

Real-time aplikace v prostorech budovy FAI UTB

Real-time application inside FAI UTB building

Bc. Roman Jambor

Diplomová práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Roman JAMBOR

Osobní číslo: A10319

Studijní program: N 3902 Inženýrská informatika

Studijní obor: Počítačové a komunikační systémy

Téma práce: Real-time aplikace v prostorech budovy FAI UTB

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma.
2. Seznamte se se stávajícím 3D modelem Fakulty aplikované informatiky, který byl řešen v rámci diplomové práce Příprava vstupních dat pro 3D aplikaci. Analyzujte jej, případně podle potřeby upravte a doplňte chybějící části tohoto modelu.
3. Vytvořte 3D modely vybavení jednotlivých místností. Následně je umístěte do 3D modelu budovy.
4. Ve vybraném 2D grafickém programu vytvořte textury, které následně naneste na všechny vytvořené modely.
5. Celý model budovy i s vybavením interiérů exportujte do vhodného formátu tak, aby se dal použít v engine CryEngine3.
6. V CryEngine3 vytvořte 3D real-time aplikaci, která bude umožňovat libovolný pohyb v modelu budovy Fakulty aplikované informatiky. Součástí aplikace bude i její podrobný popis.
7. Navrhněte a realizujte funkci zobrazení cesty 3D modelem budovy k libovolné místnosti.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. MURDOCK, Kelly L. 3ds max 2012 bible. 1st ed. Indianapolis, IN: Wiley Publishing, Inc., 2011. ISBN 11-180-2220-3.
2. TRACY, Dan a Sean TRACY. CryENGINE 3 cookbook over 90 recipes written by Crytek developers for creating third-generation real-time games. Birmingham, U.K: Packt Pub, 2011. ISBN 9781849691079.
3. CGTutorials.com: Autodesk 3ds max tutorials. CGTutorials.com [online]. 2009– [cit. 2012-01-17]. Dostupné z: http://www.cgtutorials.com/c1/Autodesk_3ds_max
4. ULLMAN, Larry. PHP a MySQL: názorný průvodce tvorbou dynamických WWW stránek. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2004, 534 s. ISBN 80-251-0063-4.
5. ŽÁRA, Jiří . Moderní počítačová grafika. Vyd 1. Brno: Computer Press, 2004, 609 s. ISBN 80-251-0454-0.
6. PFEIFFER, Silvia. HTML5 – audio a video: kompletní průvodce. Brno: Zoner Press, 2011. ISBN 978-807-4131-479.
7. Grafika.cz: vše o počítačové grafice. Grafika.cz [online]. 2010– [cit. 2012-01-17]. Dostupné z: <http://grafika.cz/>

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavel Pokorný, Ph.D.

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání diplomové práce:

24. února 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

28. května 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



LS.

prof. Ing. Karel Vlček, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cieľom práce je vytvorenie real-time aplikácie odohrávajúcej sa v priestoroch budovy FAI UTB. Užívateľ sa môže po budove voľne prechádzať a navštevovať rôzne miesta. Aplikácia obsahuje navigáciu, ktorá umožní vyhľadanie ľubovoľnej miestnosti z ktoréhokoľvek miesta v budove. V aplikácii je taktiež zahrnutá hra, kedy hráč behá na čas po budove a zbiera zápočty. Celá aplikácia je postavená na CryEngine 3.

Teoretická časť pojednáva o programových možnostiach, ktoré je možné použiť k vytvoreniu jednotlivých modelov a o ich následnom textúrovaní. Sú tu taktiež popísané najpoužívanéjšie dostupné engine.

V praktickej časti sú popísané podrobné postupy, ktoré boli použité k vymodelovaniu objektov v programe 3ds Max, textúrovanie v programe Photoshop a následne vytvorenie celkovej aplikácie v CryEngine3.

Kľúčová slova: Real-time aplikace, 3ds Max, Maya, Blender, Photoshop, CryEngine 3, Unreal Engine 3, UVW

ABSTRACT

The purpose of this work is to create real-time application that takes place in areas of building FAI UTB. User can freely move around building and visit different places. The application includes a navigation that allows searching any room from anywhere in the building. It also includes a game, where player runs on time around building and collects credits. Entire application is built on CryEngine 3.

The theoretical part deals with programs, which can be used to create individual models and their subsequent texturing. There is also described about most common available engines.

The practical part describes detailed procedures, which were used to model objects in 3ds Max, texturing in Photoshop and the creation of overall applications in CryEngine 3.

Keywords: Real-time application, 3ds Max, Maya, Blender, Photoshop, CryEngine 3, Unreal Engine 3, UVW

POĎAKOVANIE

Chcem sa poďakovať pánovi Ing. Pavlovi Pokornému, Ph.D. za rady a pripomienky počas tvorby diplomovej práce, svojim rodičom za podporu počas môjho celoživotného štúdia a v neposlednej rade svojej priateľke za podporu v ťažkých chvíľach.

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 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);
- 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 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

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 POČÍTAČOVÁ GRAFIKA.....	12
2 3D GRAFICKÉ PROGRAMY.....	13
2.1 3DS MAX.....	13
2.1.1 Rendering.....	14
2.1.1.1 Scanline.....	14
2.1.1.2 Mental Ray.....	14
2.1.1.3 Quicksilver hardware renderer	15
2.1.1.4 iRay.....	15
2.2 MAYA	16
2.3 BLENDER.....	18
2.3.1 Rendering.....	19
2.3.2 Interaktívna aplikácia - realtime 3D.....	19
3 2D GRAFICKÉ PROGRAMY.....	20
3.1 PHOTOSHOP.....	20
3.2 GIMP	20
4 REAL-TIME ENGINE	21
4.1 CRYENGINE 3.....	21
4.2 UNREAL ENGINE 3.....	23
5 TEXTÚRY	24
5.1 TYPY TEXTÚR.....	24
5.1.1 Diffuse map.....	24
5.1.2 Specular map.....	25
5.1.3 Bump map	26
5.1.4 Displacement map.....	27
5.1.5 Opacity map	28
II PRAKTICKÁ ČÁST	29
6 PRÍPRAVA	30
6.1 ENGINE.....	30
6.1.1 Inštalácia engine.....	31
6.2 3D EDITOR.....	31
6.2.1 Inštaláciu pluginu	31
6.3 2D EDITOR.....	33
6.3.1 Inštalácia pluginu	33
7 ANALÝZA	34
7.1 OPRAVY	36
7.1.1 Napasovanie častí.....	37

7.1.2	Vnútorné steny	37
7.1.3	Porovnania.....	38
8	PRÁCA V 3D	42
8.1	VYTVORENIE MODELU.....	42
8.1.1	Stôl	42
8.1.2	Monitor.....	43
8.1.3	Počítač	44
8.1.4	Klávesnica	45
8.2	TEXTÚROVANIE.....	45
8.2.1	Stôl	45
8.2.2	Monitor.....	46
8.2.3	Počítač	47
8.2.4	Klávesnica	47
8.2.5	Komplet.....	48
8.2.6	UVW mapping	48
8.2.7	Unwrap UVW	49
9	PRÁCA V 2D	52
9.1	TVORBA TEXTÚRY	52
9.1.1	Textúra z fotografie.....	52
9.1.2	Textúra od základu.....	53
9.1.3	Unwrap textúra.....	54
10	EXPORT DO ENGINE.....	57
10.1	EXPORT 3D OBJEKTOV	57
10.1.1	Príprava materiálu	58
10.1.2	Export 3d modelu.....	61
10.1.3	Export materiálu.....	62
11	PRÁCA V ENGINE	63
11.1	ROLLUP BAR	63
11.1.1	Vrstvy	64
11.2	VYTVORENIE NOVÉHO LEVELU.....	65
11.3	TVORBA BUDOVY FAI.....	68
11.3.1	Tvorba vybavenia.....	70
11.3.2	Vybavenie pomocou Decals.....	71
11.3.3	Vybavenie učební.....	72
11.4	MATERIÁLOVÝ EDITOR.....	74
11.4.1	Úprava importovaných materiálov.....	75
11.4.2	Vytvorenie priehľadného skla.....	75

11.5	VEGETÁCIA	77
11.6	TIME OF DAY / OSVETLENIE	79
11.7	OBLAKY	81
11.8	ÚVODNÉ ANIMÁCIE	83
11.9	SKRIPTY	84
11.9.1	Otváranie dverí	85
11.9.2	Výťah	87
11.9.3	Štart hry	91
11.10	ZMENA MINIMAPY	92
11.11	UI USER INTERFACE	94
11.11.1	Hlavné menu	95
11.11.2	InGame menu	98
11.12	NAVIGÁCIA	99
11.12.1	Naplnenie zoznamu	99
11.12.2	Infraštruktúra AI	101
11.12.3	Navigačné ciele a popisy miestností	102
11.13	HRA SO ZÁPOČTAMI	104
12	POPIS APLIKÁCIE	105
12.1	UMIESTNENIE NA INTERNETE	108
12.2	V ČÍSLACH	109
	ZÁVĚR	110
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	111
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	112
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	114
	SEZNAM OBRÁZKŮ	115
	SEZNAM TABULEK	119
	SEZNAM PŘÍLOH	120

ÚVOD

Real-time aplikácia, alebo aplikácia odohrávajúca sa v reálnom čase, sa najčastejšie používa ako označenie pre počítačové hry, alebo živé interaktívne prezentácie. Pre tvorbu takýchto aplikácií sa vyvíjajú zložité programy, herné engine.

Herný engine môžeme prirovnať k motoru auta. Engine je vlastne to, čo poháňa počítačovú hru, tak ako motor poháňa auto. Niekedy je ale ťažké určiť hranicu, kde začína a kde končí.

Často je ale popis herného engine jednoduchý. Zahŕňa s hrou spojené úlohy, ako rendering, fyziku a vstupy, takže sa vývojári (umelci, dizajnéri a programátori) môžu sústrediť na to čo tvorí ich hru unikátnou.

Engine často používajú znovu použiteľné komponenty, ktoré môžu byť použité k dodaniu života hre. Načítavanie, zobrazenie, animácie, kolízie medzi objektmi, fyzika, vstupy, užívateľské rozhrania, či umelá inteligencia. Toto sú len niektoré súčasti, ktoré tvoria engine.

Spočiatku si svoje engine vyvíjali herné štúdiá sami pre seba. No po určitom vývoji začali spoločnosti svoje engine poskytovať ostatným herným štúdiám k tvorbe hier pod komerčnými licenciami. Tento čin dal možnosť vzniku množstvu obsahovo kvalitných hier, pretože sa vývojári nemuseli sústrediť na vývoj engine, ale na obsahovú časť ako jednotlivé 3d modely, textúry alebo skripty.

Niektoré engine sú na internete dostupné zdarma pre nekomerčné účely ako UnrealEngine3 či CryEngine3. Tieto engine si môže stiahnuť ktokoľvek a vytvárať tak svoje vlastné virtuálne svety. Pokiaľ by bol výsledok použitý na komerčné účely, môže užívateľ požiadať o rôzne formy licencie.

Pre tvorbu obsahu engine je možné použiť ďalšie množstvo programov, či už profesionálnych nástrojov, alebo voľne dostupných OpenSource produktov.

Obsah mojej diplomovej práce je zameraný na tvorbu obsahu pre engine, či samostatnú prácu s engine. Práca začína na základoch staršej diplomovej práce "Příprava vstupních dat pro 3D aplikaci". Po jej úpravách a vytvorení nových modelov, plynule prechádza k textúrovaniu a tvorbe virtuálneho sveta v CryEngine3.

I. TEORETICKÁ ČÁST

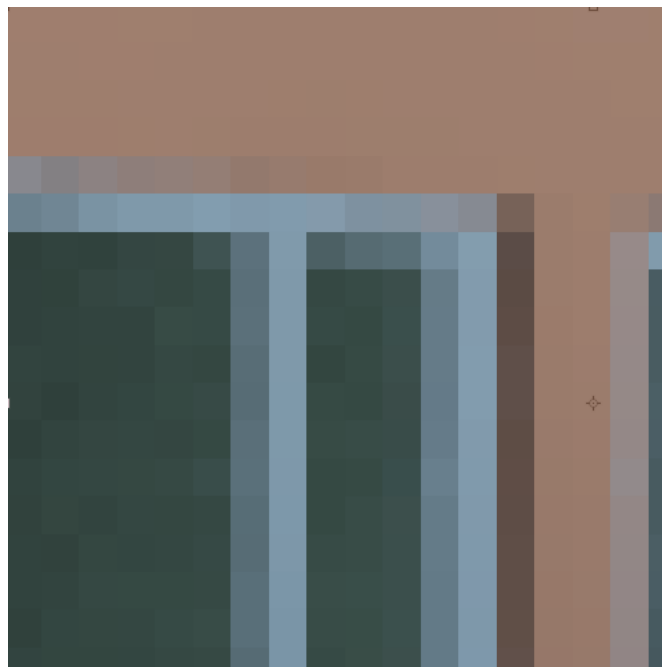
1 POČÍTAČOVÁ GRAFIKA

Za počítačovou grafiku sa v minulosti považovalo to, čo je vytvorené na počítači a nie je text alebo zvuk. V dnešnej dobe je počítačová grafika rozšírená do mnohých odvetí. Môžeme ju nájsť v televízii, v novinách, v zdravotných vyšetreniach. Takmer všetky média sú vytvorené počítačovo. Človek sa môže stretnúť s počítačovou grafikou na každom mieste. Bilboardy na cestách, etikety na produktoch, špeciálne efekty vo filmovej tvorbe.

Preto bolo pre tvorbu počítačovej grafiky vyvinutých veľa nástrojov. Môžu byť zaradené do rôznych typov ako 2D a 3D. 2D počítačovou grafiku si môžeme ďalej rozložiť na vektorovú a rastrovú grafiku.

Základom vektorovej grafiky je matematika. Tvar čiary a krivky je definovaný matematickým zápisom. To znamená, že pri akomkoľvek priblížení sa nijako nemení kvalita grafických prvkov, pretože matematický zápis zostáva vždy rovnaký. Pomocou vektorovej grafiky je možné tvoriť 2D obrazy, ale aj 3D modely.

Rastrová grafika je popísaná pomocou farebných bodov. Tieto body (pixely) sú usporiadané do mriežky. Každý bod má svoju farbu určenú podľa farebného modelu. Pomocou rastrovej grafiky je možné vykresliť prakticky ľubovoľný 2D obraz. [10]



Obr. 1. Zväčšenina rastrovej grafiky

2 3D GRAFICKÉ PROGRAMY

Na trhu sa pohybuje mnoho 3D počítačových programov, ktoré nám umožnia vytvárať grafické scény. Programy, ktoré rozpišem v práci, svojou komplexnosťou zabezpečia to, že môžeme vytvárať 3D modely i animácie. Využívajú svetelné modely a efekty, vďaka ktorým je výstup mnohokrát na nerozoznanie od reality. Výsledné produkty môžeme použiť v rôznych odvetviach ako architektúra, film, reklama a počítačové hry.

V tejto kapitole uvediem najpoužívanějšíe programy, ktoré môžeme použiť pre tvorbu 3D modelov. Programov je obrovské množstvo, no v práci budú uvedené len tie najhlavnejšie a najviac používané.

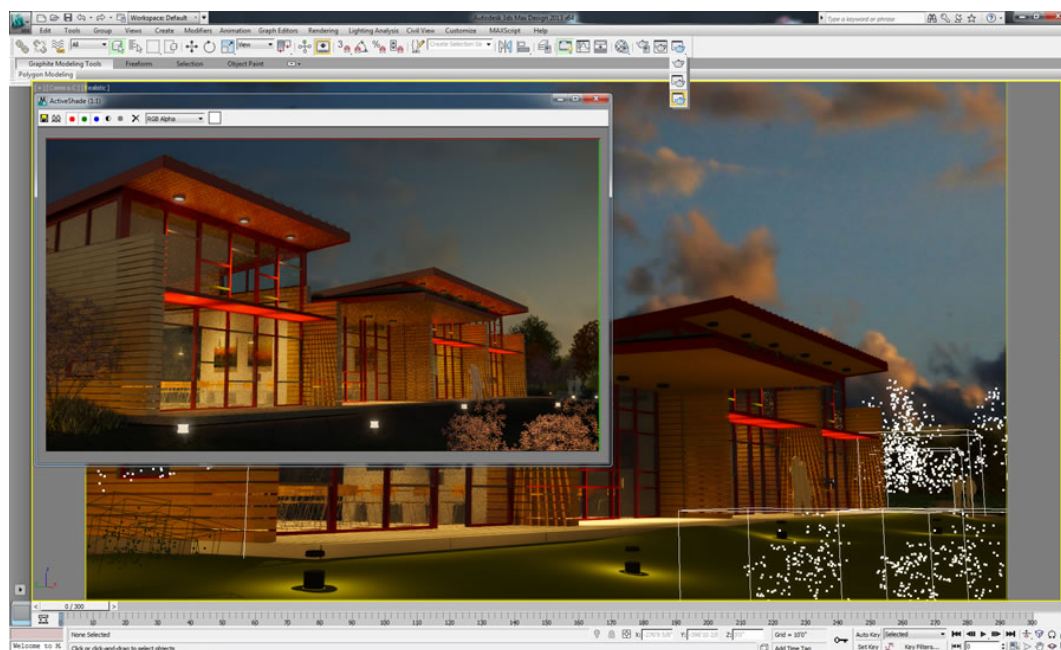
2.1 3ds Max

3ds Max je komerčný program od firmy Autodesk. Program svojou komplexnosťou ponúka integrované 3D modelovanie, animáciu, rendering a komponovacie riešenia pre tvorcov počítačových hier, tvorcov vizuálnych efektov, tak isto ako aj pre kreatívnych profesionálov pracujúcich v mediálnom priemysle. [1]

Pomocou tohto programu môžeme vytvárať charaktery a ich animácie a tieto buď vyrenderovať, alebo exportovať do iného programu, napríklad do jedného z mnohých engines.

