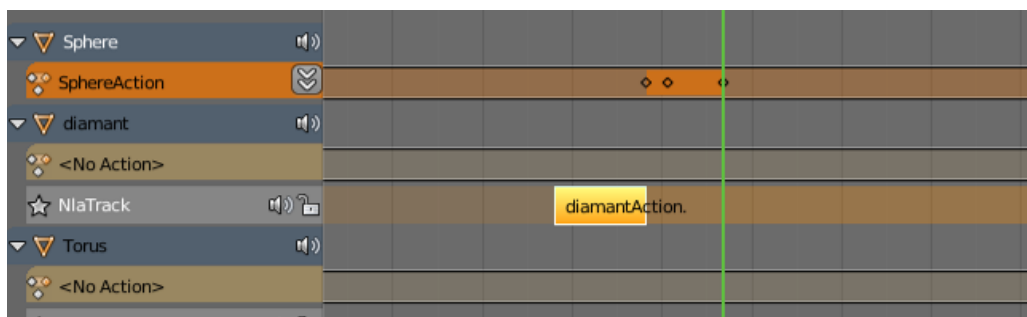
Pre vytváranie animácie bolo výhodné sa prepnúť do režimu **Animation**, kde sú všetky potrebné nástroje na jednom mieste. Prvá animácia bolo otáčanie „prstencov“, kde sa nastavovali hodnoty rotácie jedného (prvého) prstenca. Prvý kľúčový snímok rotácie (kláve-

sa I) bol vytvorený na snímku 10 na časovej osi, potom po rotácií objektu o -90° okolo osi Y na snímku 35. Po rotácií okolo osi Z o 90° na snímku 60 a na snímku 85 sa potom nastavili pôvodné hodnoty rotácie.

Pri vytváraní animácie zrezaných pologulí bol prvý kľúčový snímok polohy a rotácie vytvorený na snímku 140, ďalej sa tieto pologule posunuli po osi Z tak, aby ich súradnice boli rovnaké. Tu sa vytvoril ďalší kľúčový snímok polohy a rotácie na snímku 168. Potom sa nastavila rotácia oboch objektov o -180° od pôvodnej hodnoty a na snímku 199 sa vytvoril kľúčový snímok. Nakoniec sa na snímku 222 nastavil kľúčový snímok s hodnotami pôvodnej polohy opačnej pologule.

Posledným animovaným objektom bol „diamant“. V tomto objekte sa animovali hodnoty mierky (**Scale**). Prvý kľúčový snímok bol vytvorený na snímku 340 na časovej osi. Ďalší bol vytvorený na snímku 355 s hodnotami mierky 1.3 a nasledujúci na snímku 370 s hodnotou 0.85. Posledný kľúčový snímok bol vytvorený na snímku 391s hodnotami 1.

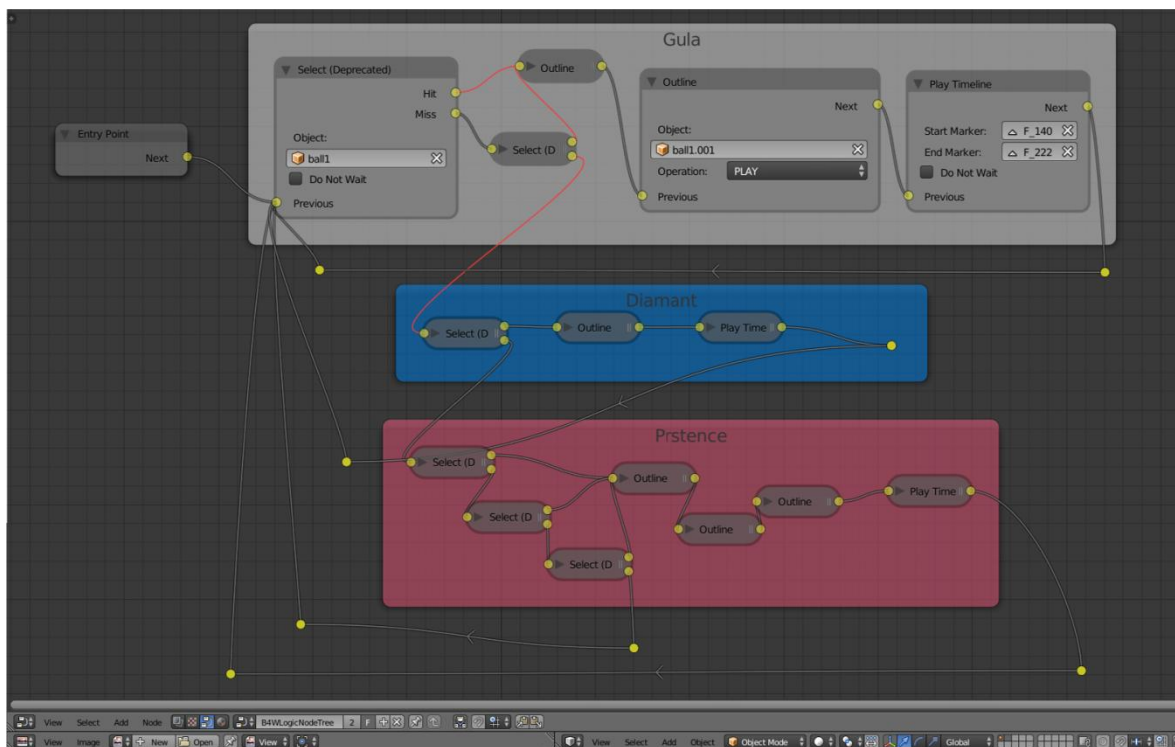
Po vytvorení animácií bolo nutné vytvoriť značky na časovej osi (klávesa M), na miestach, kde jednotlivé animácie začínajú a končia. Takto na časovej osi vzniklo celkovo 6 bodov. Potom bolo nutné kvôli exportu transformovať tieto animácie v **NLA Editor-e** kliknutím na dvojitú šípku pri každom z animovaných objektov a na karte **Scene** bolo potrebné aktívovať možnosť **NLA**. Pre ďalšiu prácu zo scénou boli aktivované vlastnosti **Enable Physics** a **Logic Editor**, kde bol vytvorený nový strom.



Obrázok 18 Animácia v NLA Editor-e

Ďalšou časťou bolo nastavenie logickej stránky scény pomocou editora uzlov, kde sa nastavil typ uzlov na **Blend4Web logic**. Na uzol **Entry Point** sa pripojil uzol **Select** a do kolónky **Object** bol vložený objekt, pri ktorého zakliknutí sa vykonali uzly pripojené na výstup **Hit**. Pri zakliknutí iného objektu sa zase vykonali uzly pripojené na výstup **Miss**. V prípade, že sa má rovnaká animácia prehrať pri zvolení jedného z viacerých objektov, je možné pripojiť ďalší uzol typu **Select** a reťaziť tak tento strom. Na výstup **Hit** bol pripoje-

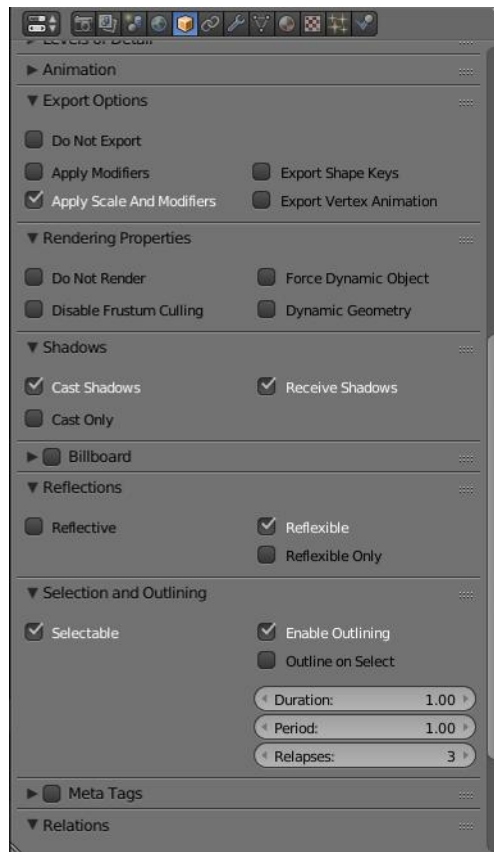
ný uzol **Outline** s operáciou **PLAY** a v poli **Object** bol objekt, na ktorý sa kliklo, resp. ktorého orámovanie sa malo prehrať. Za týmto uzlom bol buď ďalší **Outline** uzol z objektov zo skupiny, ktorá mala byť animovaná, alebo uzol **Play Timeline**. Do polí **Start** a **End Marker** tohto uzla boli vložené značky z časovej osi príslušnej animácie. Každý koniec vetvy bol presmerovaný späť na začiatok, aby bolo možné vykonať ďalšie príkazy.



Obrázok 19 Ukážka logického strom jednoduchej scény

4.3 Nastavenia a textúry

Ako prvé sa každému animovanému objektu na karte **Object** nastavili vlastnosti. V sekcii **Export Options** vlastnosť **Apply Scale and Modifiers** (pre aplikáciu modifikácií), v sekcii **Shadows** vlastnosti **Cast** a **Receive Shadows** (pre tieň), v sekcii **Reflections** vlastnosť **Reflexible** (pre odrazivosť) a nakoniec v sekcii **Selection and Outlining** vlastnosti **Selectable** a **Enable Outlining** (pre možnosť zvoliť objekt a zobrazíť obrýs). V tej istej sekcii boli nastavené parametre **Duration** a **Period** na čas, ktorý zodpovedá jednej perióde opakovania nastavených v **Relapses** vzhľadom na dĺžku animácie.