Ponúka úplné modelovanie pomocou polygónov, UV textúrovanie a editáciu. Obsahuje prostredie, ktoré podporuje C++ a .NET, pokročilé hardwarové shadery vrátane *NVIDIA PhysX* integrácie, Tvorbu *normal maps* a generovanie svetelných máp.

Výrobca momentálne ponúka rôzne balíky programu určené pre architektúru, design, factory design, infraštruktúru a mnohé iné. [1]



Obr. 2. Rozhranie programu Autodesk 3ds Max

Pre 3ds Max existuje množstvo pluginov, ktoré jeho funkcionality a použiteľnosť vysoko rozširujú.

2.1.1 Rendering

3ds Max obsahuje viacero rendererov, ktoré sú odlišné svojimi schopnosťami a ich použitím. Následný popis rendererov je platný pre verziu 3ds Max 2012.

2.1.1.1 Scanline

Je to základný renderer slúžiaci pre rýchly náhľad na scénu. Obsahuje možnosti ako *global illumination*, *radiosity* a *ray tracing*. Vďaka týmto rozšíreným možnostiam je možné dosiahnuť kvalitný výstup, no stále by mohol byť označený ako predprodukčný.

2.1.1.2 Mental Ray

Pokročilý renderer, ktorý dosahuje produkčné kvality. Umožňuje použitie funkcií ako *global illumination*, *ray tracing*, *caustic*, *ambient occlusion*, *DOF*, *motion blur*. Umožňuje použitie fotografickej expozície a použitie fotometrického osvetlenia. Dokáže vytvoriť realistické rendery, ktoré sú niekedy svojou kvalitou na nerozoznanie od skutočného sveta.



Obr. 3. Vyrenderovaný obrázok pomocou rendereru Mental Ray

2.1.1.3 Quicksilver hardware renderer

Je založený na hardwarovej akcelerácii pomocou GPU. Používa *MetaSL* shadery. Ponúka takmer všetky efekty ako Mental Ray, no jeho rýchlosť je v porovnaní s ním mnohonásobná. Quicksilver dokáže vyrenderovať scénu v niekoľkých sekundách na rozdiel od Mental Ray, ktorý bude renderovať vyše hodiny. Renderery sú podobné, no Mental Ray dosahuje vyššie kvality, preto sa Quicksilver používa pre rýchly náhľad renderovanej scény. Pre renderovanie pomocou Quicksilveru je potrebné použiť profesionálnu grafickú kartu od firmy nVidia, alebo ATI. Je možné použiť ho aj s obyčajnou (hráčskou), no môže spôsobovať problémy.

2.1.1.4 iRay

Tento kvalitný renderer je založený na technológii Mental Ray. Dokáže sám nastaviť všetky potrebné parametre pre dosiahnutie kvalitného výsledku. Jedným z parametrov je aj čas renderovania, ktorý si môžeme nastaviť podľa potreby. Ďalšou výhodou je, že renderovanie môžeme kedykoľvek prerušiť a následne sa k nemu vrátiť a renderovanie bude pokračovať na skončenom mieste. Obrázok je teda kedykoľvek použiteľný. Podporuje aj hardwarové akcelerovanie renderovania pomocou technológie CUDA od firmy nVidia.



Obr. 4. Vyrenderovaný obrázok pomocou rendereru iRay

2.2 Maya

Maya je tak isto ako aj 3ds Max od firmy Autodesk. Ponúka podobné vlastnosti, no je skôr vyvinutá ako animačný nástroj vhodný najmä pre tvorbu organických modelov ako ľudí. [12]

Maya disponuje hlbokými a flexibilnými vlastnosťami, ktoré formujú robustné CG zreťazené spracovanie. Má integrované modelovanie, simulovanie, animáciu, rendering, *matchmoving*, kompozičné schopnosti. Ponúka rýchlu výmenu dát medzi ostatnými 3D aplikáciami v *Autodesk Entertainment Creation Suites 2013*. Maya získala mnoho ocenení za technologickú inováciu, vrátane troch *Academy Awards*.

Ďalšie z možností Maya sú rozsiahle simulačné nástroje pre tvorbu vysokej kvality, realistických tekutín, časticových efektov, šiat, vlasov, *rigid-body* a *soft-body* dynamiky. Ako prídavok je možné použiť multivláknový fyzikálny engine *NVIDIA PhysX*, vysokovýkonný open source *AMD Bullet Physics engine* a *Digital Molecular Matter* plugin pre tvorbu pokročilých *rigid-body*, *soft-body* a trieštivých simulácií.

Tento software bol použitý pre tvorbu známych CG postáv vo filmovej tvorbe ako Na'vi z Avataru, alebo dementory z Harryho Pottera.

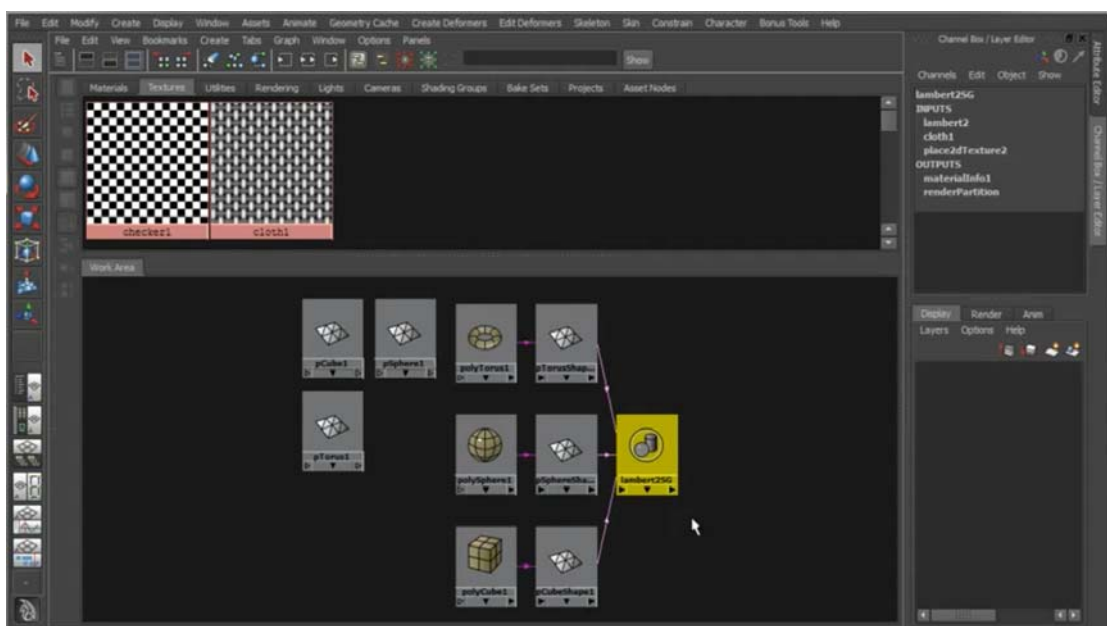
Spoločnosti, ktoré potrebujú integrovať 3D nástroje tesnejšie s ich vývojom, môžu použiť vysokú prispôsobivosť Maya. Maya, bola postavená od podlahy s *Maya Embedded*

Language (MEL), ďalej ponúka *Python* skriptovanie tak isto ako dobre zdokumentované *C++* API. Vývojári môžu tiež využiť *Qt Designer* pre tvorbu komponentov rozhrania. [12]



Obr. 5. Maya použitá vo filme Avatar

Maya tvorí architektúru scény pomocou uzlov *Node graph*. Elementy scény sú založené na uzloch, každý uzol má svoje vlastné atribúty a nastavenia. Ako výsledok, vizuálna reprezentácia scény je založená výhradne na sieti prepojených uzlov, založených na informáciách všetkých ostatných. [12]



Obr. 6. Maya Node graph editor

2.3 Blender

Blender je zdarma dostupný *open source* program, pomocou ktorého je možné vytvoriť väčšinu produktov ako v iných komerčných riešeniach. Jeho hlavnou výhodou je formát *open source* a veľká komunita užívateľov. Nevýhodou je, že je bez podpory veľkých výrobcov engines ako CryEngine 3. [2]



Obr. 7. Vyrenderovaný obrázok pomocou programu Blender

Blender je multi-platformná *open source* aplikácia zameraná na vytváranie 3D modelov, animácií, rendering, postprodukčnú činnosť a v neposlednej rade interaktívnych aplikácií.

Multiplatformný znamená, že Blender sa dá spustiť nielen v systéme Windows, ale aj pod Linuxom, na Mac OS a v mnohých ďalších. *Open source* znamená, že je nielen celkom zadarmo, a to i pri komerčnom využití, ale taktiež je to možnosť stiahnuť kompletný zdrojový kód, ľubovoľne ho upravovať a prípadne sa aktívne podieľať na ďalšom vývoji Blenderu. Počas minulých rokov Blender prekonal vývoj, vďaka ktorému ponúka nástroje čo do množstva a kvality zrovnateľné s komerčnými 3D aplikáciami strednej triedy.

Okrem nástrojov pre modelovanie, animáciu a renderovanie obsahuje Blender taktiež *GameEngine*, v ktorom je možné vytvárať interaktívne prezentácie, priechodné vizualizácie, napr. interiérov domov a počítačové hry, všetko priamo v Blender pomocou interného grafického editoru s možnosťou doplnenia kódom v objektovo orientovanom programovacom jazyku Python.

Vedľa interného hybridného *scanline/raytrace* rendereru ponúka Blender priamy výstup v externom renderery Yafray, ktorý je rovnako k dispozícii zdarma. [2]

Je možné ho doplniť celou radou rozšírení vo forme Python skriptov, v ktorých existujú i veľmi zložité pluginy napr. pre generovanie stromov, trávy, zvieracej srsti, či importovacie a exportovacie filtre pre komunikáciu s inými aplikáciami. Ďalšie rozšírenia sú možné s použitím materiálových či sekvenčných postprodukčných pluginov, dodávaných vo forme knižnicových súborov napr. .dll. [2]

2.3.1 Rendering

Ponúka možnosť z výberu dvoch renderovacích enginov, a to interný *Blender renderer* (hybridný *scanline/rytrace*) a priamy prístup k externému raytraceru Yafray. Nechýbajú možnosti ako *Ambient Occlusion*, *Radiosity*, *oversampling*, *motion blur* a postprodukčné efekty. [2]

2.3.2 Interaktívna aplikácia - realtime 3D

Je to grafický editor pre naprogramovanie logiky aplikácie. Obsahuje detekciu kolízií a simulácie dynamiky. Je možné engine rozširovať pomocou Python skriptov pre zložitejšiu logiku alebo umelú inteligenciu. Podporuje všetky povrchové módy *OpenGL* vrátane priehľadnosti, animovaných reflexných máp a podobne. Prehrávanie hier a interaktívnych 3D aplikácií je bez nutnosti kompilovania a prepočítania. Audio využíva SDL toolkit. [2]



Obr. 8. Renderovaný obrázok v programe Blender

3 2D GRAFICKÉ PROGRAMY

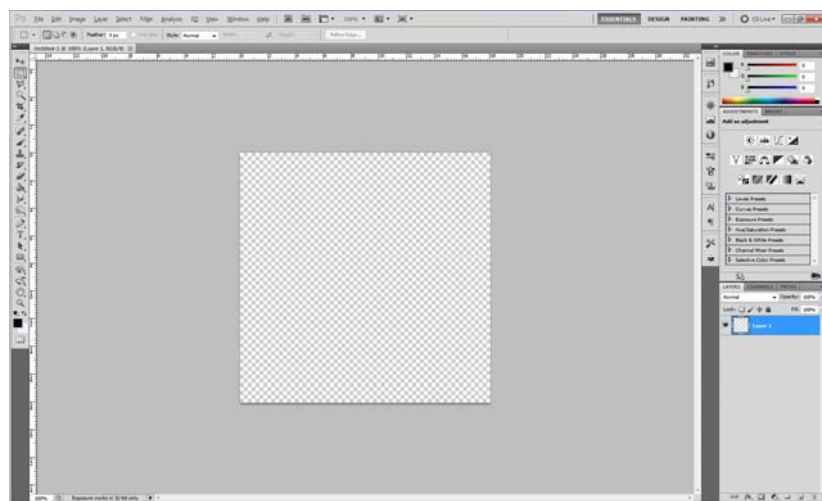
2D grafické programy sa v tvorbe real-time aplikácií používajú na tvorbu rôznych druhov textúr. V práci sú uvedené tie najpoužívannejšie.

3.1 Photoshop

Photoshop je komerčný software od firmy Adobe. Program umožňuje tvorbu prakticky všetkého, čo môžeme zobrazit' pomocou obrázku, ako úprava fotografií, kombinácie obrázkov, design pre web, video a mnoho ďalšieho.

Program používa obrovská základňa používateľov, a preto je aj podporovaný mnohými výrobcami iných programov, ako real-time engines, ktorí vytvárajú aj prídavky (*plugins*) pre tento software. Z toho vyplýva aj jeho vysoká užívanosť v odvetí tvorby textúr pre real-time aplikácie, kde iný program ako Photoshop stretneme len málokedy. [16]

Pre tvorbu textúr v praktickej časti bol použitý Photoshop vo verzii CS5 s trial licenciou.



Obr. 9. Rozhranie programu Photoshop CS5

3.2 Gimp

Gimp je voľne stiahnuteľný software, ktorý poskytuje tie isté možnosti použitia ako aj Photoshop. Najväčšia výhoda je opäť jeho voľné šírenie. Program môžeme využiť tak isto na tvorbu textúr pre engine, no obmedzením pre jeho použitie môže byť jeho nízka podpora zo strany vydavateľov real-time engineov, kedy pri niektorých je potrebné použiť plugin, ktorý nie je kompatibilný s programom Gimp. [9]

4 REAL-TIME ENGINE

Real-time engine je software, ktorý je používaný hernými vývojármi pre rýchlu tvorbu počítačových hier bez nutnosti kódovania úplne od začiatku. [7]

V tejto sekcii budú prebraté najmodernejšie a najpoužívanéjšie real-time engine.

4.1 CryEngine 3

CryEngine 3 od firmy CryTek, ponúka robustný systém zahrňujúci všetko čo je nutné pre vytvorenie počítačovej hry. [5]



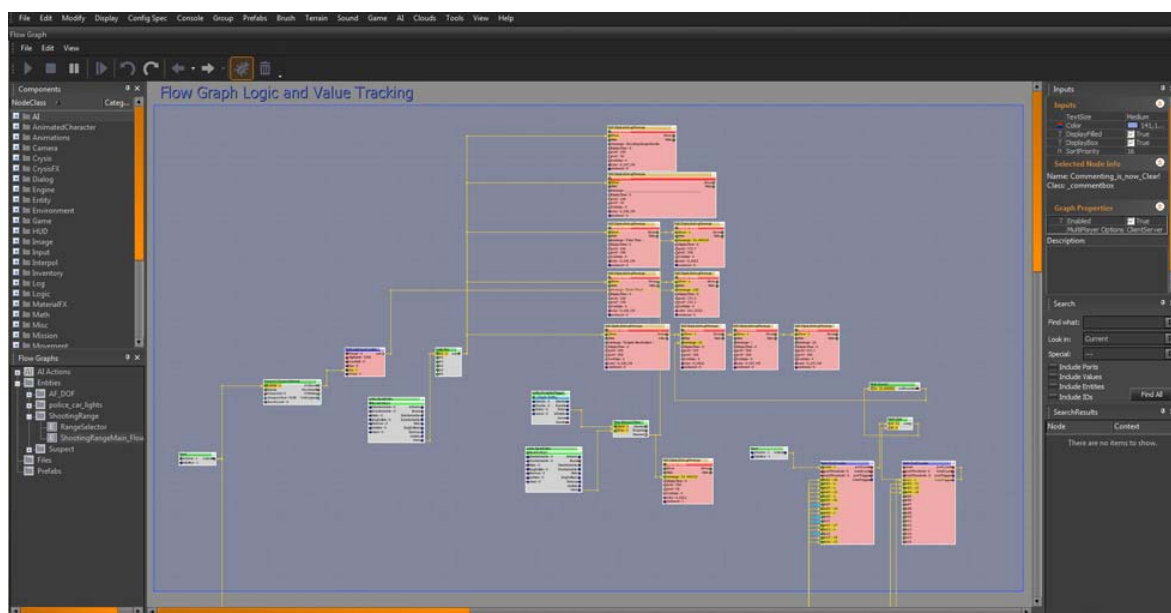
Obr. 10. Ukážka z CryEngine 3

CryEngine 3 je v súčasnej dobe vizuálne najdokonalejší real-time engine. Vytvorené aplikácie môžu byť použité na PC platforme ako aj na platforme konzolovej (X360, PS3). Poskytuje rôzne funkcie ako tvorba terénu, fyzikálny systém aplikovateľný takmer na každý objekt, systém umelej inteligencie, dokonalé spracovanie charakterov, animačný systém, 24 hodinový systém osvetlenia, globálnu ilumináciu, *Sandbox*.