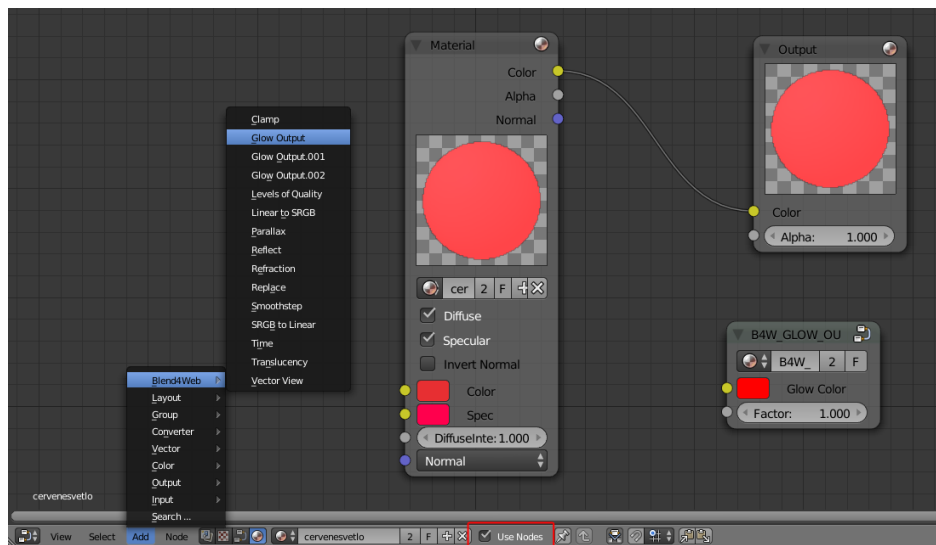
Obrázok 20 Nastavenia vlastností objektu „prsteneč“

Aby nebol obrys objektu veľmi výrazný, bolo potrebné na karte **Render** nastaviť v sekcii **Object Outlining** parameter **Factor** na hodnotu 0.1. Ďalej pre vrhanie tieňa objektov bolo nutné mať na karte **Data** v sekcii **Shadow** aktívnu vlastnosť **Shadow**. Potom sa pre výraznejší kontrast nastavila hodnota energie svetla (**Energy**) na hodnotu 2.5 pri bielom a červenom svetle a 5 pri modrom svetle, keďže modrá farba je tmavšia a nevýraznejšia oproti ostatným použitým.

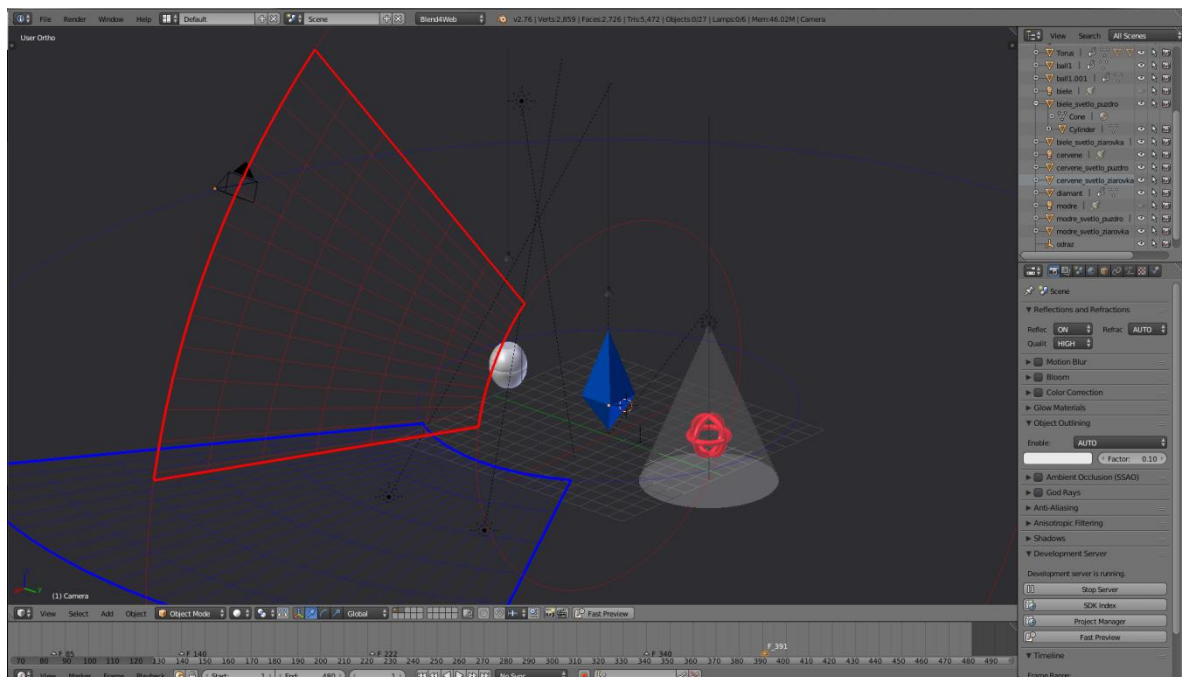
V ďalšom kroku, keď boli už tieto vlastnosti nastavené, sa nastavila plocha, na ktorej sa vytvorené objekty odrážali. Touto plochou bola podlaha, kde na karte **Object** boli aktívované vlastnosti **Receive Shadows** (pre zobrazenie tieňov) a **Reflective** (pre zobrazenie odrazov). Taktiež bolo treba zvoliť typ odrážania (**Type**) na **Plane** (rovina) a ako **Reflection Plane** parameter sa vložil novo vytvorený objekt **Plain Axes** typu **Empty** umiestnený na úroveň roviny (podlahy).

Ďalej nasledovalo vloženie materiálov na objekty. Na objekty s názvom „prsteneč“ bol aplikovaný materiál s červenou farbou a ružovým odleskom. Na objekty „gula“ materiál bielej farby s intenzitou 0.9 a odleskom bielej farby. Potom bol na objekt „diamant“ aplikovaný materiál modrej farby a odraz bledomodrej farby. Na podlahu a lampy bol apliko-

vaný materiál tmavošedej farby s bledo šedým odleskom s intenzitou 0.3. Nakoniec ostávalo už len pridanie materiálov na objekty reprezentujúce žiarovky v lampách. Na tie sa použili materiály s červenou, modrou a bielou farbou s intenzitou 1 a odrazom podobnej farby s intenzitou 0.07. Pre efekt žiary na týchto objektoch bolo potrebné prepnúť okno do **Node Editor-a** a v jednotlivých materiáloch aktivovať možnosť **Use Nodes**. Potom sa zvolil potrebný materiál a pridal sa uzol **Glow Output**, kde bola nastavená farba príslušného materiálu.



Obrázok 21 Nastavenie efektu Glow Output v uzle materiálu



Obrázok 22 Ukážka jednoduchej scény v prostredí Blender-u

Výsledná scéna je zobrazená v prílohe 2.

5 MODEL HRADU

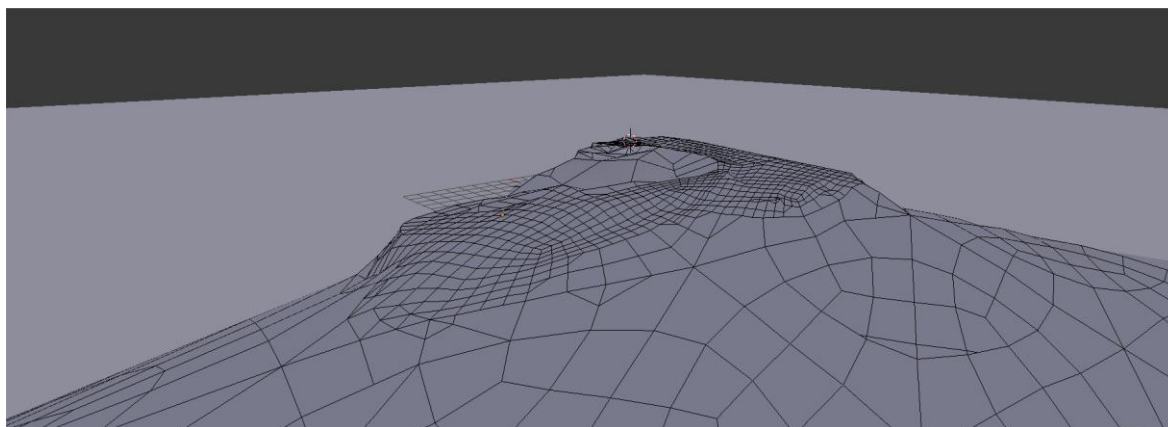
Ako prvé bolo potrebné zhromaždiť materiály k modelovaniu Čachtického hradu. Ako predloha pre model slúžili popisy hradu z knihy od Martina Bónu, ďalej predpokladaný vzhľad hradu v 17. storočí a miniatúra Čachtického hradu umiestnená v parku miniatúr v Podolí.

5.1 Modelovanie

Modelovanie objektov v programe Blender prebiehalo pomocou základných funkcií pre modelovanie, ako sú **Extrude**, **Grab**, **Scale** a **Rotate** na **Mesh** objektoch typu **Cube**, **Plane** a **Circle**. Akékoľvek modelovanie a nastavovanie prebiehalo v režime **Blend4Web**.

Najprv sa do pozadia vložil pôdorys hradu (Príloha 1) ako **Background Images** pri pohľade zhora (klávesa 7), podľa ktorého sa postupne modelovalo. Podľa tohto pôdorysu sa najskôr vymodelovali hradby, potom budovy, strechy a nakoniec objekty ako okná, dvere, komíny a podobne.

Potom, ako bolo všetko pripravené začalo modelovanie. Ako prvé bolo nutné vytvoriť povrch, na ktorom sa bude hrad nachádzať. Pre tento účel bol použitý program SketchUp a podľa návodu na internete bol tento povrch exportovaný z Google Earth. Návod na exportovanie povrchu z Google Earth sa nachádza na portáli YouTube pod názvom *Topography from Google Earth*. Tento povrch bol potom skopírovaný do programu Blender a následne nástrojom **Subdivide** a postupnou editáciou jednotlivých bodov detailnejšie upravený. Ďalej sa pridal objekt typu **Plane**, ktorý bol zväčšený a umiestnený pod už existujúci povrch. Druhý povrch bol potom rozrezaný nástrojom **Loop Cut and Slide** a upravený tak, aby vyzeral, že je spojený s už existujúcim povrchom a slúžil ako horizont.