Pomocou *Sandbox* (editoru) môžeme vytvoriť hru systémom WYSIWYG, kde do hry môžeme skočiť kedykoľvek počas vytvárania aplikácie. WYSIWYG znamená, čo vidíš to dostaneš.

Pre programovanie bol vyvinutý vyšší programovací jazyk nazvaný Flowgraph, pomocou ktorého môžeme vytvárať všetko od menu až po chovanie AI.

Obsahuje Track View Editor pre strih interaktívnych filmových sekvencií, pomocou ktorého môžeme vytvoriť nascriptované scény a ovládať ich pomocou Flowgraphu.



Obr. 11. Ukážkový Flow Graph z CryEngine 3

Momentálna verzia CryEngine 3 je vo verzii 3.4 a ponúka mnoho funkcií ako aj DirectX11.

Crytek integroval do Sandboxu Scaleform od firmy Autodesk, ktorý je určený pre vytváranie Menu alebo Interface prvkov. ScaleForm je založený na technológii Flash. Teda každý flash prvok vytvorený s ActionScript 2.0 alebo 3.0 je zobraziteľný v CryEngine 3.

Na tomto engine bolo vytvorených množstvo hier ako *Crysis* (PS 3, Xbox 360), *Crysis 2*, *Homefront*, *Warface* a ďalšie sú vo vývoji.

CryEngine 3 je voľne dostupný pre nekomerčné účely. V prípade použitia pre komerčné účely je poskytnutá licencia formou 15% zo zisku z predaja pre firmu CryTek.

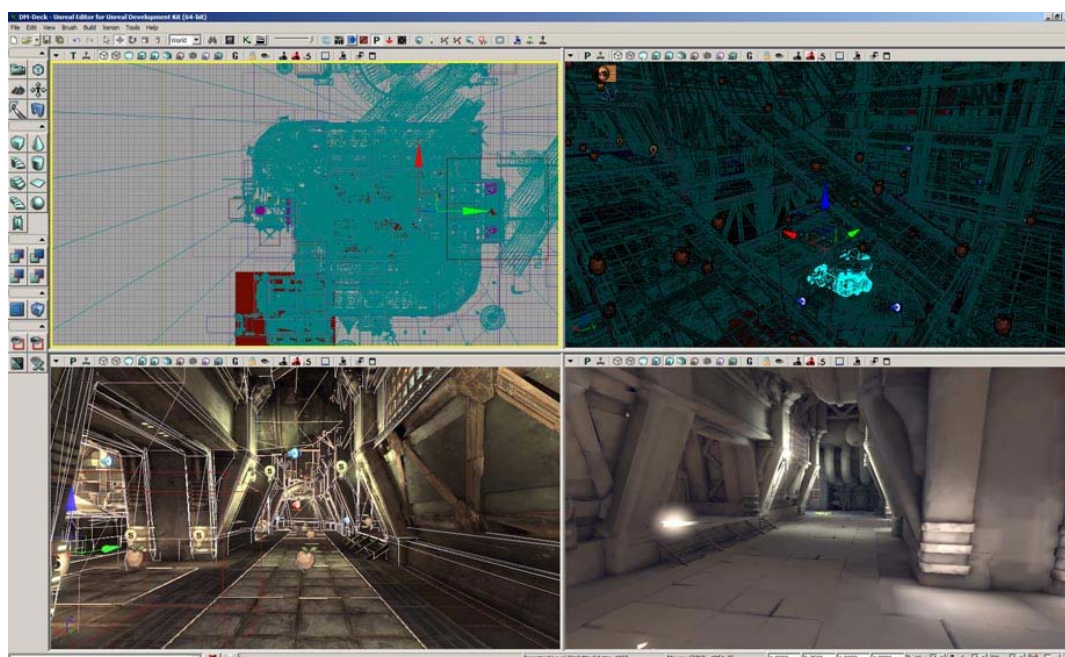
Jedinú nevýhodu, ktorú má CryEngine je importovanie 3D modelov do engine, kde je nutné použiť plugin, ktorý je kompatibilný iba s programami 3ds Max a Maya, ktoré sú profesionálne softwary a nákup takéhoto programu je veľmi drahá záležitosť. Ďalšia nevýhoda je v nutnosti použitia Adobe Photoshop, pretože CryEngine používa vlastný formát CryTif. Plugin pre tvorbu CryTif prikladá iba k programu Photoshop. [5]

4.2 Unreal Engine 3

Unreal Engine 3 je herný engine vytvorený firmou Epic Games. Posledná verzia podporuje DirectX11. Je funkčný pre platformy PC, Xbox 360, PlayStation 3, Wii U, PlayStation Vita, Android. [8]

Poskytuje všetky nástroje pre vytvorenie modernej hry. Unreal Engine 3 používa obrovské množstvo známych počítačových hier ako *Unreal Tournament 3*, *X-Men Origins: Wolverine*, *Mirror's Edge*, trilógia *Mass Effect*, *Batman Arkham Asylum* a jeho pokračovanie. Z vypísaných AAA titulov je vidieť že Unreal Engine 3 je veľmi úspešný.

Unreal Engine 3 je tak isto WYSIWYG editor, kde sa do hry môžeme prepnúť kedykoľvek a otestovať vytvorený level. Obsahuje materiálový editor, *Unreal Kismet*, čo je vizuálny skriptovací jazyk pre hry, *Unreal Matinee* animačný nástroj, *Autodesk FBX*, importér meshov, animácií a materiálov a mnoho ďalších nástrojov potrebných pre vytvorenie úspešnej modernej počítačovej hry. [8]



Obr. 12. Ukážka z Unreal Engine 3

Pri licencovaní programu dostane užívateľ celý zdrojový kód a nástroje. Podpora je udeľovaná priamo z Unreal Engine vývojového tímu. Engine je voľne stiahnuteľný pre nekomerčné účely. Pri komerčnom účele je nutné priamo kontaktovať EpicGames a od nich získať licenciu. [8]

5 TEXTÚRY

Textúrou sa nazýva obrázok, ktorý je použitý na 3D model ako povrch. V reálnom svete by sme ako textúru mohli označiť omietku na stene, etiketu na fľaši.

Existuje viac druhov textúr pre rôzne použitie a funkciu, ktorú zabezpečia pri aplikovaní na model. V tejto časti sú prebraté všeobecné typy textúr, ktoré používajú 3D programy. V praktickej časti sú popísané ostatné druhy textúr, ktoré sú pre CryEngine 3 špecifické.

5.1 Typy textúr

Pre porovnanie výsledku pred a po aplikovaní textúr je vytvorený v programe 3ds Max jednoduchý *plane model*.



Obr. 13. Plane v 3ds Max

Ako je možné vidieť, je vytvorená hladká jednoduchá plocha bez priradenia akejkoľvek textúry.

5.1.1 Diffuse map

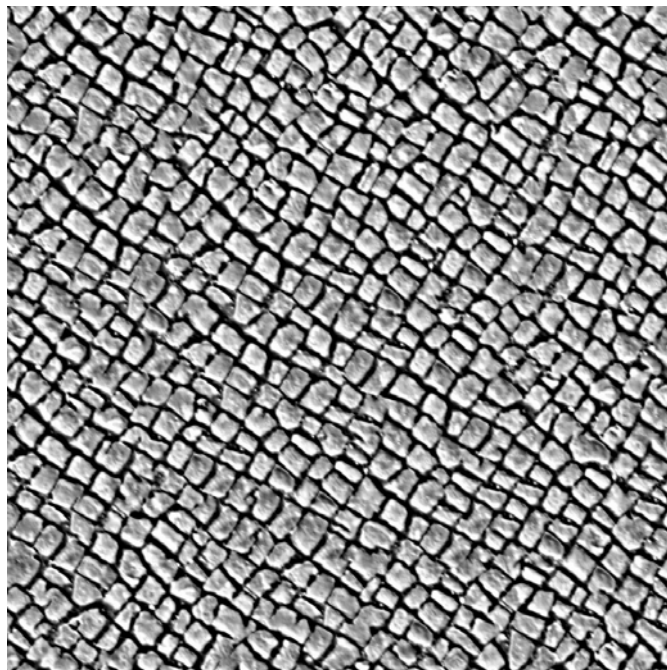
Je to základná textúra, ktorá vytvára povrch modelu. Po aplikovaní na model vznikne jednoduchý povrch, no stále vzniká dojem plochosti. Obzvlášť je rušivý odlesk v miestach, kde nemá byť.



Obr. 14. Diffuse map

5.1.2 Specular map

Po aplikovaní textúry typu *specular* vznikne povrch, ktorý je lesklý iba na tých plochách, na ktorých má byť.



Obr. 15. Vzor Specular map

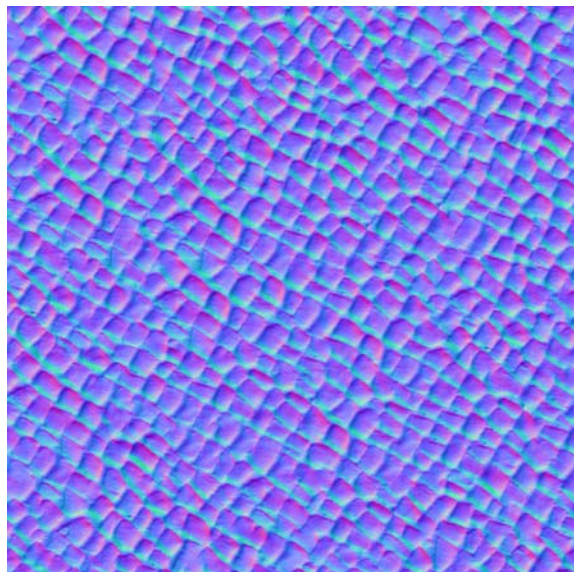
Textúra býva vytvorená v odtieňoch šedej. Biele plochy znázorňujú odlesk, čierne budú matné.



Obr. 16. *Specular map*

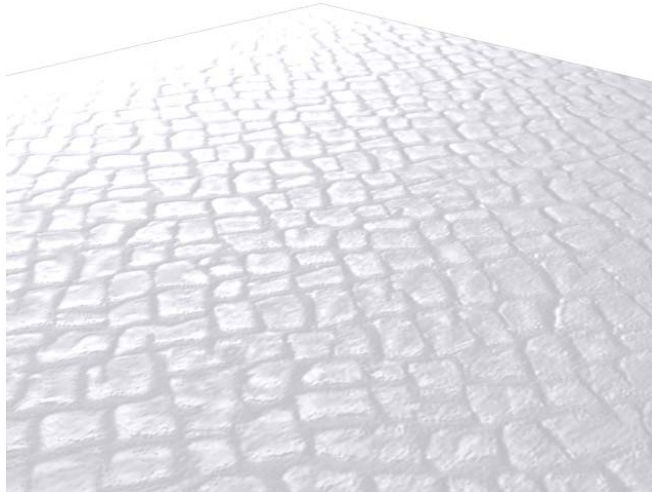
5.1.3 Bump map

Bump map vytvorí po aplikovaní dojem výstupkov na plochom povrchu. Textúra je tak isto vytvorená odtieňoch šedej. V niektorých prípadoch sa používa forma *Normal map*, ktorá naberá farby od modrej po červenú. *Bump map* vytvára iba dojem výstupkov, nijako nedeformuje povrch modelu.



v

Obr. 17. *Normal map*



Obr. 18. Bump map

5.1.4 Displacement map

Po aplikovaní *Displacement map* vznikajú na modely výstupky, ktoré sú oproti *Bump map* reálne a vystupujú z modelu. Teda model je deformovaný. *Displacement map* býva vytvorená v odtieňoch šedi, kde biela znázorňuje najvyšší bod a čierna najnižší. Výsledná sila deformácie je nastavovaná ako parameter shaderu.



Obr. 19. Displacement map



Obr. 20. Prehnaná Displacement map

Displacement map je v enginech pomerne nová vec a podporujú ju len najmodernejšie engine s DirectX 11.

5.1.5 Opacity map

Textúra typu *opacity* spriehľadňuje povrch modelu. Býva vytvorená v odtieni šedej, kde biela je povrch viditeľný a čierna priehľadný. Výsledná priehľadnosť je nastavená parametrom shaderu.



Obr. 21. Aplikovaná Opacity map

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PRÍPRAVA

V prvom rade si je potrebné rozobrať jednotlivé funkcie, ktoré bude obsahovať aplikácia.

- reálny model v rozmeroch 1:1
- vrstvené textúry aplikované na všetky povrchy modelu
- voľný pohyb hráča po budove
- fyzikálny model pre detekciu kolízií
- vybavenie budovy vrátane učební
- spracované okolie budovy vrátane vegetácie a budov
- navigácia umožňujúca z akéhokoľvek miesta v budove nájsť cestu k vybranej miestnosti
- zobrazujúce sa popisy miestností podľa externého súboru vo formáte XML, ktorý je možné kedykoľvek upraviť
- hra v ktorej hráč obieha rôzne miestnosti na čas a získava tak zápočty

Tieto funkcie budú následne v rôznych častiach praktickej časti tejto diplomovej práce podrobne popísané.

Pre zaistenie funkcionality si je potrebné vybrať vhodné softwarové vybavenie pre vytvorenie aplikácie. Aplikácia bude slúžiť aj ako prezentácia školy, kde záujemca bude môcť prechádzať školou a skúmať všetky zákutia. Preto je vhodné, aby práca bola dobre vizuálne spracovaná. Pre vytvorenie práce je potreba vybrať tri softwarové produkty, ktoré zabezpečia tvorbu potrebných súčastí a vhodnú spoluprácu medzi sebou.

6.1 Engine

Výsledná aplikácia bude pracovať pod CryEnginom 3. Po vizuálnej stránke je najdokonalejší a poskytuje všetky potrebné funkcie, ktoré sú nutné pre požadovanú funkčnosť aplikácie.

Počas tvorby aplikácie boli vydané dve aktualizácie engine. Začiatok práce prebiehal vo verzii 3.3.5. Neskôr bola vydaná aktualizácia 3.3.9., ktorá priniesla nové funkcie a potrebnú stabilitu. Jednou z významných funkcií bola integrácia Scaleform GFX od firmy

Autodesk. Scaleform slúži na vytváranie užívateľského rozhrania, tak aj pre jednotlivé menu hry. Pri konci práce bola vydaná nová aktualizácia 3.4., ktorá priniesla znova množstvo funkcií a opráv, ako napríklad DirectX 11, no utrpela tým stabilita a znefunkčnila správny beh aplikácie. Napríklad nefunkčnosť hlavného menu, bez ktorého užívateľ nespustí hru. Preto som sa vrátil k verzii 3.3.9., ktorá zabezpečila potrebnú stabilitu a funkčnosť na úkor lepšej vizuálnej stránky.

6.1.1 Inštalácia engine

Najnovšiu verziu engine je možné stiahnuť priamo z úvodnej stránky <http://www.crydev.net>. Stiahnutý balíček je typu .zip, a je ho možné rozbaľiť kdekoľvek na pevný disk. Inštalácia engine je týmto hotová.

6.2 3D editor

Pre úpravu a tvorbu 3D modelov je potrebné vybrať správny software. Keďže používam CryEngine 3, existuje obmedzenie a to v importe 3D modelov. Engine ponúka 2 importovacie pluginy a to pre programy 3ds Max a Maya. Pluginy sú obsiahnuté v balíku engine. S týchto dvoch som si vybral program 3ds Max, ktorý svojimi funkciami a možnosťami splňuje všetky potrebné požiadavky. Pred použitím je potrebné získať licenciu, ktorú získame zdarma v podobe študentskej licencie priamo zo stránky firmy Autodesk.