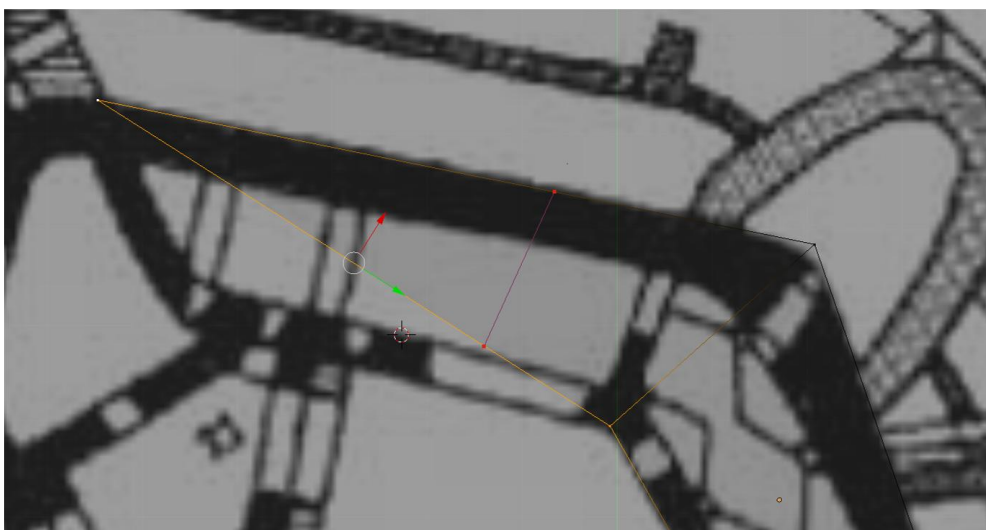
Obrázok 23 Povrch scény

Po vytvorení povrchu sa do scény vložil objekt **Cube**, umiestnil na požadovanú pozíciu a klávesou S a posunutím myši sa objekt zmenšil. Následne sa klávesou Tab preplo do editačného režimu, kde sa vybrali krajné štyri body a postupným extrudovaním a rotáciou sa hradba vymodelovala do požadovaného tvaru.



Obrázok 24 Modelovanie hradby pomocou blueprintu

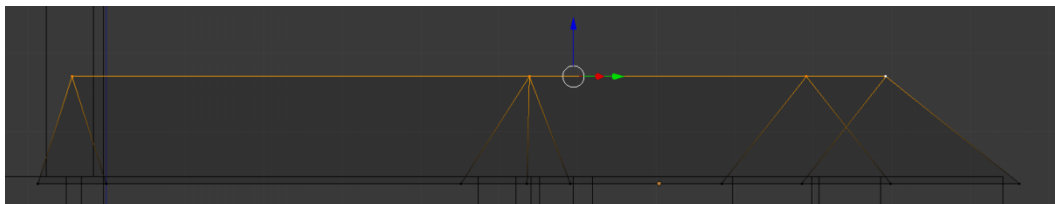
Takýmto istým spôsobom boli vymodelované všetky ostatné hradby a niektoré budovy hradu. Hradba s cimburím sa najprv nástrojom **Loop Cut and Slide** rozdelila na obdĺžniky a potom bolo extrudovaním vytvorené cimburie. Zvyšné budovy, ako napríklad dvojkrídlový palác a kaplnka, boli vytvorené z objektu **Plane**. Nástrojom **Knife** boli vytvorené ďalšie body, ktoré sa umiestnili na požadovanú pozíciu a celému objektu sa tak následne mohol funkciou **Extrude** (klávesa E) pridať objem.



Obrázok 25 Vytváranie bodov nástrojom Knife

Ďalej boli vytvorené strechy jednotlivých budov z objektu **Plane**. Pre strechy hospodárskych budov bol tento objekt zväčšený a umiestnený na pozíciu. Potom sa tieto strechy extrudovali, aby mali dostatočný objem na prekrytie rôznych nepresností.

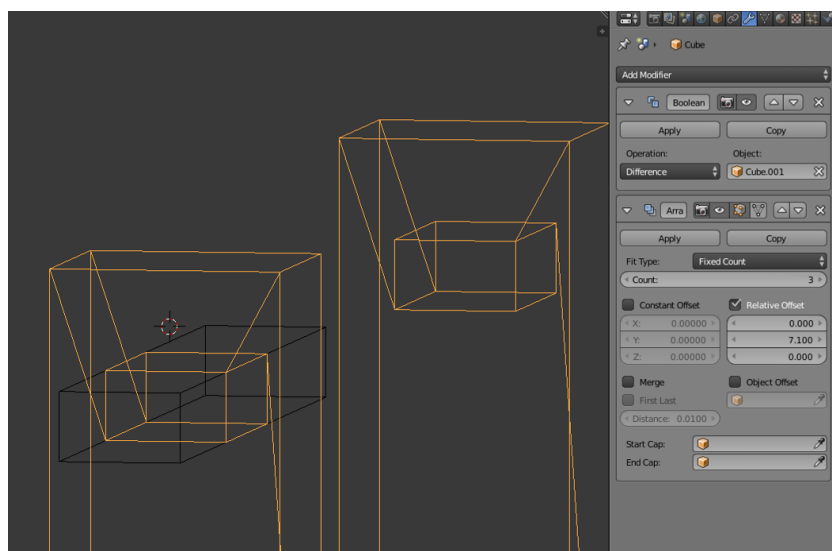
Zvyšné strechy (okrem strechy na bašte) boli vytvorené tak, že objekt typu **Plane** bol upravený na potrebný tvar (nástrojom **Knife** a funkciou **Grab** - klávesa G). Potom boli v strede vytvorené body a posunuté po osi Z tak, aby vznikol trojuholníkový tvar. Následne boli označené krajné a spodné body a klávesou F boli tieto body spojené.



Obrázok 26 Vytváranie strechy

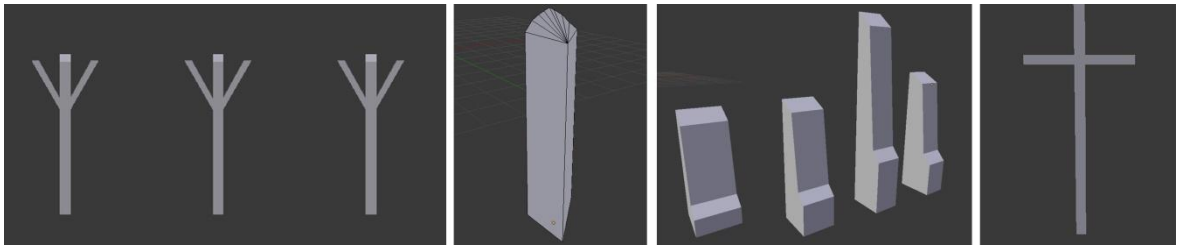
Na tvorbu strechy bašty bol použitý postup podobný ako pri tvorbe druhého typu striech, až na to, že namiesto spojenia bodov klávesou F bola strecha extrudovaná ako pri prvom type striech.

Pre vytvorenie menších objektov ako komíny, podpery, stĺpiky či trámy boli použité objekty **Cube** a **Plane**, kde zmenou veľkosti **Scale** a extrudovaním boli tieto objekty upravené na potrebný tvar. Pri tvorbe komínov boli taktiež použité modifikátory typu **Boolean** a **Array**. Pomocou prvého modifikátora a operáciou **Difference** sa do komína vyrezal otvor a pomocou druhého modifikátora sa tieto komíny nakopírovali.



Obrázok 27 Použitie modifikátorov pri tvorbe komínov

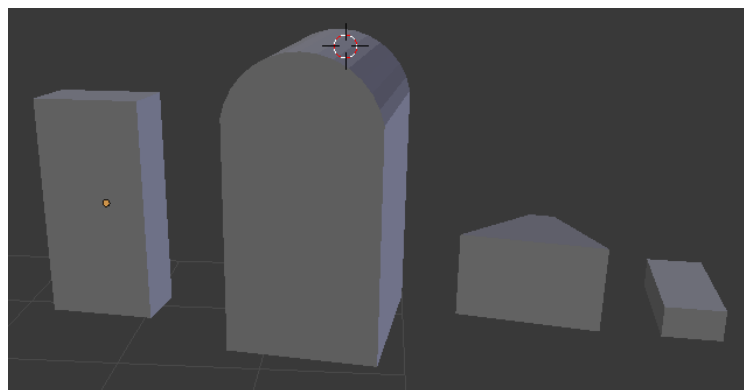
Pri tvorbe stĺpikov boli taktiež použité modifikátory typu **Array** a **Boolean** s operáciou **Union**.



Obrázok 28 Ostatné objekty v scéne

Keď boli vymodelované všetky potrebné objekty, nasledovalo vyrezanie okien, priechodov a strieľní. Na tento účel bol znova použitý modifikátor **Boolean**. Najskôr však bolo nutné vytvoriť objekty, ktorými sa tieto výrezy vytvorili.

Na okná a delové štôlne bol použitý objekt **Cube**, kde v prvom prípade bol funkciou **Scale** upravený na kváder a v druhom prípade bola zadná strana kocky zmenšená a posunutá viac dozadu, aby celý objekt pripomínal lichobežník. Na oblúkové prechody bol použitý objekt **Circle**, kde boli v editačnom móde zmazané body v spodnej časti kruhu a posunuté nižšie. Následne sa klávesou F vytvorila plocha s oblúkom na vrchu. Takto vytvorený objekt bol následne extrudovaný.