Existuje aj neoficiálny importér pre program Blender, no model, ktorý bol vytvorený v rámci diplomovej práce "Příprava vstupních dat pro 3D aplikaci" nie je v tomto programe funkčný.

6.2.1 Inštaláciu pluginu

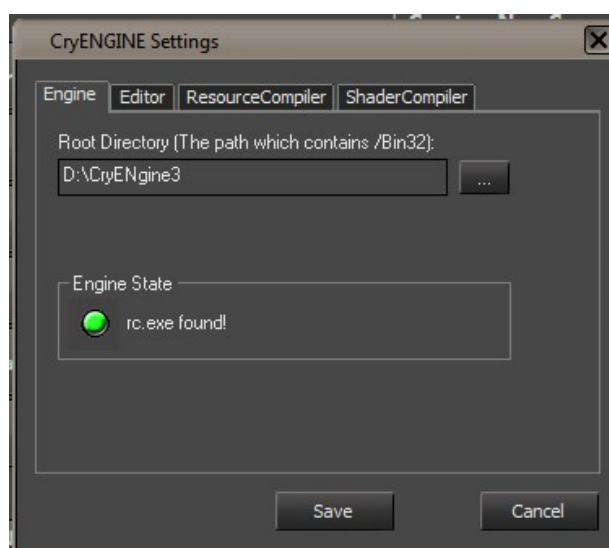
Plugin pre program 3ds Max sa nachádza v zložke engine *CryEngine3\Tools*, kde je aj množstvo iných súborov. Potrebný plugin si je možné vybrať podľa nasledujúcej tabuľky:

Verzia 3ds Max	Plugin
3ds Max 2008 32 Bit	CryExport10.dlu
3ds Max 2008 64 Bit	CryExport10_64.dlu

3ds Max 2009 32 Bit	CryExport11.dlu
3ds Max 2009 64 Bit	CryExport11_64.dlu
3ds Max 2010 32 Bit	CryExport12.dlu
3ds Max 2010 64 Bit	CryExport12_64.dlu
3ds Max 2011 32 Bit	CryExport13.dlu
3ds Max 2011 64 Bit	CryExport13_64.dlu
3ds Max 2012 32 Bit	CryExport14.dlu
3ds Max 2012 64 Bit	CryExport14_64.dlu

Tab. 1. Tabuľka pluginov pre 3ds Max

Vybratý plugin skopírujeme na miesto inštalácie programu 3ds Max do zložky *\Plugins*. Po spustení 3ds Max sa zobrazí tabuľka, ktorá ukazuje na miesto inštalácie CryEngine 3. Pokiaľ nie, tak miesto zadáme ručne.



Obr. 22. Nastavenie pluginu CryEngine v 3ds Max

Po kliknutí na *Save* je plugin nainštalovaný a plne funkčný.

6.3 2D editor

Pre tvorbu textúr je možné použiť akýkoľvek 2D grafický editor, no keďže je použitý program CryEngine 3, znova existuje obmedzenie a to v podobe vlastného typu textúry Crytif. Crytif je možné vytvoriť len v programe Photoshop pomocou pluginu dodávaným v balíku engine.

6.3.1 Inštalácia pluginu

Pre funkčnosť pluginu je potrebné skopírovať tieto súbory z adresára CryEngine 3 do adresára inštalácie Photoshopu.

\Bin32\zlib1.dll

\Bin32\jpeg62.dll

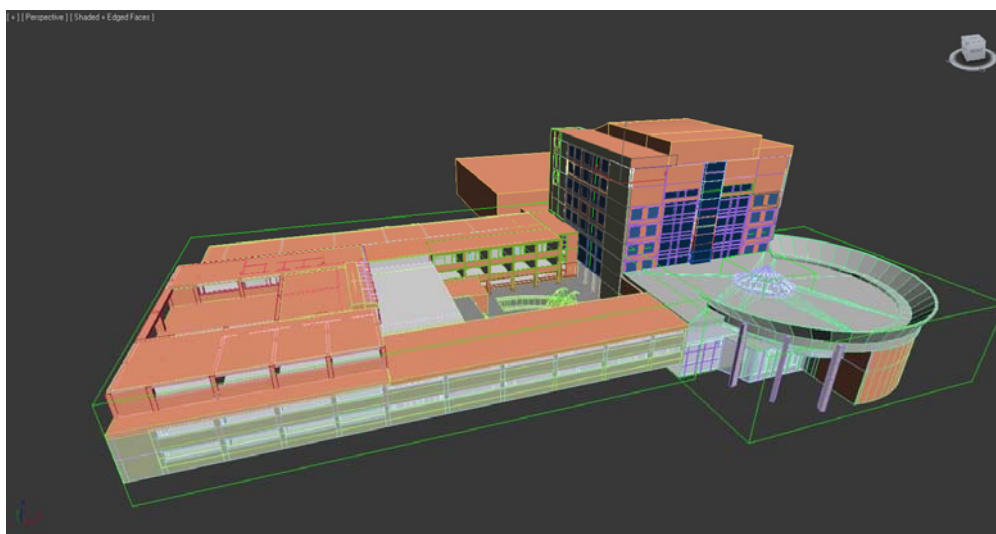
\Bin32\libtiff3.dll

a súbor z adresára engine *CryEngine3\Tools\CryTIFPlugin.8bi* do adresára *\Plugins* v inštalácii Photoshopu. Plugin je iba 32-bitový, preto je potrebné mať nainštalovanú 32-bitovú verziu Photoshopu.

7 ANALÝZA

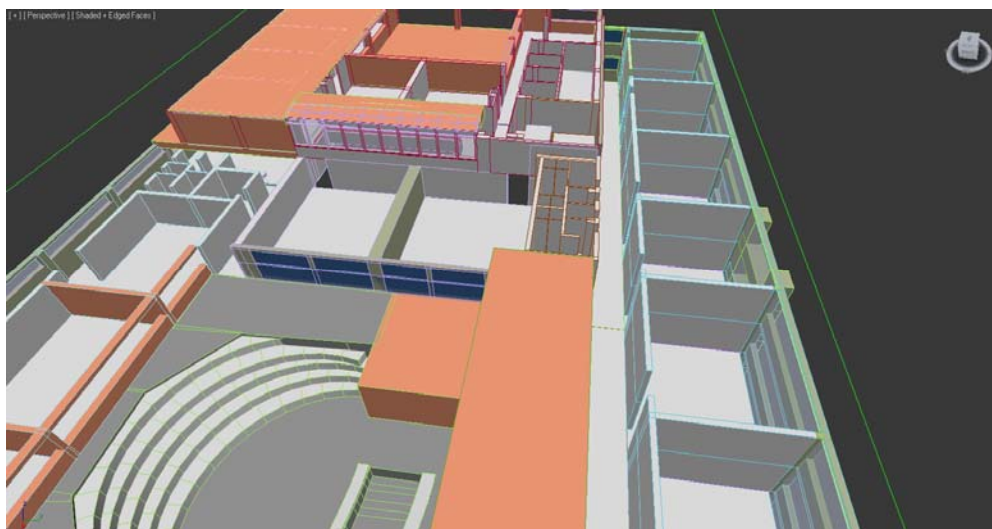
Diplomová práca je navrhnutá tak, že sa vychádza z predchádzajúcej práce študenta s diplomovou prácou "Příprava vstupních dat pro 3D aplikaci." Práca obsahuje model budovy FAI UTB vo formáte .3ds, ktorý by mal byť pripravený pre export do engine.

Model bol spracovávaný podľa technických nákresov. Podľa vonkajších náhľadov na model vyzerá v poriadku, no po podrobnom rozbere je veľmi chybový a veľmi hrubo spracovaný. Hlavná časť budovy je spracovaná dobre, no tiež veľmi hrubo, tj. holé múry, niekedy chýbajúce časti. Vonkajšie steny obsahujú príliš rozmerné otvory na okná.



Obr. 23. Náhľad na pôvodný model z vonku

Po skrytí stropov sa objavia chýbajúce podlahy.



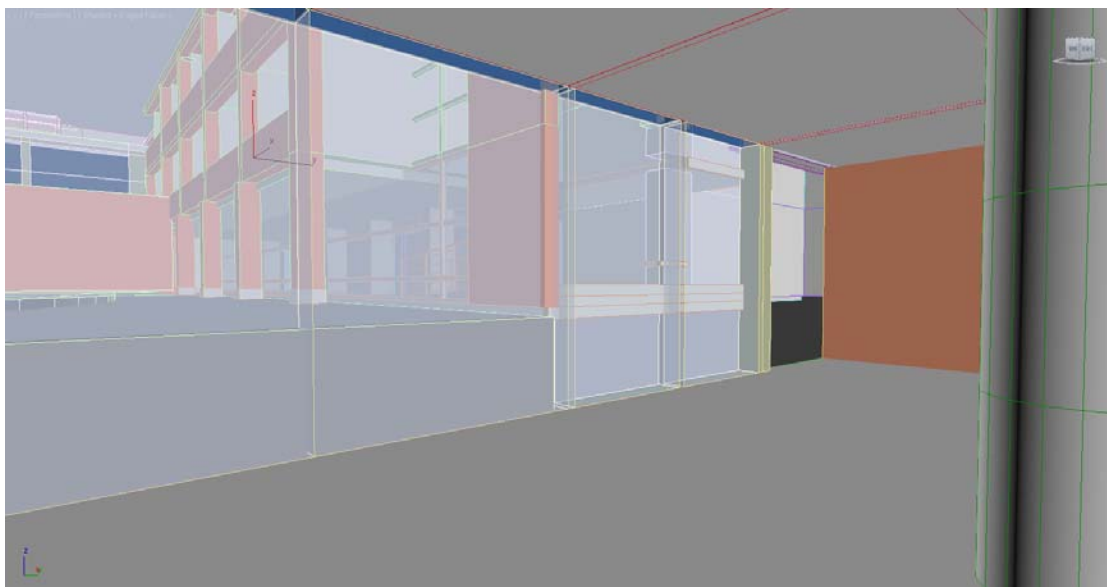
Obr. 24. Náhľad na pôvodný model bez strechy

Časť označovaná ako U53 na prvom a druhom podlaží úplne chýba.



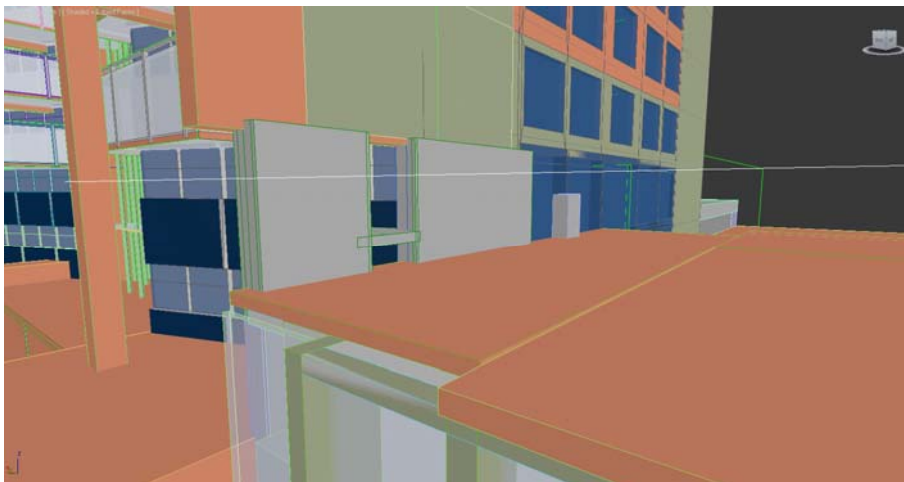
Obr. 25. Chýbajúca časť U53 v pôvodnom modeli

Časti budovy na seba nepasujú. Pokiaľ priložíme jednu časť budovy k druhej tak, aby boli presne na svojom mieste, druhá strana bude na zlom mieste.



Obr. 26. Nesprávna pozícia časti U54 v pôvodnom modeli

Vchod z časti U51 do časti U54 je mimo svojej pozície, zatiaľ čo vchod z časti U51 do U52 je presne na svojom mieste. Po presunutí celej časti sa vchod na tretie medziposchodie z časti U51 ocitne na streche časti U54 a zároveň prechod medzi U51 a U52 bude tak isto mimo pozície.



Obr. 27. Vchod na strechu časti U54 v pôvodnom modeli

Ak sa presunú iba bloky U52 a U54 na správne pozície, vznikne obrovské množstvo chýb v časti U53, v ktorej aj tak polovica chýba.

Jediná možnosť ako to celé napraviť, je presunúť bloky U52 a U54 na správnu pozíciu a všetky steny v časti U53 presúvať postupne po jednom na správne miesto. Ďalší problém je v tom, že blok U54 je príliš nízky. Bolo treba ho preškálovať, čo následne spôsobilo problémy pri exporte do CryEngine, kde škálované objekty robia veľký problém (problémy sú opísané v sekcii 10.1.). Výber celej časti U54 na preškálovanie je problematický, je tu veľké množstvo stien a ak sa dostanú do výberu aj časti z U53, vznikne ešte väčší zmätok.

Upravenie modelu do správnych rozmerov a pozícií zabralo veľké množstvo času a úsilia, ktoré mohlo byť spotrebované na vytvorenie väčšieho množstva vybavenia miestností a pre zdokonalenie celého modelu.

7.1 Opravy

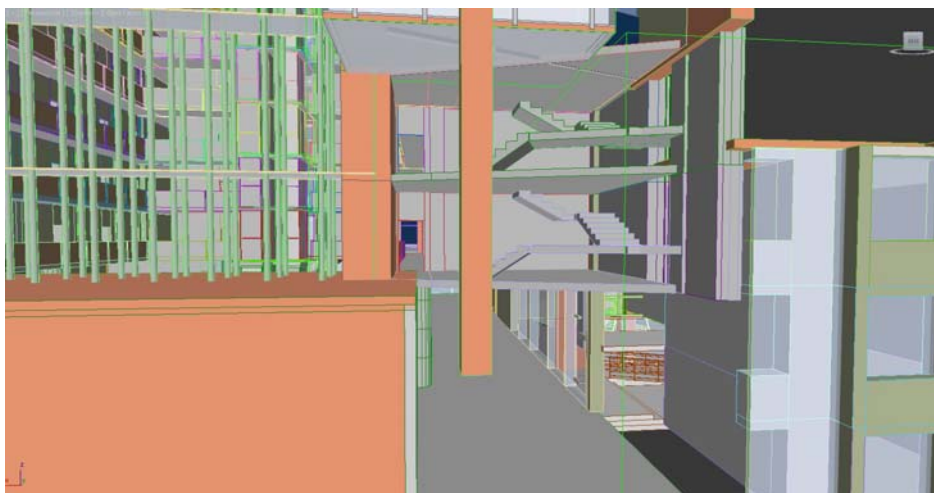
Veľkú časť práce zabrala oprava jednotlivých častí budovy, a to odstránenie niektorých chybné vytvorených častí a dorábanie častí, ktoré mali byť pôvodne už vytvorené. Tieto úpravy bolo nutné vykonať pre funkčnosť výslednej aplikácie a dosiahnutie potrebnej kvality.

7.1.1 Napasovanie častí

Toto bol veľmi veľký problém, ktorý bolo nutné vyriešiť v prvom rade. Jednotlivé časti U52 a U54 bolo treba napasovať na správne pozície a následne steny v časti U53 popresúvať na správne miesta. Ďalej sa preškálovala časť U54, aby rozmerovo pasovala na časť U51.

7.1.2 Vnútorne steny

Vnútorne steny obsahovali otvory na dvere, no otvor bol vyhotovený po celej výške steny. Bolo teda nutné dopracovať ďalšie časti stien, ktoré vyplnili priestor nad dverami. Ďalej bolo treba vytvoriť chýbajúce podlahy v časti U54 a U53 a dorobiť prepojenie pomocou schodov.



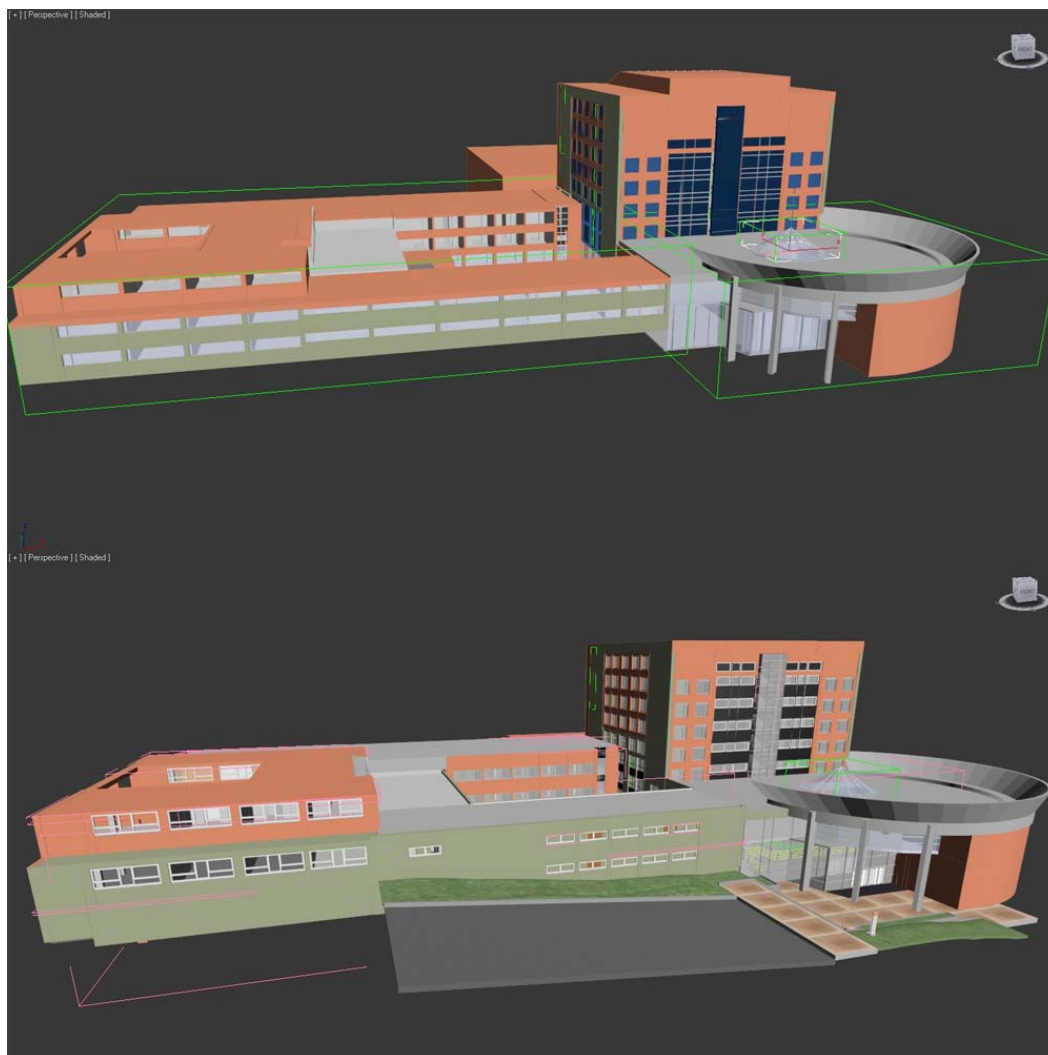
Obr. 28. Chýbajúce časti stien a schodisko v pôvodnom modeli



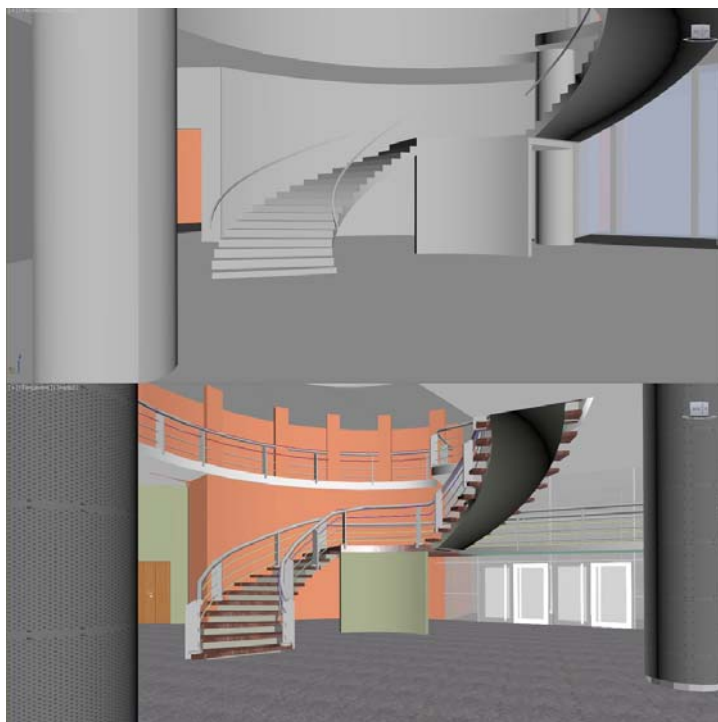
Obr. 29. Opravené a dorobené časti v oblasti schodov na medziposchodia

7.1.3 Porovnania

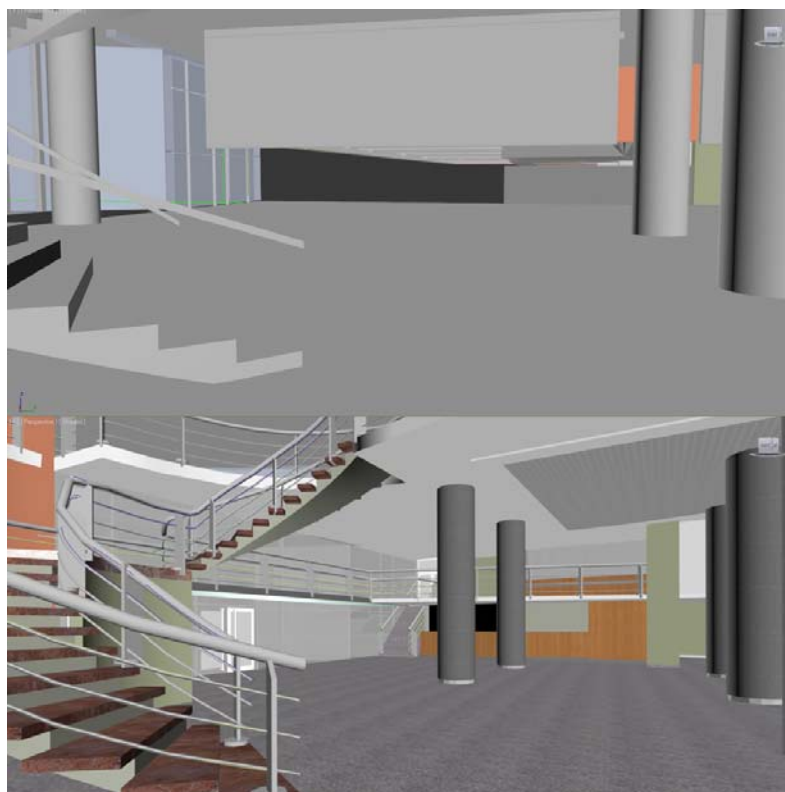
Pre lepšiu názornú ukážku uvediem niekoľko príkladov prerobených a dorobených častí.



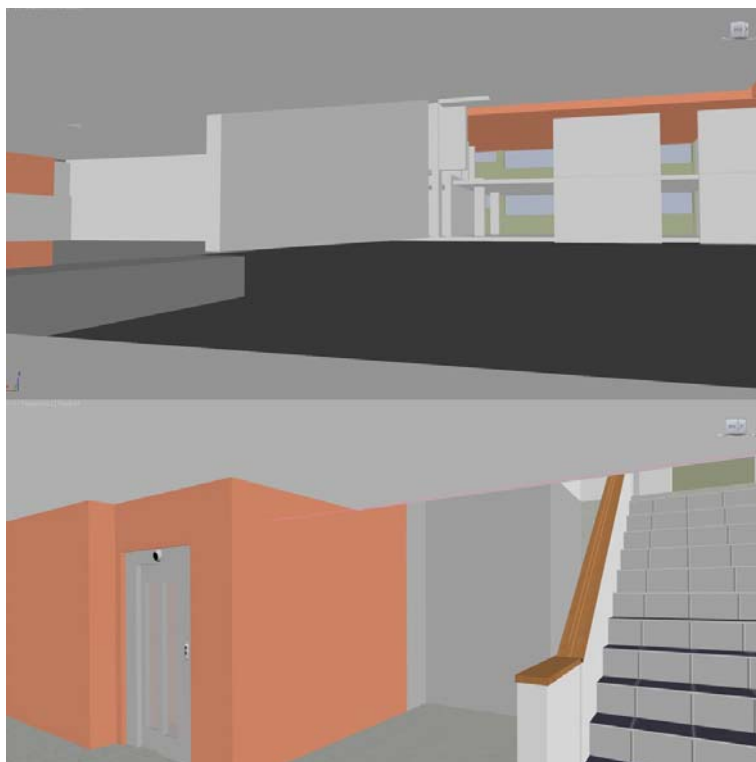
Obr. 30. Porovnanie prerobených častí modelu. Hore pôvodný, dole nový model



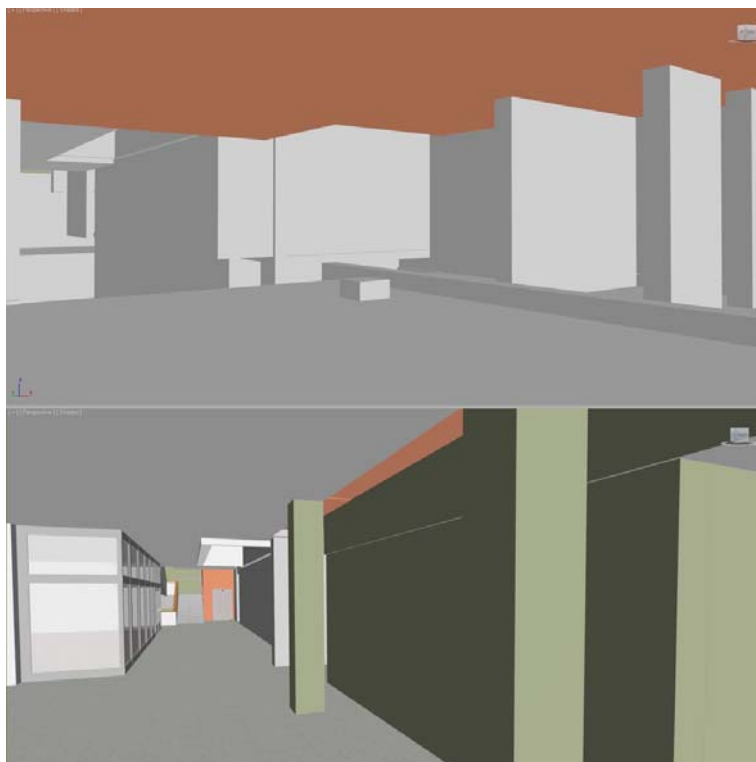
*Obr. 31. Porovnanie prerobených častí v aule budovy.
Hore pôvodný, dole nový model*



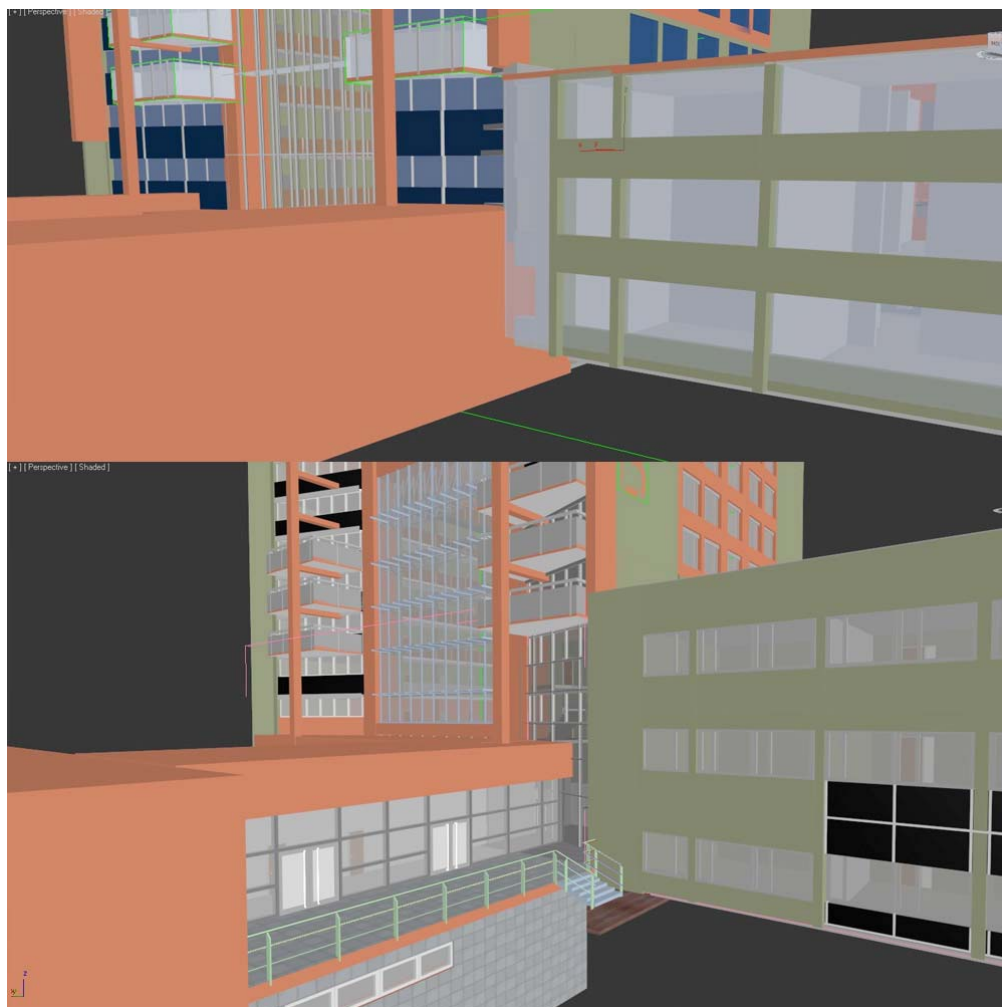
Obr. 32. Porovnanie prerobených častí v aule budovy. Hore pôvodný, dole nový model



Obr. 33. Chýbajúca časť budovy U53. Hore pôvodný, dole nový model



Obr. 34. Chýbajúca časť budovy U53. Hore pôvodný, dole nový model



Obr. 35. Vchod do telocvičny, stena U54. Hore pôvodný, dole nový model

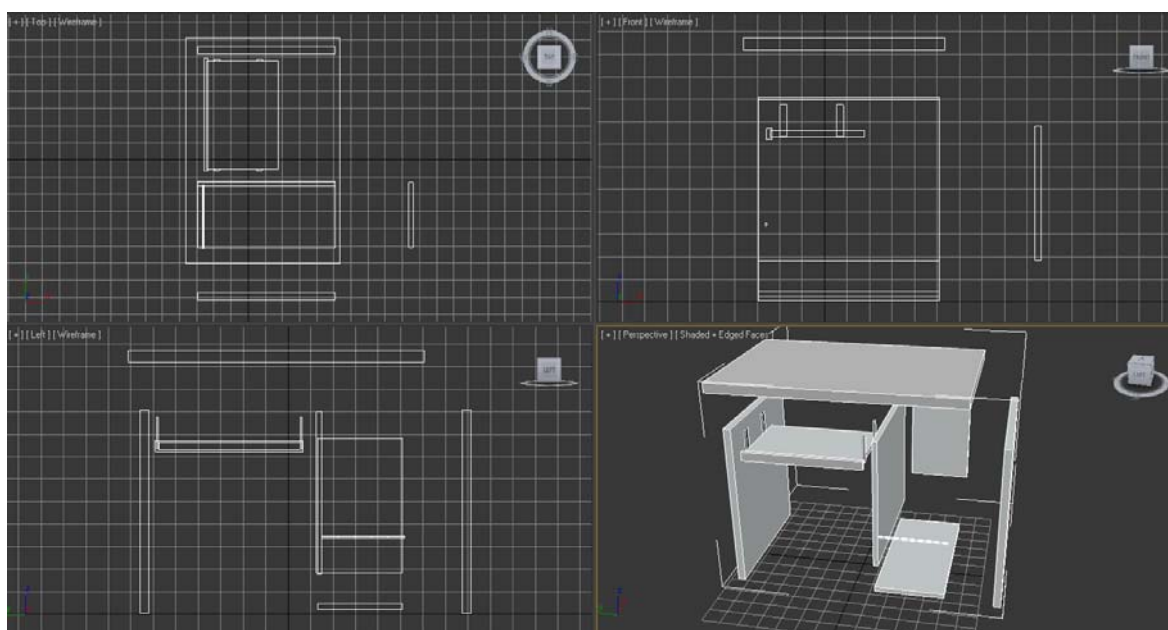
8 PRÁCA V 3D

8.1 Vytvorenie modelu

V tejto časti uvediem základný postup vytvárania jednoduchého modelu a to stôl s počítačom a monitorom. V časti 9.2 bude model otextúrovaný. Opis vytvárania a modelovania bude prebraný jednoduchšou formou, pretože pre úplné prebratie všetkých dôležitých častí programu 3ds Max by zabralo celú knihu.