Obrázok 29 Výrezové objekty

Všetky tieto objekty boli skopírované a umiestnené na požadované pozície, kde bolo potrebné vytvoriť jednotlivé okná, priechody a strieľne. Kópie objektov boli vytvorené buď za pomoci modifikátoru **Array** alebo jednoduchým CTRL + C a CTRL + V.

Na vytvorenie hradby s oblúkovým cimburím bola použitá kombinácia niekoľkých **Booleovských** operácií, kde bol najskôr do kocky vyrezaný oblúkový tvar ako pri prechodoch,

následne bola táto kocka skopírovaná modifikátorom **Array** a potom mohlo byť ďalšou **Booleovskou** operáciou vytvorené oblúkové cimburie.

Výsledná scéna hradu vznikla postupným posúvaním a mazaním bodov, hrán a plôch na jednotlivých objektoch.



Obrázok 30 Výsledná scéna - bez textúr

5.2 Textúry, osvetlenie a nastavenia

Pri tvorbe textúr je dôležité vedieť, že tá istá textúra sa môže zobrazit' rozdielne pri rendereingu v programe Blender ako pri exporte do súboru .html. Preto je potrebné v niektorých prípadoch nastaviť v uzloch dva výstupy textúry, jeden pre Blender a ďalší pre export do HTML5. V tomto prípade však nie je dôležité, ako vyzerá scéna pri renderingu v Blender-i, ale ako vyzerá pri exporte do formátu .html, preto toto dvojité nastavenie nie je potrebné.

Na začiatok bolo potrebné nájsť textúry, ktoré budú použité. Použité textúry boli stiahnuté z portálov textures.com a spiralgraphics.biz. Tieto textúry boli následne upravené v programe Adobe Photoshop CS5. Upravovaná bola prevažne farba a vystrihnuté časti textúr.

Pred nanášaním textúr je potrebné aplikovať na objekty ich modifikátory (v tomto prípade stačia **Booleovské** modifikátory). To je nevyhnutné pre správne UV mapovanie, keďže toto mapovanie nedokáže predpovedať možné zmeny **Booleovskými** operáciami.

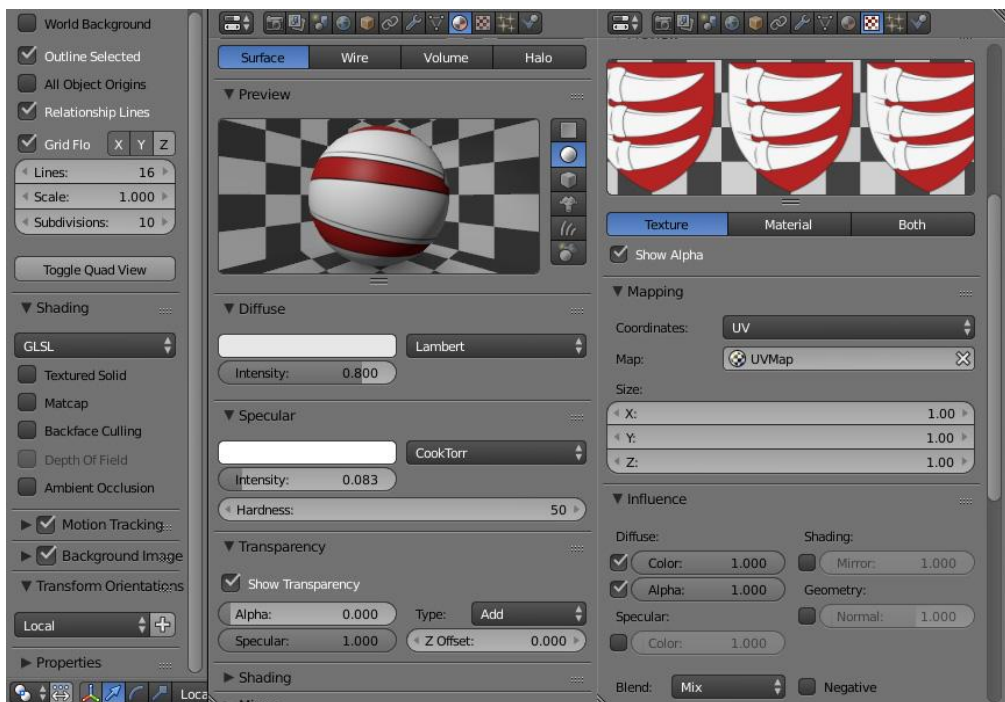
Ako prvý bol pridaný materiál steny na karte **Material**, kde bola nastavená hodnota intenzity odrazu (**Specular**) na veľmi nízku, aby bol objekt matný. Na karte **Texture** zvoleného

objektu sa pridala nová textúra typu **Image or Movie** a v sekcii **Image** sa vybral príslušný obrázok. Potom sa v režime zobrazenia **Compusing** a v editačnom režime stlačila klávesa **U** a zvolila možnosť **Smart UV Project** pre vytvorenie UV mapy. Následne sa v okne **UV/Image Editor** vybral príslušný obrázok a posúvaním bodov sa tak vytvorila príslušná UV mapa.



Obrázok 31 Príklad UV mapovania

Pri textúrach s priehľadnosťou bolo potrebné mať obrázky uložené vo formáte PNG a nastaviť na karte **Texture** vlastnosť **Show Alpha**, v sekcii **Mapping** mapu na **UVMaP** a v sekcii **Influence** zaškrtnúť políčko **Alpha**. Ďalej na karte **Material** v sekcii **Transparency** aktivovať priehľadnosť (**Show Transparency**), nastaviť hodnotu **Alpha** na 0 a typ priehľadnosti na **Add**. Ako posledné bolo potrebné už len nastaviť **Shading** na **GLSL** (klávesa **N** v **3D View**).



Obrázok 32 Nastavenie priehľadnej textúry

Všetky ostatné textúry sa nastavovali rovnakým spôsobom. Všetky okná, dvere a erb boli vytvorené ako **Plane** objekt, na ktorý bola aplikovaná textúra. Tieto objekty boli umiestené tesne pred budovy, ku ktorým patrili.

Do scény boli potom pridané dva svetelné zdroje typu **Sun** s rovnakou orientáciou, intenzitou 0.35, jemne sivou farbou a aktivovaným parametrom **Shadow** pre vrhanie tieňa. Na všetkých objektoch v scéne (okrem okien, dverí a erbu) sa potom povolili na karte **Object** v sekcii **Shadows** parametre **Cast** a **Receive Shadows**.

Pre nastavenie oblohy bola na karte **World** aktivované **Render Sky** a **Blend Sky** s nastavenými farbami bledo modrej pre **Horizon Color** a tmavo modrej pre **Zenith Color**. Ďalej bol na karte **Scene** aktivovaný **Meta Tags**, kde sa do poľa **Title** vložil názov stránky "Čachtický hrad". Potom sa aktivoval **Logic Editor**, kde bol stlačením ikonky + pridaný nový logický strom. Nakoniec na karte **Render** v sekcii **Object Outlining** bola nastavená farba na tmavošedú a parameter **Factor** na hodnotu 0.3.

Objektom, ktoré nechceme, aby boli exportované do scény, bol v sekcii **Export Options** nastavený parameter **Do Not Export**. Na všetkých ostatných bol pre správny export nastavený parameter **Apply Scale And Modifiers**, ktorý tesne pred exportom aplikuje na objekty všetky modifikátory a transformácie.

Nakoniec sa všetky body upravili v **Normal Editor-e** tak, aby vyzerali dobre pri exporte (prevažne zatienená časť objektu). Stačilo nastaviť normály na jednom objekte a na ostatné ich nakopírovať tlačidlom **Copy** a **Paste**.

5.3 Nastavenie interaktivity - logické uzly

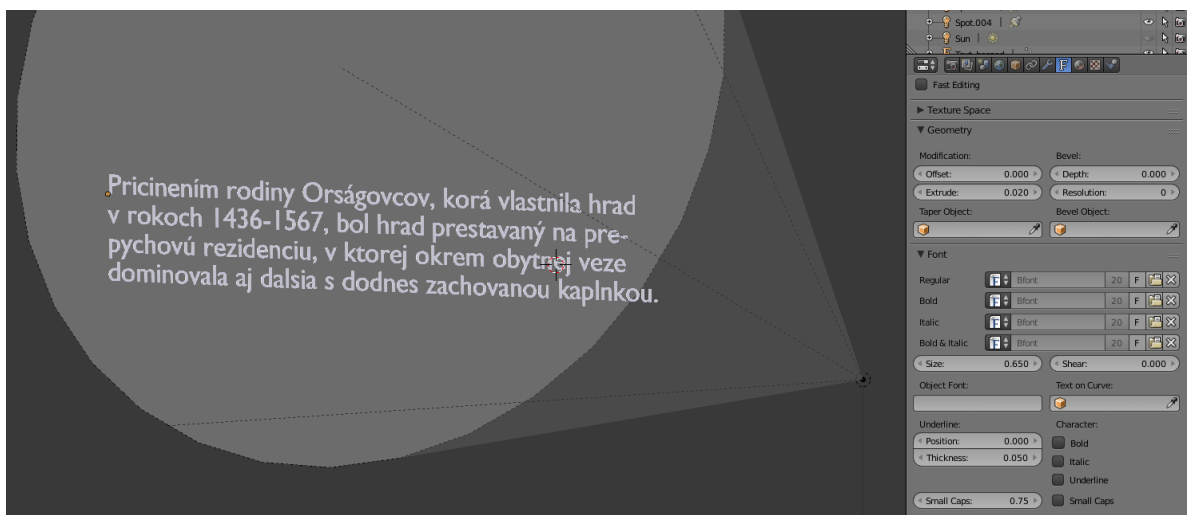
Predtým ako sa nastavil logický strom bolo potrebné do scény pridať ďalšie objekty, ktoré budú s týmto stromom priamo interagovať. Interakcia tejto scény spočívala v tom, že užívateľ klikne na text v ľavej hornej časti a kamera sa presunie na požadovanú pozíciu, kde sa zobrazí text s popisom objektu.