8.1.1 Stôl

Model je vytvorený z primitívnych boxov, ktoré sú konvertované na *editable poly* a pomocou modifikátorov *poly* alebo *vertex* upravené do potrebného tvaru. Jednotlivé časti sú na seba poukladané a následne sa jeden z nich vyberie a pomocou funkcie *Attach* sa k nemu naviažu všetky ostatné časti. Stôl je pripravený na otextúrovanie v časti 8.2.1.



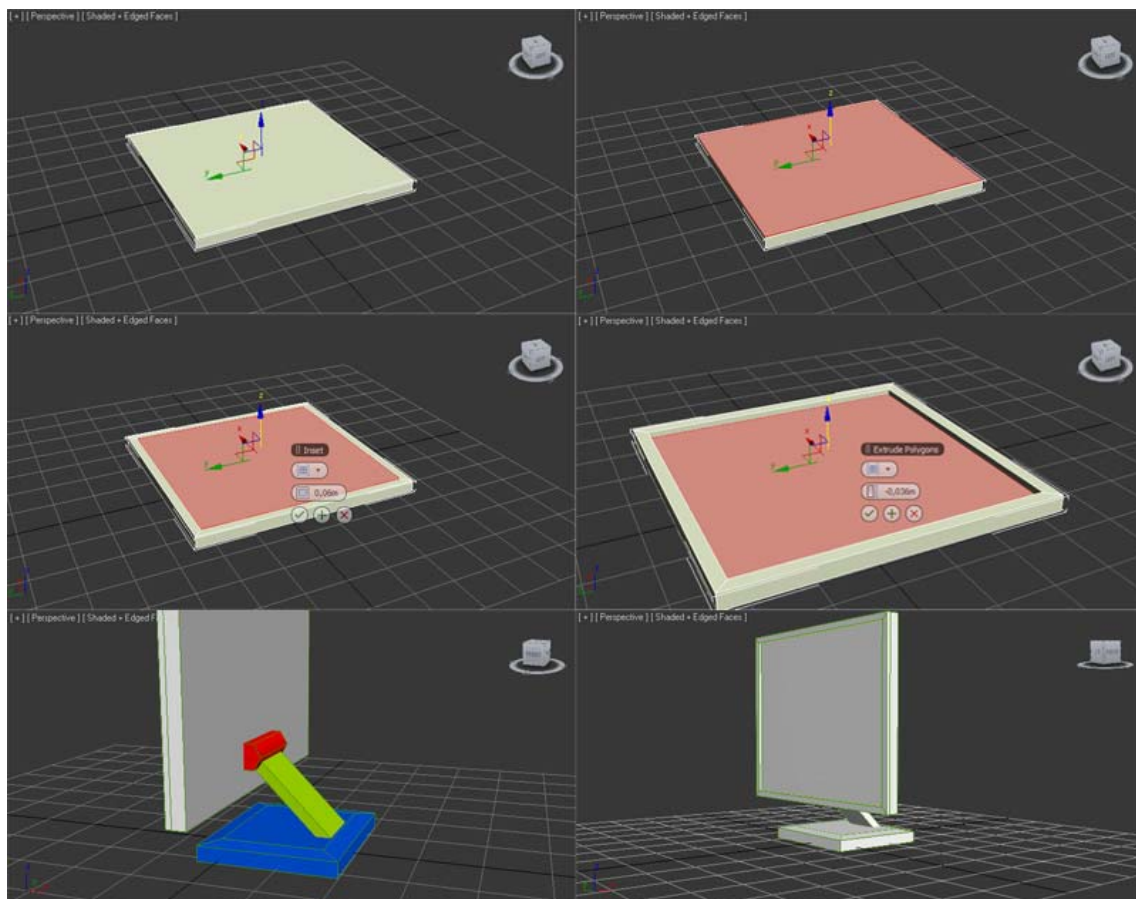
Obr. 36. Diely modelu stôl



Obr. 37. Zložený model stola

8.1.2 Monitor

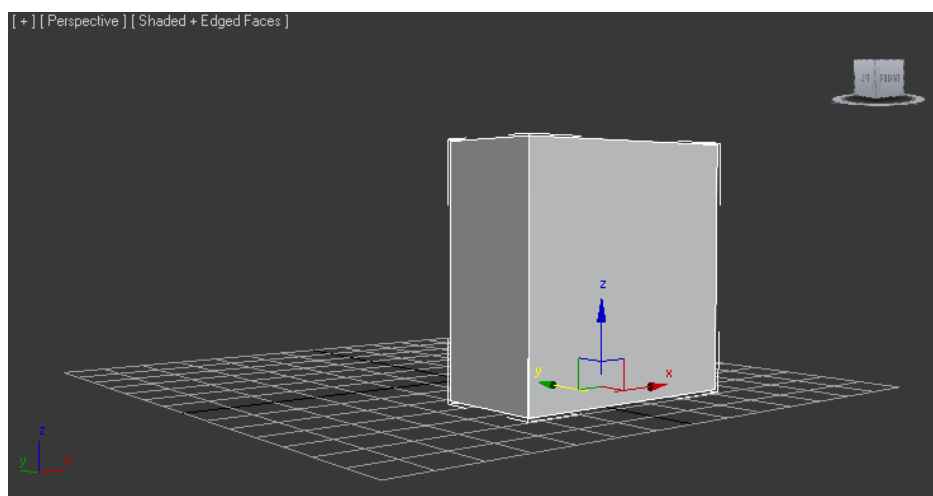
Monitor sa skladá z niekoľkých dielov. Najskôr je vytvorený display monitora ako jednoduchý box s jedným segmentom na každej strane. Následne je box konvertovaný na *Editable poly*. Vyberie sa vrchný polygón, z ktorého vytvoríme plochu displaya. Pomocou modifikátoru *Inset* vytvoríme menší polygón s vhodne zvoleným odskokom od okraja steny. Vytvorený polygón extrudujeme do záporných hodnôt, čím sa povrch vnorí hlbšie do monitora. Tým je vytvorený základ displaya. K vzniknutej obrazovke sa prirobí jednoduchý *Cylinder* so šiestimi hranami a zapnutým vyhladzovaním *Smooth*, čím sa zabezpečí hladkosť povrchu aj pri malom počte polygónov. Dorobený držiak a podstavec je vytvorený podobným spôsobom ako display, len namiesto extrudovania sa vytvorený polygón presunie vyššie, čím vzniknú šikmé plochy. Na konci modelovania sa vyberie časť monitora a ostatné časti k nej pripojíme pomocou funkcie *Attach*. Monitor je pripravený na textúry v časti 8.2.2.



Obr. 38. Postup modelovania monitora

8.1.3 Počítač

Počítač je jednoduchý box, ktorý bez textúry tvorí obyčajný kváder. Textúrovanie prebehne v časti 8.2.3.



Obr. 39. Model počítača

8.1.4 Klávesnica

Klávesnica je tak isto ako počítač primitívny box. Otextúrovanie klávesnice je v časti 8.2.4.

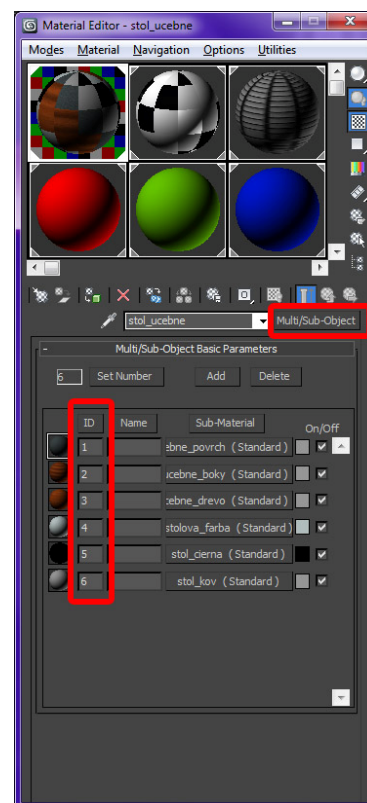
8.2 Textúrovanie

Dôležitou časťou pre dosiahnutie reálneho vzhľadu je správne otextúrovanie modelu. V tejto kapitole preberiem rôzne techniky, ktoré som použil pre otextúrovanie vybratých častí modelu.

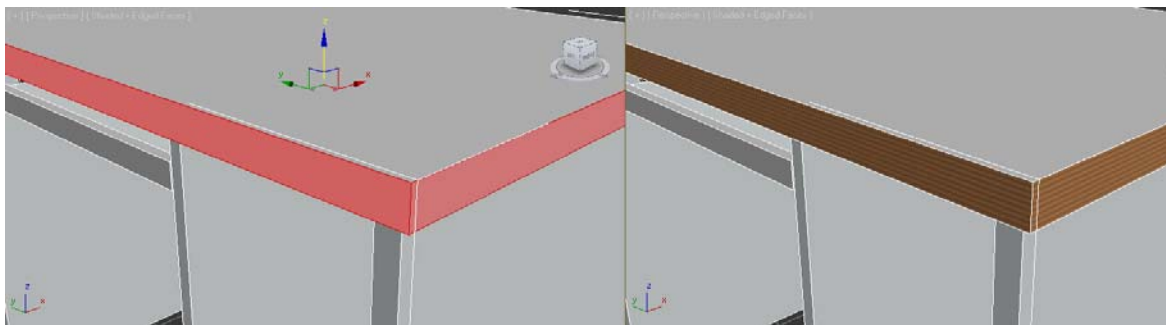
8.2.1 Stôl

Na vytvorený stôl sú nanesené textúry tou najrýchlejšou formou a to systémom *Multi/Sub-object*. Tento systém spočíva v pridelení ID každej ploche. Toto ID bude následne v Materiálovom editore prepojené s vytvorenou textúrou.

V materiálovom editore vytvoríme materiál ako *Multi/Sub-object*. Stôl sa skladá celkovo so šiestich materiálov, takže nastavíme tento počet. Po otvorení vybraného materiálu sa prideli difúzna textúra a pokračuje sa na ďalší materiál. Každéj textúre môžeme nastaviť parametre, rozmery, či bude natiahnutá, alebo zrkadlená prípadne alfa kanál.

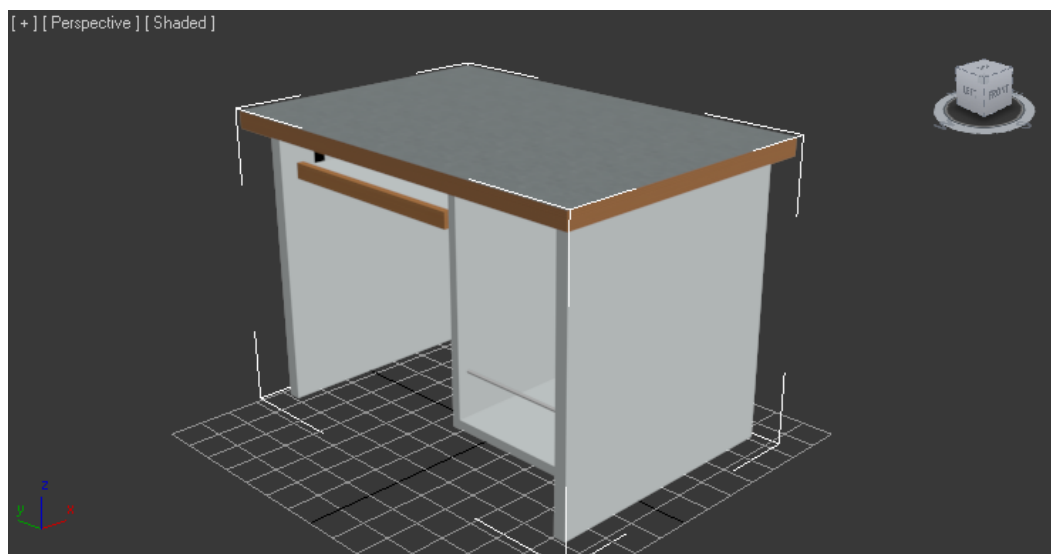


Obr. 40. Materiálový editor v 3ds Max



Obr. 41. Postup textúrovania stola

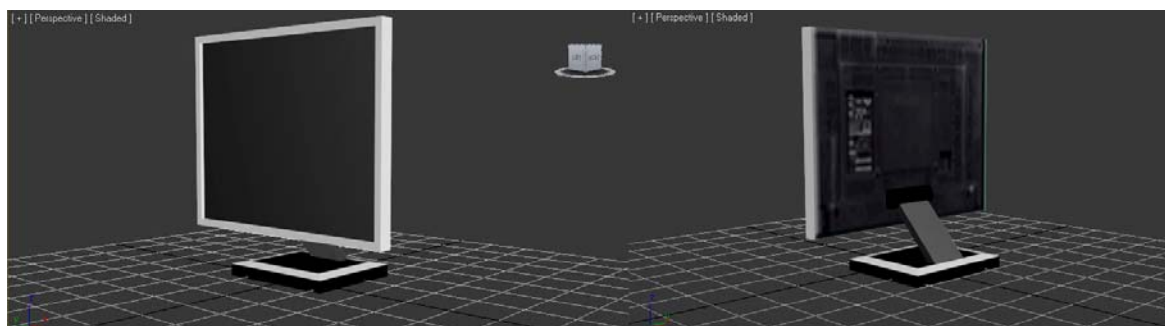
Po aplikovaní textúr pre každú plochu je model hotový.



Obr. 42. Otextúrovaný model stola

8.2.2 Monitor

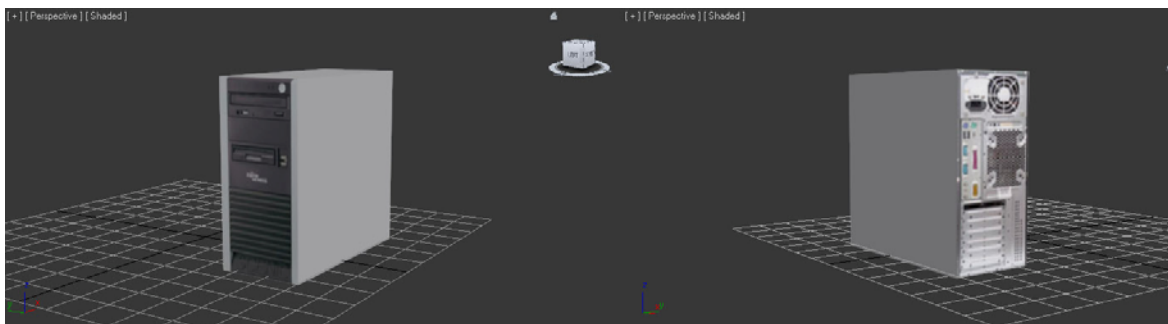
Pri textúrovaní monitoru sa postupuje rovnako, no v miestach, kde nie je potrebná textúra, je možné ploche iba prideliť farbu. Výsledný monitor je vhodný pre export do engine, pretože obsahuje minimum polygónov.



Obr. 43. Otextúrovaný model monitora

8.2.3 Počítač

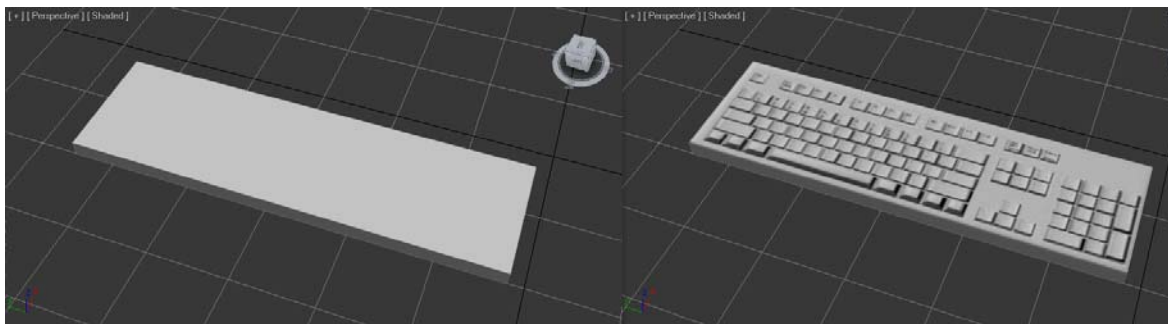
Počítač je tak isto textúrovaný technikou *Multi/Sub-object*, ktorá umožní rýchle textúrovanie. Výsledný počítač má minimum polygónov a efekt je veľmi kvalitný.



Obr. 44. Otextúrovaný model počítača

8.2.4 Klávesnica

Na klávesnicu použijeme rovnakú techniku.



Obr. 45. Otextúrovaný model klávesnice

Klávesnica má iba jednu textúru, no keďže s klávesnicou príde do styku hráč len minimálne a nikdy nie zblízka, je kvalita dostačujúca.