Ako prvé bolo pridané menu z objektov typu **Text** a **Plane** umiestnené tesne pred kameru. Týmto objektom bol následne nastavený ako rodičovský objekt kamera. Pre zvýraznenie textu bol pred tento text umiestnený svetelný zdroj typu **Spot**, ktorému bol taktiež nastavený ako rodičovský objekt kamera. Textu bol nastavený biely materiál a objektom typu **Plane** bola nastavená textúra tieňa. Tieto objekty slúžia taktiež aj ako tlačidlo, preto bolo potrebné nastaviť týmto objektom vlastnosť **Selectable** v sekcii **Selection and Outlining**.

Textu bola zase nastavená vlastnosť **Enable Outlining** s parametrom **Relapses** a hodnotou 1.

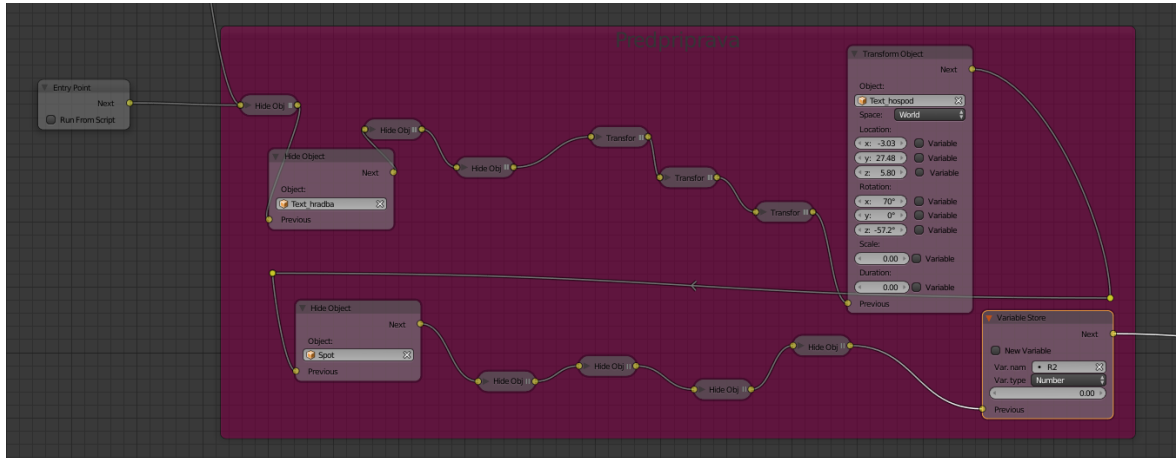
Ďalej sa do scény pridané objekty typu **Empty > Plain Axes** ako cieľové body kamery. Pre tento účel môže byť použitý objekt akéhokoľvek typu. Pre demonstráciu bol do scény pridaný objekt **Cube**, ktorému bola nastavená vlastnosť **Do Not Render** v sekcii **Rendering Properties**, aby sa v scéne nezobrazoval, ale aplikácia o jeho prítomnosti vie.

Ako posledné boli do scény pridané objekty typu **Text**, ktoré obsahovali popisy budov. Týmto textom sa priradil biely materiál, nastavila veľkosť (parameter **Size** v sekcii **Font**). Následne boli tieto objekty umiestnené na pozície tak, aby pri zábere kamery neprekrývali žiadne objekty a boli čitateľné. Pre lepšiu čitateľnosť boli do scény taktiež pridané ďalšie svetelné zdroje typu **Spot** tak, aby neosvetľovali žiadne iné objekty a hrúbka písma sa nastavila na 0.02 (**Geometry > Extrude**).



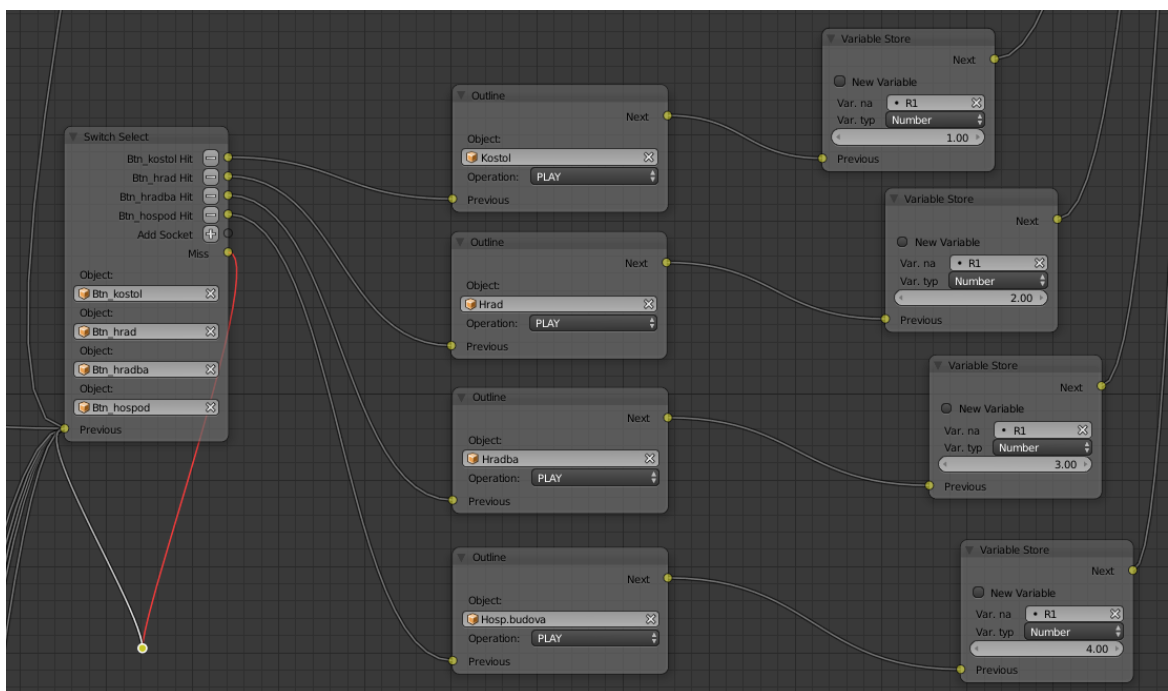
Obrázok 33 Popisový text - nastavenia a nasvietenie

Po pridaní potrebných objektov sa nastavili jednotlivé logické uzly. Ako prvé bolo potrebné pripraviť scénu na prvé spustenie, kde bolo nutné skryť všetky texty, osvetlenie a inicializovať premennú R2 (predošlá voľba). Strom začína uzlom **Entry Point** a vstupuje do oblasti "Predpríprava", kde pokračuje uzlami **Hide object**, v ktorých sú ako parametre vložené názvy objektov s popisom budov a ich osvetlením. Ďalej pokračuje uzlami **Transform Object** obsahujúcich polohu príslušného objektu typu **Text** vo svetovom priestore a hodnotou **Scale** a **Duration** rovnou 0. Posledným uzlom oblasti je **Variable Store**, ktorý do premennej R2 typu **Number** uloží hodnotu 0. Týmto je scéna pripravená na použitie a všetky texty sú v počiatočnej pozícii.



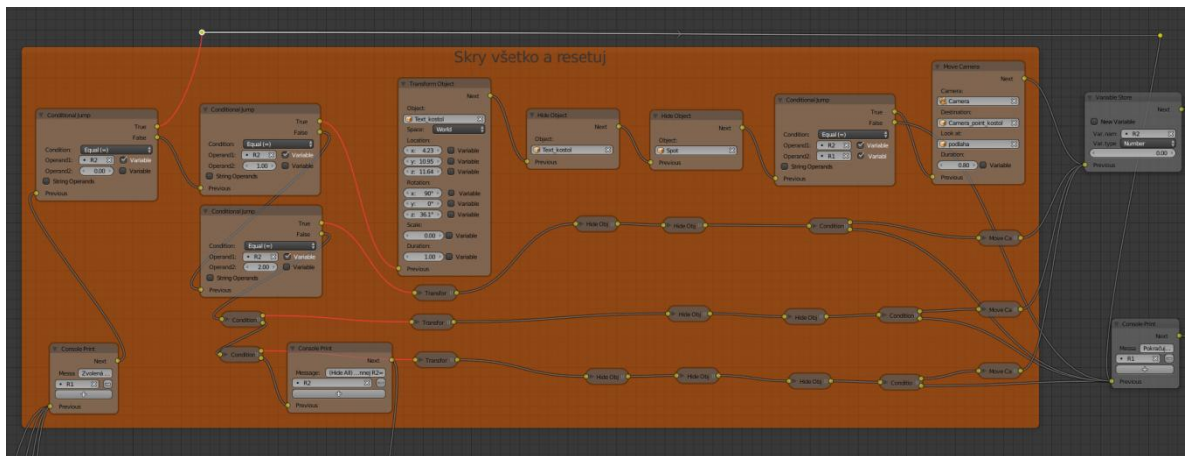
Obrázok 34 Uzly na predprípravu scény

Po predpríprave aplikácia pokračuje na uzol **Switch Select**, kde čaká na zakliknutie jednej z možností uloženej ako parameter. Keďže na spustenie akcie **Select** je potrebné kliknúť na daný objekt a text je úzky a ťažko by sa zaklikával. Ako parameter **Object** boli vložené názvy objektov pozadí jednotlivých položiek z menu. V prípade zakliknutia jednej z možností, pokračuje aplikácia na ďalší uzol **Outline** spúšťajúci obrys daného textu v menu a potom na ďalší uzol typu **Variable Store**. Tento uzol do premennej R1 (aktuálny výber) vloží príslušnú numerickú hodnotu. Po vykonaní týchto operácií pokračuje aplikácia do oblasti "Skrý všetko a resetuj". V prípade, že užívateľ klikne mimo, je aplikácia presmerovaná späť na ten istý uzol.



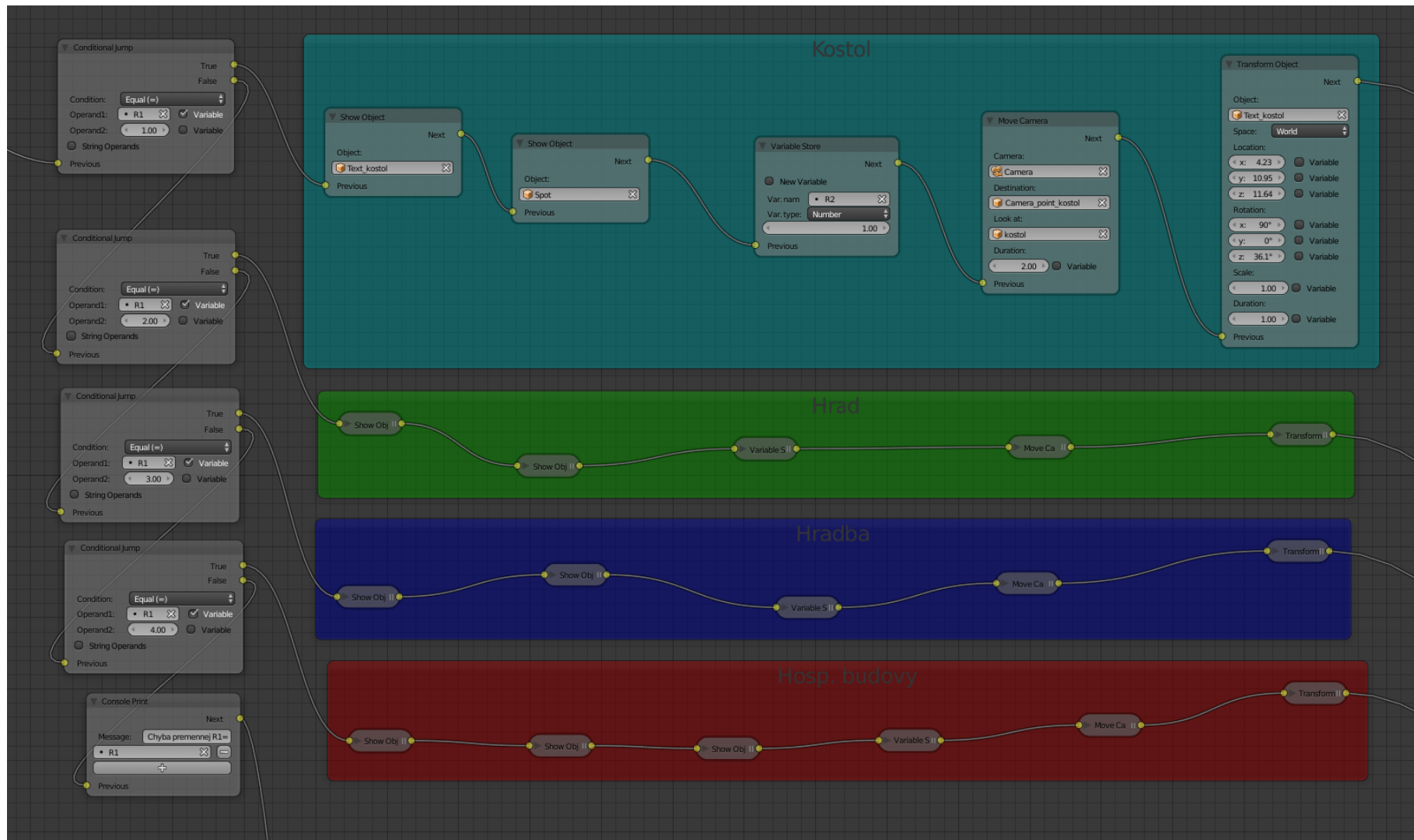
Obrázok 35 Uzly pre voľbu

Pri vstupe do ďalšej oblasti sa na konzolu pomocou uzla **Console Print** vypíše správa o aktuálne zvolenej možnosti a pokračuje na uzle **Condition Jump**, kde porovnáva hodnoty uložené v premennej R2 a podľa toho pokračuje na príslušnú vetvu uzlov. Ak je $R2 = 0$ preskočí túto oblasť a pokračuje ďalej. Ak je R2 rozdielne od porovnávaných hodnôt, vypíše na konzolu chybové hlásenie a vráti sa pred prvú oblasť "Predpríprava". Každá vetva obsahuje uzol **Transform Object**, ktorý zmenší príslušný popis objektu na 0, skryje ho a aj jemu priradené osvetlenie (**Hide Object**). Ďalej pokračuje na nasledujúci podmienený skok, kde porovnáva predošlú voľbu s aktuálnou. Ak sa zhodujú, kamera sa zameria na stred (**Move Camera**) scény, nastaví R2 na 0 (**Variable Store**) a vráti sa pred možnosť výberu. Ak nie, aplikácia vypíše na konzolu správu o pokračovaní a pokračuje ďalej.



Obrázok 36 Uzly na skrytie objektov a reset

Pred vstupom do poslednej oblasti sa nachádzajú ďalšie podmienkové uzly, ktoré porovnávajú hodnoty s premennou R1 a podľa toho aplikácia pokračuje v príslušnej oblasti. V týchto oblastiach sa nachádzajú uzly typu **Show Object** pre zobrazenie popisu a osvetlenia. Ďalej sa tu nachádza uzol **Variable Store**, ktorý do premennej R2 ukladá aktuálnu voľbu, **Move Camera** pre presun kamery na pozíciu a uzol **Transform Object**, ktorý zviditeľní popis objektu. V prípade chybnej hodnoty premennej vypíše aplikácia chybové hlásenie a vráti sa pred možnosť výberu.



Obrázok 37 Uzly pre zobrazenie popisu

6 VÝSLEDKY PRÁCE

Výsledkom tejto práce je príručka určená záujemcom, ktorí by chceli pracovať s modulom Blend4Web a vytvárať tak rôzne webové aplikácie. Príručka je spracovaná z pôvodnej dokumentácie umiestnenej na webe modulu. Spracovaná príručka je umiestnená na disku, ktorý je priložený k tejto práci.

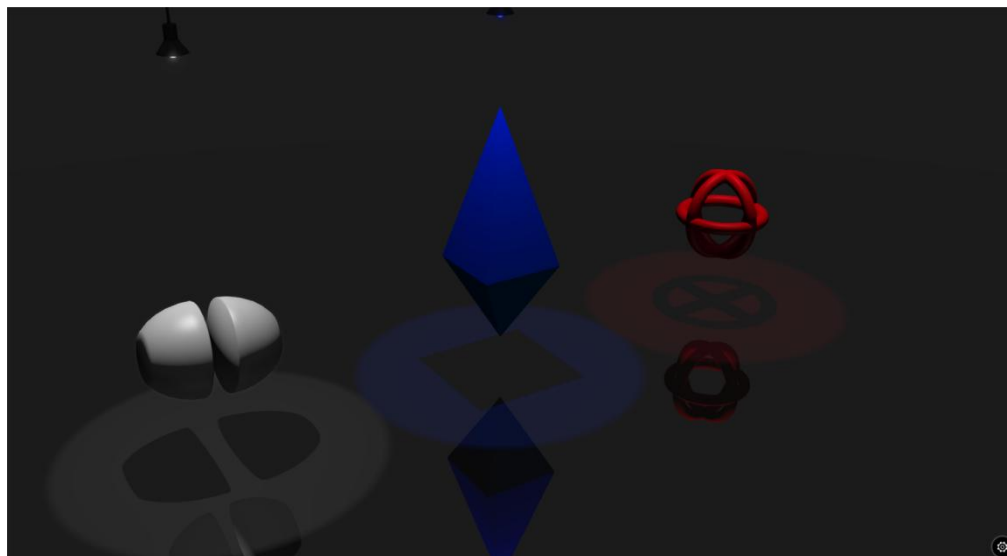
Ďalším výsledkom sú 2 scény exportované do HTML5 demonštrujúce vlastnosti a využitie tohto modulu v praxi ako spestrenie webovej stránky alebo ako samostatná aplikácia. Konkrétne scéna s hradom môže slúžiť turistom ako interaktívna prehliadka historickej budovy v jej predpokladanom vzhľade z konca 17. storočia (Príloha 3 a 4).

Použitý modul má takmer neobmedzené využitie v oblasti webových aplikácií, hlavne vďaka tomu, že pracuje s programom Blender, ktorý beží na Python scriptoch a je možné v ňom doprogramovať rôzne funkcie. Taktiež má tento modul výbornú podporu a pravidelné aktualizácie rozširujúce jeho funkcie a zvyšujúce stabilitu.

Medzi nevýhody tohto modulu patrí prevažne neprívetivé užívateľské rozhranie ako samotného modulu, tak aj programu Blender. Taktiež nutnosť nastavovať rôzne vlastnosti objektov po jednom, čo je veľmi zdĺhavé a neefektívne. Ako ďalší zápor, napriek pravidelným aktualizáciám, môžeme považovať rôzne bugy a nesprávny export pri použití niektorých uzlov a nenastavení nejakej vlastnosti. Ďalej taktiež neplynulý presun kamery pri rôznych obmedzeniach.