8.2.5 Komplet



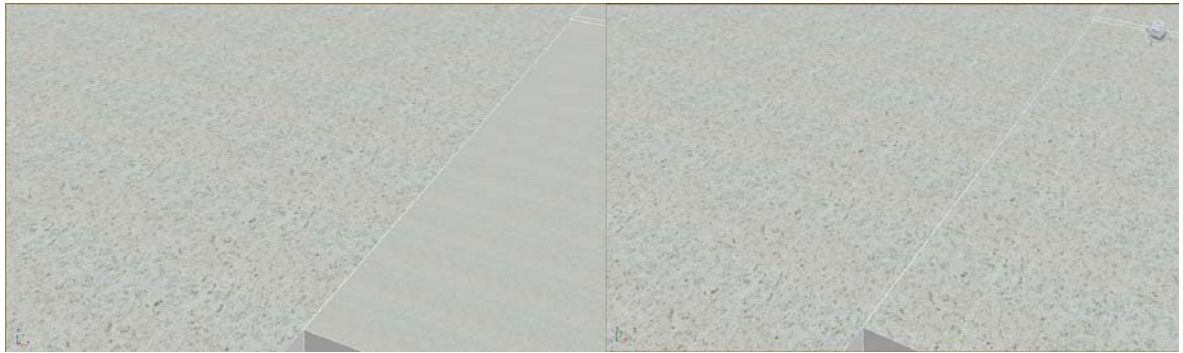
Obr. 46. Vyrenderovaný set stola, počítača a klávesnice

Set stolu, počítača, monitoru a klávesnice bol vyrenderovaný cez *Mental ray* renderer.

8.2.6 UVW mapping

UVW mapping spočíva v mapovaní textúr na 3D model. V práci je použitý na objekty poskladané z ďalších menších objektov. Táto technika je využitá najmä na podlahy nachádzajúce sa v modeli, kde by bolo bez použitia tejto techniky nutné použiť väčšie množstvo materiálov na každú časť podlahy zvlášť.

UVW mapping sa aktivuje pomocou modifikátoru *UVW Map*. Princíp spočíva vo vytvorení *Gizmo* požadovaného tvaru, v mojom prípade je použitá rovinná plocha, teda použijem tvar *Gizmo box*. Textúra je potom premietnutá kolmo cez plochy *Gizmo* na plochu objektu. Podlaha potom dostane ucelený tvar a je postačujúci jeden materiál.



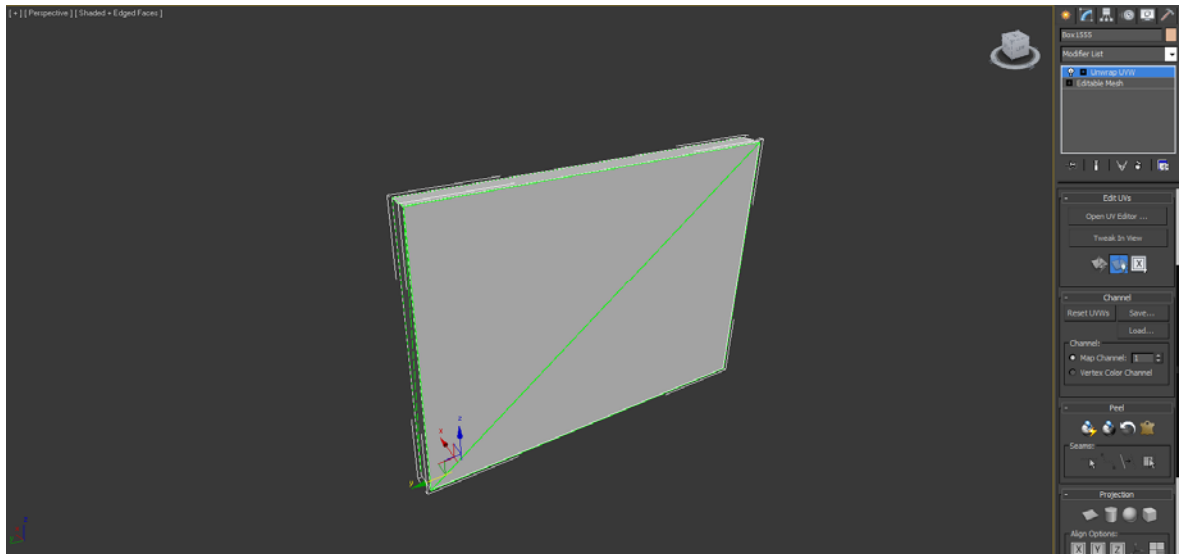
Obr. 47. V ľavo podlaha bez UVW mapping, v pravo s UVW mapping

8.2.7 Unwrap UVW

Technológia Unwrap sa používa na jednoduché, ale aj zložité objekty, kde je požadovaná jedna textúra. Pomocou tejto technológie je možné otextúrovať aj tie najzložitejšie objekty, kde použitie obvyčajnej techniky textúrovania ako UVW mapping nie je možné. Unwrap UVW sa používa napríklad aj na textúrovanie postáv, kde zo zložitej hlavy je vytvorená 2D drôtová textúra, do ktorej je možné následne vytvoriť celú tvár a textúru aplikovať na model.

V modely školy je táto technika použitá na drevené zábradlia a v aule na prechod z hlavných schodov do šatne.

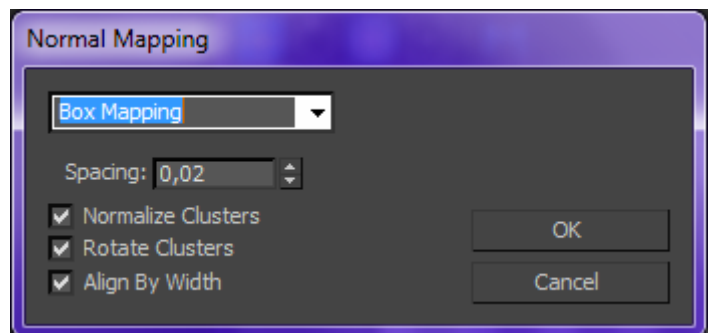
Zábradlie je vytvorené ako primitívny box s modifikátorom *UVW unwrap*. Po výbere všetkých plôch vyberieme projekciu typu box.



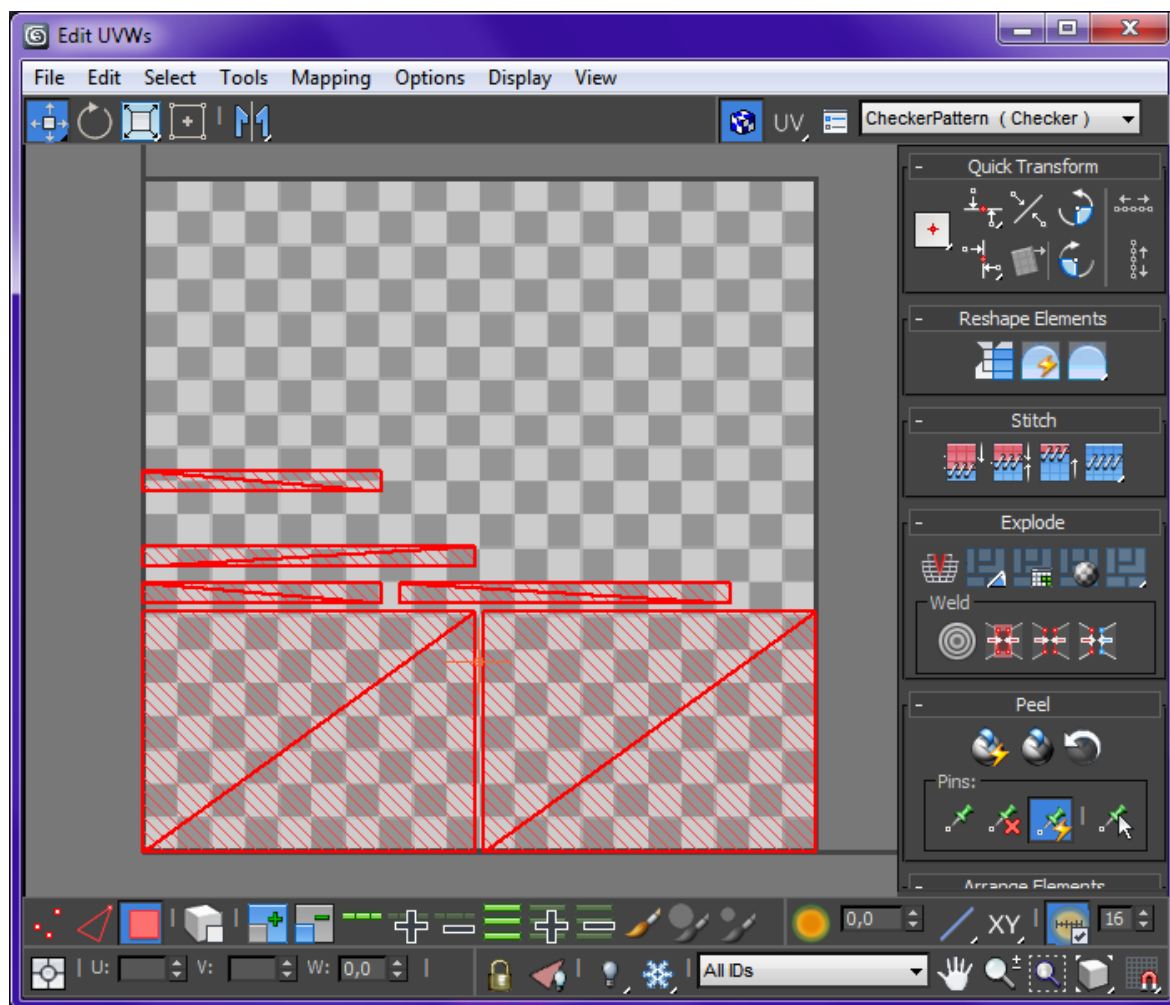
Obr. 48. Model zábradlia s aktivovaným Unwrap UVW

Klikneme na *Open UV editor* a zobrazí sa okno s plochami boxu. Plochy ešte nie sú správne zobrazené a sú cez seba navzájom poprekladané. Z ponuky editoru vyberieme *Mapping* -> *Normal mapping* a zvolíme funkciu *Box mapping*.

Teraz máme správne zobrazené a uložené plochy.



Obr. 49. Okno pre výber formy Normal mapping



Obr. 50. Editor Unwrap UVW

Ďalším krokom je vyrenderovanie tohto podkladu do obrázku, ktorý bude použitý ako šablóna pre vytvorenie textúry v nejakom 2D grafickom editore. Obrázok vyrenderujeme pomocou menu *Tools* a následne *Render UVW Template*. Zvolíme vhodné rozlíšenie, v tomto prípade je to 1024x1024px a obrázok uložíme. Textúra bude vytvorená v sekcii 10.1.2.

9 PRÁCA V 2D

Pre prácu v 2D je použitý program Photoshop, čo vyplýva z obmedzenia engine, keďže je nutné použiť formát textúr Crytif, pre ktorý je prikladaný plugin iba pre program Photoshop 32-bit..

Verzia Photoshopu použitá v práci je vo verzii CS5 a licencia je trial.

9.1 Tvorba textúry

Textúry, použité v modeli školy, sú buď vytvorené od základu v programe Photoshop, alebo sú použité z balíku textúr obsiahnutých v CryEngine 3, prípadne stiahnuté z internetovej stránky venujúcej sa textúram a ich voľnému šíreniu.

9.1.1 Textúra z fotografie

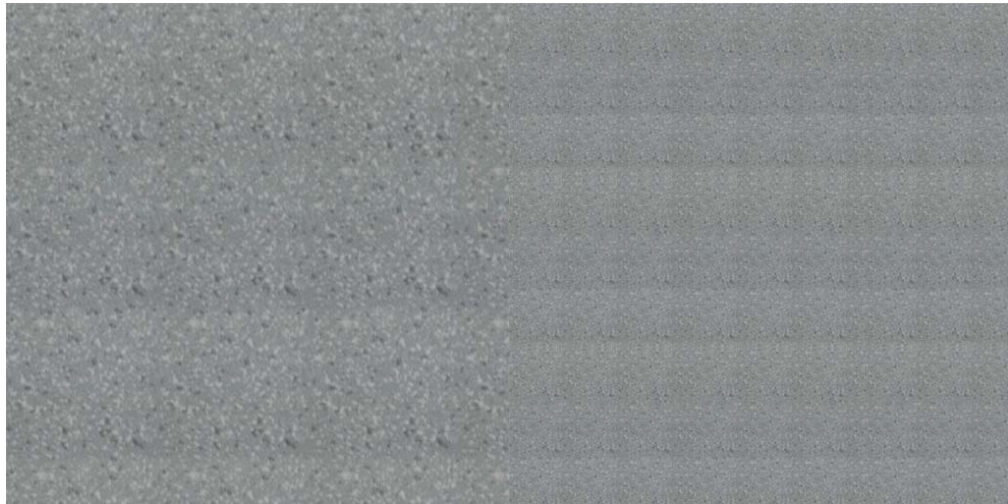
Vytvoriť textúru z fotografie je niekedy zložité, pretože ju je potrebné nafotiť v dobrých svetelných podmienkach a v kolmom uhle na plochu. Prípadne svetelné rozdiely na rôznych miestach fotografie spôsobia opakujúce sa obrazce na modely, kde je aplikovaná textúra. V modeli je použitá aj takáto textúra, a to dlaždice podlahy v časti budovy U51.



Obr. 51. Fotografická textúra

9.1.2 Textúra od základu

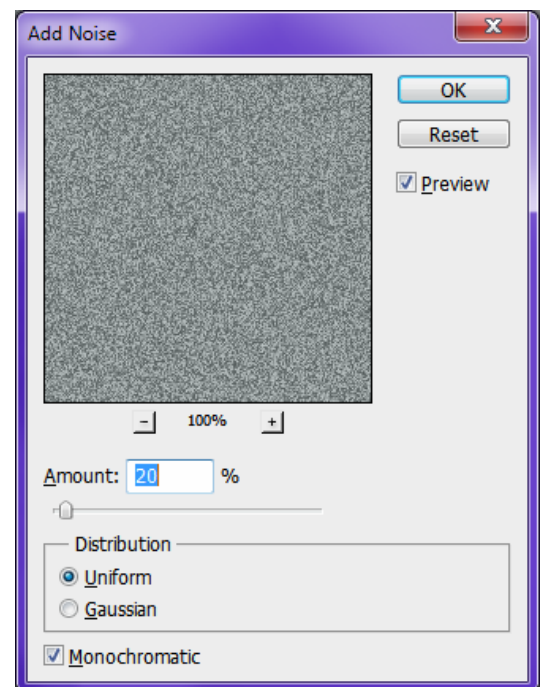
Textúra od základu bude vytvorená pre povrch stola, ktorý sa nachádza v učebniach. V pôvodnom pláne bolo použitie fotografickej textúry. No po množení textúry k zaplneniu celej plochy stola vznikajú nevhodné pásy, ktoré ničia celý dojem.



Obr. 52. Ukážka nevhodnej textúry

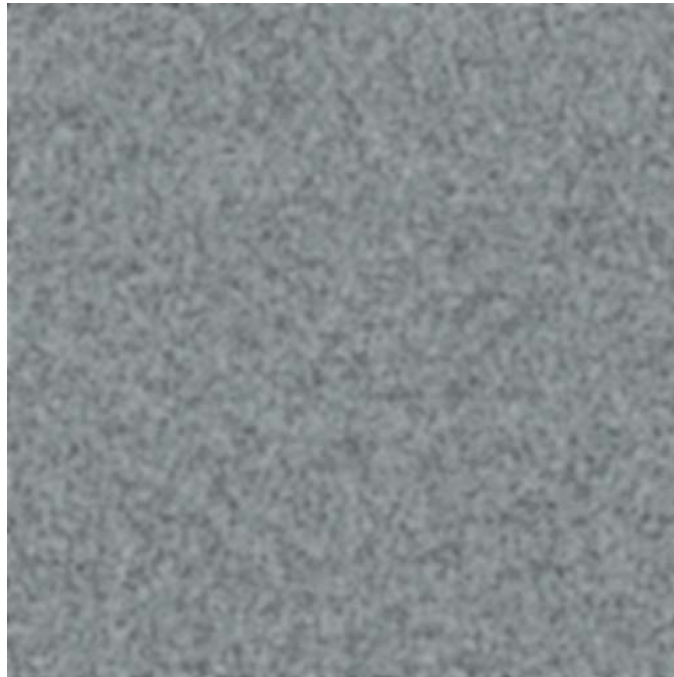
Textúra sa skladá z náhodne roztrúsených tmavých a svetlých bodov na šedej ploche. Preto som sa rozhodol vytvoriť túto textúru od základu.