Obmedzenia tohto modulu sú však prevažne výkonové. Keďže sa jedná o real-time grafiku, teda renderovanie v reálnom čase, výsledný obraz sa nedá porovnať s obrazom renderovaným niekoľko minút alebo hodín. Na rozdiel od technológií používaných vo videohrách je WebGL založený na mobilnom APU OpenGL ES 2.0, čo je porovnateľné s DirectX 9. K obmedzeniu výkonu taktiež prispieva aj fakt, že tento engine je písaný v jazyku JavaScript, ktorý nie je tak rýchly ako iné, prevažne kompilované jazyky. Taktiež je výkon obmedzený aj samotný prehliadač. [19]

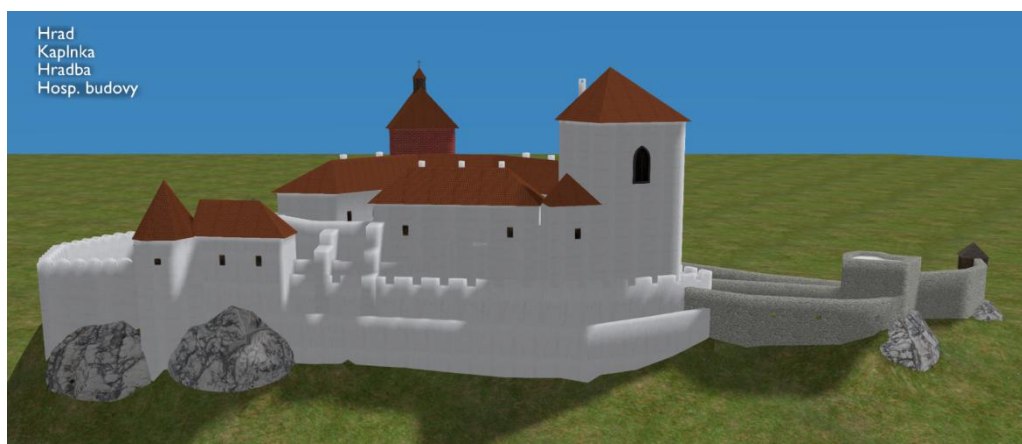
Výkon pri zobrazovaní scény v prehliadači je okrem iného závislý aj na hardware užívateľa, keďže niektoré projekty môžu obsahovať veľké množstvo objektov a fyzikálnych vlastností. Takto rozsiahle projekty môžu zaberat' desiatky až stovky megabajtov.



Obrázok 38 Exportovaná jednoduchá scéna - animácia „gulí“



Obrázok 39 Exportovaná scéna hradu - pohľad zozadu



Obrázok 40 Exportovaná scéna hradu - pohľad z Višňového

ZÁVER

Táto bakalárska práca sa zaoberala modulom Blend4Web, jeho vlastnosťami a využitím na export scén do formátu .html ako samostatnú aplikáciu pre prehliadač.

Na začiatku teoretickej časti sú stručne popísané vizuálne zmeny Čachtického hradu. Ďalej sú v teoretickej časti popísané použité programy, ich prostredia, vlastnosti, funkcie a využitie. Konkrétne išlo o programy Blender, ktorý slúžil na modelovanie 3D scén, a Adobe Photoshop CS5 Trial. Ten bol použitý na úpravu rastrovej grafiky, teda na tvorbu a úpravu textúr. Nakoniec boli opísané vlastnosti modulu B4W použité pri tvorbe a exporte scén.

Praktická časť sa skladala z niekoľkých častí, ako tvorba príručky, tvorba jednotlivých scén a ich export modulom B4W. Tvorba príručky spočívala prevažne v preklade a spracovaní anglického manuálu umiestnenom na webe modulu. Po spracovaní tejto príručky nasledovala tvorba jednoduchej 3D scény na demonštráciu základných vlastností modulu B4W. Prvá časť tejto kapitoly sa zaoberala tvorbou scény, postupmi a funkciami. Ďalšia jej časť sa zaoberala nastaveniami scény a tvorbou logických uzlov. V poslednej časti bola opísaná tvorba materiálov pre túto scénu.

V druhej kapitole boli v prvej časti opísané metódy a funkcie použité pri tvorbe scény Čachtického hradu pomocou blueprintu. Druhá časť opisuje tvorbu materiálov, nanášanie textúr a UV mapovanie. Taktiež je tu opísaný postup nastavenia osvetlenia scény, tieňov a editácie normál. V poslednej časti druhej kapitoly bol podrobne opísaný princíp fungovania logických uzlov vytvorených pre túto scénu.

Na záver praktickej časti práce boli uvedené výsledky tejto práce, výhody a nevýhody modulu B4W a taktiež obrázky exportovaných scén.

Model hradu aj príručka obsahujú niekoľko možností na zlepšenie a rozšírenie. Napríklad do scény s hradom by sa mohli pridať stromy, kríky a objekty umiestnené na pozemku hradu ako napríklad koč, vozíky, vlajky či delá. Taktiež by sa mohla pridať vertex animácia vlajok a dym, prípadne zvuky na pozadí. Príručka by sa mohla rozšíriť o podrobnejšie informácie do už existujúcich kapitol.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

Knihy

- [1] POKORNÝ, Pavel. *Blender: naučte se 3D grafiku*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2009. ISBN 80-7300-203-5.
- [2] FISHER, Gordon. *Blender 3D Basic*. 2nd Edition. Birmingham: Packt Publishing, 2014. ISBN 978-1-84951-690-7.
- [3] BÓNA, Martin. *Hrad Čachtice: Stručný sprievodca po zrúcanine hradu*. Bratislava: Slovenský skauting, 2009. ISBN 978-80-89136-78-0.

Internet

- [4] About. *Blender* [online]. Amsterdam: Stichting Blender Foundation, 2015 [cit. 2016-05-9]. Dostupné z: <https://www.blender.org/about/>
- [5] Introduction. *Blender* [online]. Amsterdam: Stichting Blender Foundation, 2015 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <https://www.blender.org/manual/interface/introduction.html>
- [6] *Blender* [online]. Bratislava: Škola pre mimoriadne nadané deti a gymnázium, 2008 [cit. 2016-01-18]. Dostupné z: <http://www.smnd.sk/main/vyucovanie/informatika/blender>
- [7] Čachtický hrad. Hrady a zámky na Slovensku [online]. Bratislava: hrady-zamky.org, 2016 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.hrady-zamky.org/cachtice/>
- [8] Blender's History. *Blender* [online]. Amsterdam: Stichting Blender Foundation, 2015 [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: https://www.blender.org/manual/getting_started/about_blender/history.html
- [9] Overview. *Blend4Web* [online]. Moscow: Triumph LLC, 2016 [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: <https://www.blend4web.com/doc/en/about.html>
- [10] WebGL. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2013 [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: <https://sk.wikipedia.org/wiki/WebGL>
- [11] Web Player. *Blend4Web* [online]. Moscow: Triumph LLC, 2016 [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: https://www.blend4web.com/doc/en/web_player.html

- [12] Objects. Blend4Web [online]. Moscow: Triumph LLC, 2016 [cit. 2016-05-13].
Dostupné z: <https://www.blend4web.com/doc/en/objects.html>
- [13] Camera. Blend4Web [online]. Moscow: Triumph LLC, 2016 [cit. 2016-05-13].
Dostupné z: <https://www.blend4web.com/doc/en/camera.html>
- [14] Materials. Blend4Web [online]. Moscow: Triumph LLC, 2016 [cit. 2016-05-13].
Dostupné z: <https://www.blend4web.com/doc/en/materials.html>
- [15] Návoděda pro Photoshop. Adobe [online]. San Jose: Adobe Systems Incorporated, 2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z:
<https://helpx.adobe.com/cz/photoshop/archive.html>
- [16] Animation. Blend4Web [online]. Moscow: Triumph LLC, 2016 [cit. 2016-05-15].
Dostupné z: <https://www.blend4web.com/doc/en/animation.html>
- [17] Logic Nodes. Blend4Web [online]. Moscow: Triumph LLC, 2016 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: https://www.blend4web.com/doc/en/logic_editor.html
- [18] View Frustum Culling. Lighthouse3d.com [online]. 2015 [cit. 2016-05-17].
Dostupné z: <http://www.lighthouse3d.com/tutorials/view-frustum-culling/>
- [19] Frequently Asked Questions. Blend4Web [online]. Moscow: Triumph LLC, 2014 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <https://www.blend4web.com/en/faq/>
- [20] Postprocessing Effects. Blend4Web [online]. Moscow: Triumph LLC, 2016 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z:
https://www.blend4web.com/doc/en/postprocessing_effects.html
- [21] Lighting, Shadows and Background. Blend4Web [online]. Moscow: Triumph LLC, 2016 [cit. 2016-05-22]. Dostupné z:
<https://www.blend4web.com/doc/en/lighting.html>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOU A ZKRATIEK

3D	3-Dimensional
API	Application Programming Interface
APU	Accelerated Processing Unit
B4W	Blend4Web
ES	Embedded Systems
GNU	GNU's Not Unix
GPL	GNU General Public License
HTML	Hypertext Markup Language
NLA	Non-Linear Animation
OS	Operating System
SDK	Software Development Kit
URL	Uniform Resource Locator

ZOZNAM OBRÁZKOV

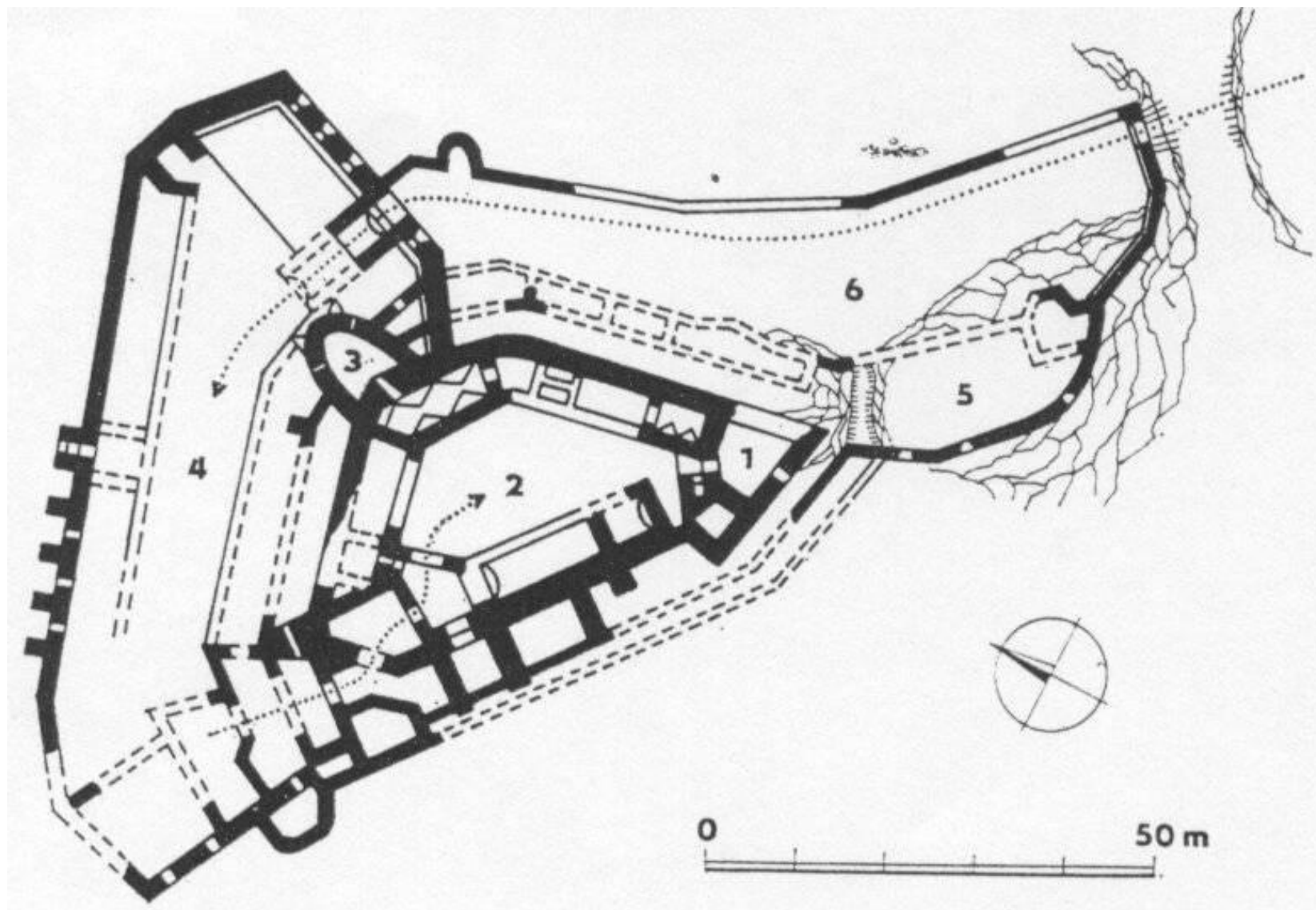
Obrázok 1 Rekonštrukcia hradu z konca 17. storočia	10
Obrázok 2 Úvodné okno Blender-u	11
Obrázok 3 Rozloženie okien v Blender-y	12
Obrázok 4 Rozhranie programu Adobe Photoshop CS5	15
Obrázok 5 Počítačová a mobilná verzia navigácie webového prehrávača	17
Obrázok 6 Princíp frustum culling.....	19
Obrázok 7 Znáznornenie súradnicového systému v Blend4Webe a Blender-y.....	21
Obrázok 8 Nastavenie limitov kamery a ich vizuálne znázornenie.....	22
Obrázok 9 Vizuálne znázornenie jednotlivých možností priehľadnosti.....	26
Obrázok 10 Nastavenie aktívneho logického stromu	26
Obrázok 11 Príklad efektu Outlining.....	29
Obrázok 12 Modelovanie objektu „diamant“	32
Obrázok 13 Modelovanie zrezanej poglobule - Booleovská operácia	33
Obrázok 14 Zaoalenie poglobule.....	33
Obrázok 15 Nastavenie osi objektu	34
Obrázok 16 Skupina objektov.....	34
Obrázok 17 Lampa.....	35
Obrázok 18 Animácia v NLA Editor-e.....	36
Obrázok 19 Ukážka logického stromu jednoduchej scény.....	37
Obrázok 20 Nastavenia vlastností objektu „prsteneč“	38
Obrázok 21 Nastavenie efektu Glow Output v uzle materiálu	39
Obrázok 22 Ukážka jednoduchej scény v prostredí Blender-u.....	39
Obrázok 23 Povrch scény	40
Obrázok 24 Modelovanie hradby pomocou blueprintu	41
Obrázok 25 Vytváranie bodov nástrojom Knife.....	41
Obrázok 26 Vytváranie strechy	42
Obrázok 27 Použitie modifikátorov pri tvorbe komínov	42
Obrázok 28 Ostatné objekty v scéne.....	43
Obrázok 29 Výrezové objekty	43
Obrázok 30 Výsledná scéna - bez textúr	44
Obrázok 31 Príklad UV mapovania.....	45
Obrázok 32 Nastavenie priehľadnej textúry	45

Obrázok 33 Popisový text - nastavenia a nasvietenie.....	47
Obrázok 34 Uzly na predprípravu scény	48
Obrázok 35 Uzly pre voľbu	48
Obrázok 36 Uzly na skrytie objektov a reset.....	49
Obrázok 37 Uzly pre zobrazenie popisu.....	50
Obrázok 38 Exportovaná jednoduchá scéna - animácia „gulí“	52
Obrázok 39 Exportovaná scéna hradu - pohľad zozadu	52
Obrázok 40 Exportovaná scéna hradu - pohľad z Višňového	52

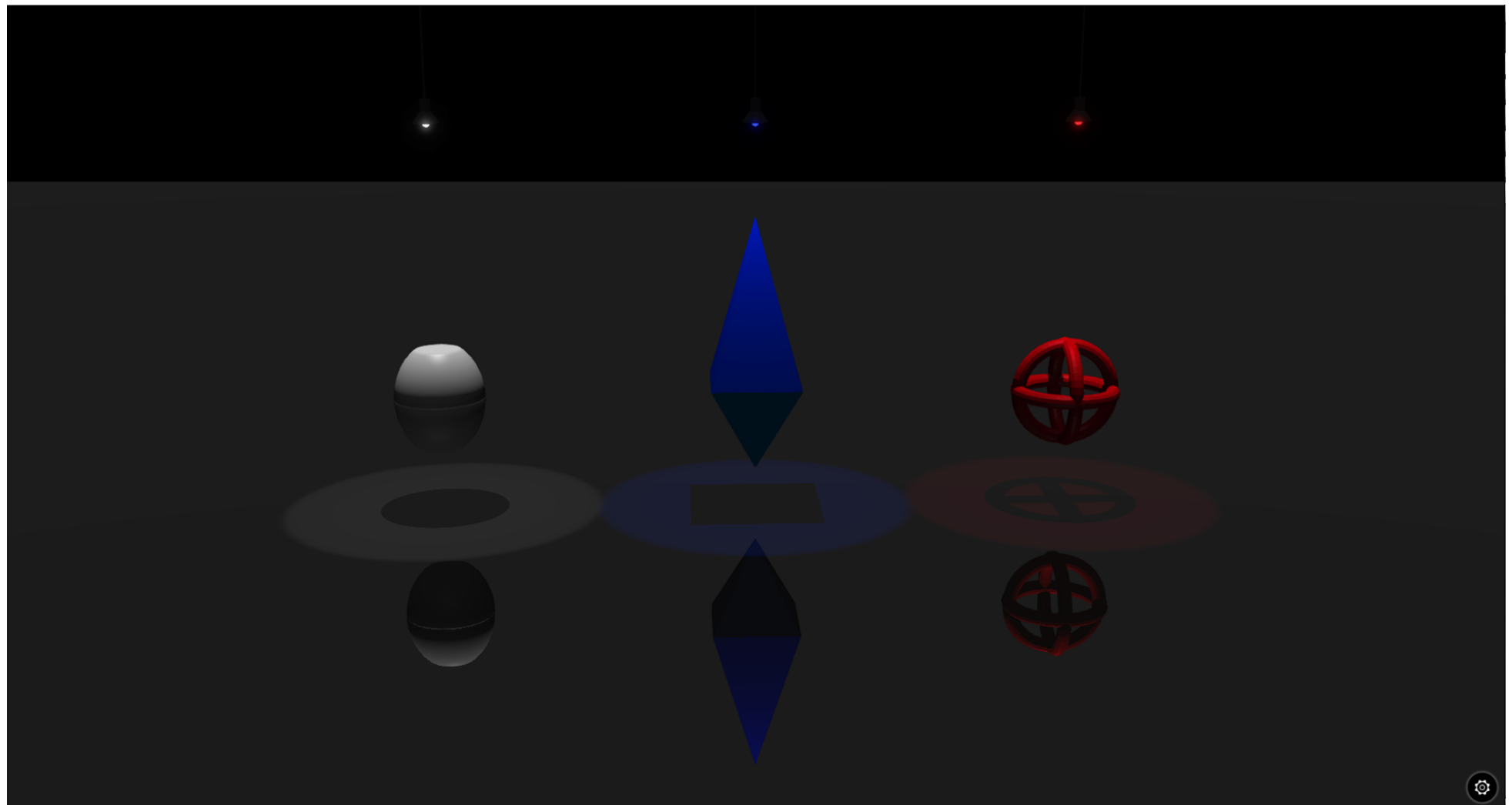
ZOZNAM PRÍLOH

- Príloha 1 Blueprint Čachtického hrad
- Príloha 2 Export jednoduchej scény
- Príloha 3 Export scény s hradom
- Príloha 4 Export scény s hradom - pohľad na hospodárske budovy s popisom
- Príloha 5 CD-R
- Príloha 6 Príručka vo formáte PDF

PRÍLOHA 1: BLUEPRINT ČAHTICKÉHO HRADU



PRÍLOHA 2: EXPORT JEDNODUCHEJ SCÉNY



PRÍLOHA 3: EXPORT SCÉNY S HRADOM

Hrad
Kaplnka
Hradba
Hosp. budovy



PRÍLOHA 4: EXPORT SCÉNY S HRADOM - POHĽAD NA HOSPODÁRSKE BUDOVY S POPISOM