V programe Photoshop vytvoríme nový obrázok o rozmeroch 512px x 512px. Plochu vytvoríme šedou farbou, ktorú môžeme aj odobrať z referenčného obrázka pomocou nástroja *Eyedropper*. Na obrázok aplikujeme šumový filter *Noise* -> *Add Noise*. Zvolíme uniformné rozloženie, aby sme nezapríčinili zoskupovaniu bodov, čím by znova vznikol efekt opakovania sa. Silu šumu nastavíme na 20 %. Vzniknutý šum má veľmi malé body oproti referenčnej fotografii, takže vzniknutú plochu rozťahujeme do primeraných rozmerov. Na obrázok aplikujeme rozmazávací filter *Blur* -> *Gaussian Blur*, aby sme vyhladili ostré hrany vytvoreného šumu. Výsledný efekt je takmer zhodný s



Obr. 53. Pridanie šumu

referenčnou fotografiou. V engine, alebo v 3d modely bude vytvorená textúra dostatočne detailná, aby nahradila pôvodnú fotografiu.

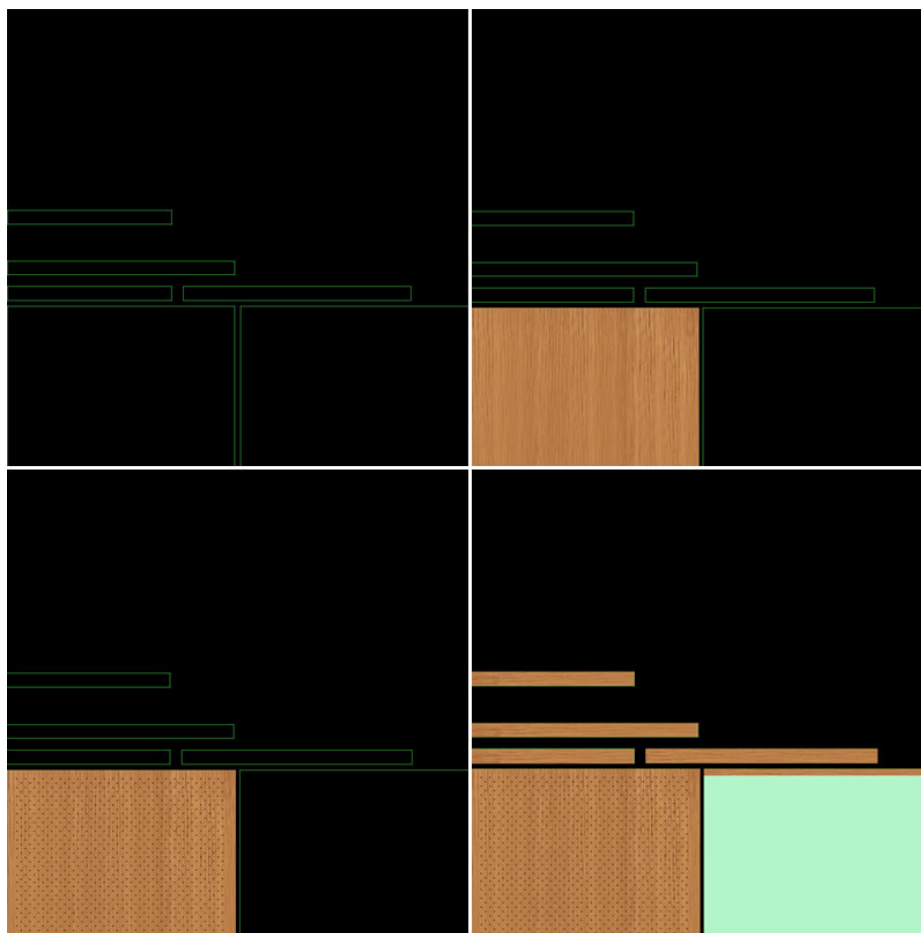


Obr. 54. Výsledok vytvárania textúry od základu

9.1.3 Unwrap textúra

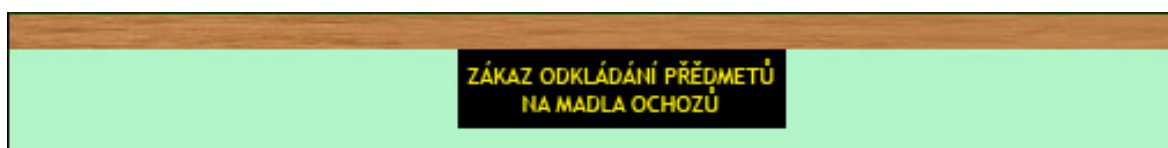
Príklad vytvorenia Unwrap textúry uvediem na objekte dreveného zábradlia, ktoré som vytvoril v sekcii 9.2.7.

Vyrenderovanú šablónu jednotlivých plôch importujeme do programu Photoshop. Použijeme vhodnú textúru dreva, v mojom prípade súbor *drevo.tif*, ktorá sa nachádza v adresári *CryEngine3/Game/Objects/FAIU5/*. Túto textúru som získal zo stránky, ktorá zadarmo zdieľa rôzne textúry [13]. Pomocou modifikátorov roztiahnutia a škálovania túto textúru dreva umiestnim na požadovanú plochu. Následne vytvorím jednotlivé diery ako čierne body v dreve a po blokoch skopírujem, až dokým nebude vyplnená celá plocha. Obdobným spôsobom sa vytvoria aj ostatné plochy.



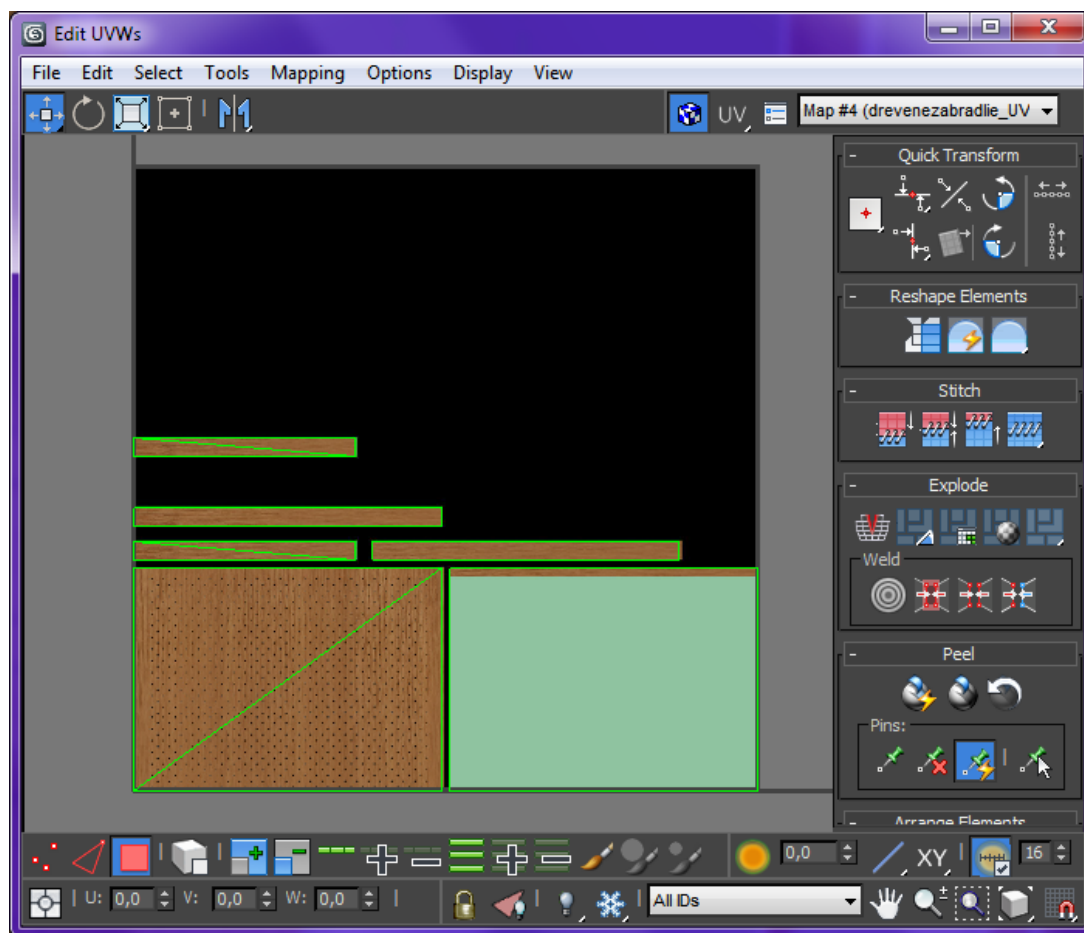
Obr. 55. Postup vytváranie UVW textúry

V objekte školy používam dve verzie tohto zábradlia a to verziu bez nápisu a s nápisom.

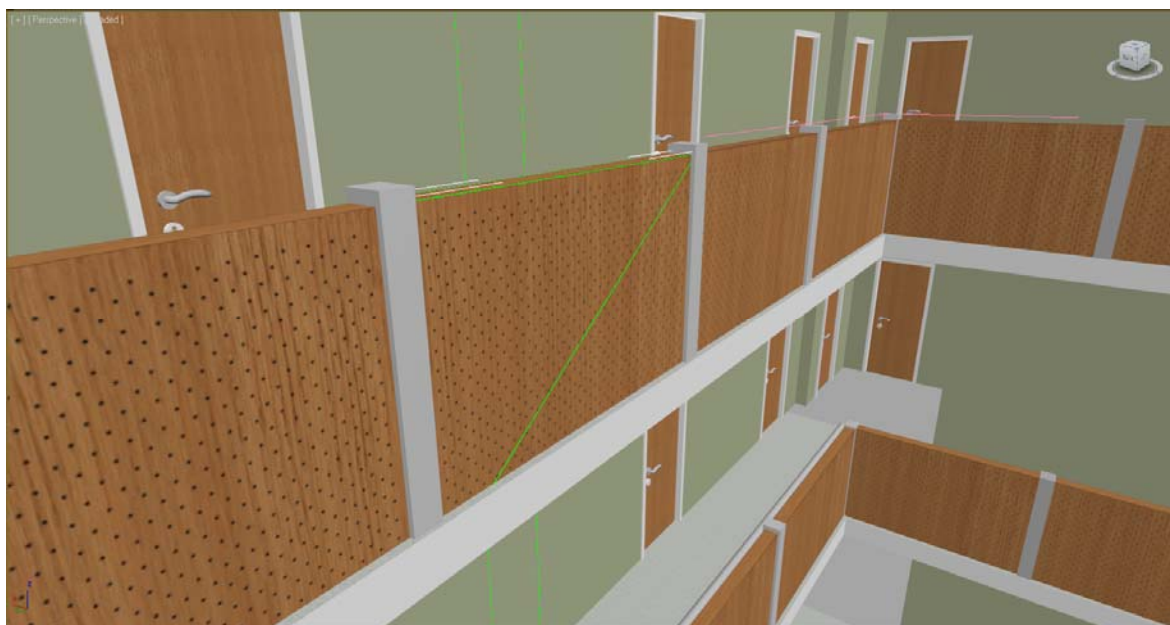


Obr. 56. Časť UVW textúry s nápisom

Vytvorený obrázok uložíme, a pridáme ho ako difúznú textúru k vytvorenému modelu zábradlia, ktorý sme vytvorili v časti 9.2.7 v programe 3ds Max, a model je týmto pripravený na export do engine, alebo na umiestnenie do modelu školy.



Obr. 57. UVW editor s aplikovanou textúrou



Obr. 58. Aplikované unwrap textúry na modely

10 EXPORT DO ENGINE

V tejto sekcii bude opísaný export jednotlivých častí do engine, či už sa jedná o 3D modely, materiály alebo textúry.

10.1 Export 3D objektov

Ako vzorový príklad exportu 3D modelu z 3ds Max do CryEngine 3 rozoberiem model kabíny výťahu.

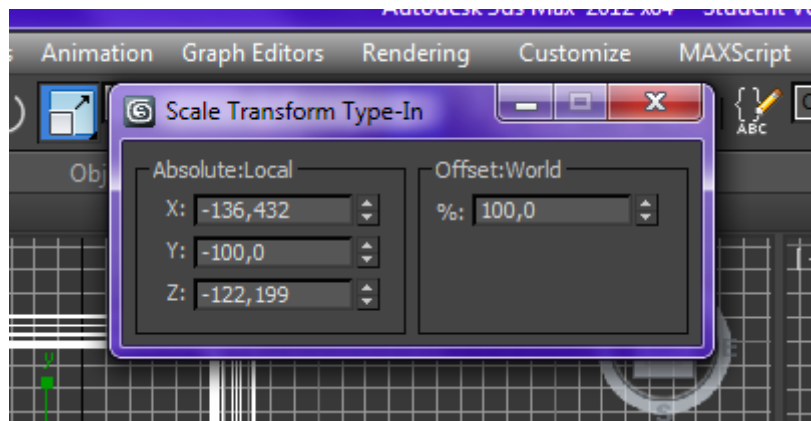
Exportovanie 3D modelov do CryEngine 3 je špecifické tým, že sa exportujú na miesto jedného modelu dva modely. Prvý model je vizuálne stvárnenie a druhý model je fyzické *proxy*, ktoré nám zaobstaráva kolidovanie s inými objektmi v engine, či kontakt s hráčom. Toto *proxy* nemusí byť rovnaké ako vytvorený model. Z pravidla, pokiaľ sa jedná o veľmi zložitý model, použije sa *low-poly* model *proxy*, pre zníženie záťaže na procesor.

Celkový model nie je možné exportovať vcelku. Model je dobré exportovať po určitých nedeliteľných blokoch, pri ktorých je isté, že nebudú deliteľné. V programe 3ds Max je v súbore *model_cely_full.max* uložený celkový model FAI UTB. V tomto sa určité skupiny dielov školy zlúčia do skupín. Pre každú skupinu je vytvorený súbor, v ktorom je táto skupina importovaná. Následne je skupina rozdelená a zisťuje sa či je niektorá z častí reškálovaná. Ak áno, môže to spôsobiť problémy, pretože CryEngine 3 takéto modifikácie nepozná, model exportuje v pôvodných rozmeroch, kedy môžu vzniknúť nečakané formy modelu.

Vniknuté chyby môžu byť:

- Nesprávne rozmery
- Steny s obrátenými plochami (s obrátenými normálami)
- preblikujúce steny
- priechodné steny (nefungujúce proxy)

Preto je nutné jednotlivé časti skontrolovať a zistiť či nie sú škálované. Je to možné urobiť rýchlim spôsobom a to v programe 3ds Max kliknúť pravým tlačidlom myši na ikonu škálovania, kde sa zobrazí tabuľka s percentuálnym zobrazením veľkosti vybranej časti modelu. Následne sa vyberajú jednotlivé časti bloku a v tabuľke, ak je to potrebné, nastavujú sa hodnoty na 100 %.



Obr. 59. Okno pre kontrolu škálovania

Ak sa nachádzajú v bloku takéto časti s nesprávnymi rozmermi, je nutné tieto časti prerobiť manuálne po vertexoch na požadované rozmery. Ťahanie plôch, čo by bolo mnohokrát omnoho rýchlejšie, nie je možné vykonať. Pretože pravdepodobne konverziou modelu do formátu .3ds došlo k problému, že pokiaľ chcem ťahať stenu, stena sa odtrhne od modelu a vzniká v modeli diera. Buď sa to vyrieši extrudovaním, čím ale vzniká ďalšie množstvo polygónov, alebo vyberaním všetkých potrebných vertexov a ich ťahaním sa zväčšia steny. Toto vyberanie je niekedy ale zložité z dôsledku veľkého množstva stien a jediný roh steny tvoria v tomto prípade 3 vertexi. Je potrebné vybrať ich označením, no mnohokrát sa prekrývajú aj s inými, tak táto možnosť je nemožná. Preto je potrebné celú časť modelu vyhotoviť nanovo.

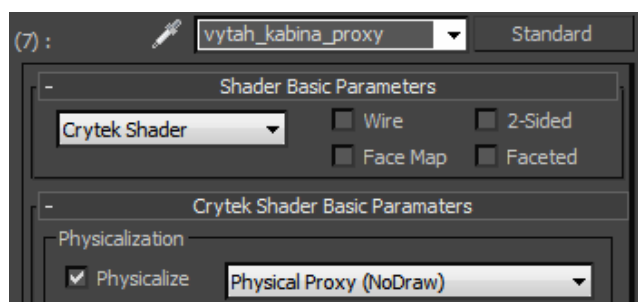
V praxi som bol nútený takto vytvoriť zhruba 80 % celkových dielov modelu úplne odznova.

Ďalšou možnosťou je vytvoriť časť bloku nanovo a ostatné, aj škálované objekty k nemu prichytiť pomocou funkcie *Attach*. Vzniknutý model bude mať v engine správne rozmery, no občas sa stane že niektoré steny budú mať problém ktorý som popísal vyššie ako blikajúce alebo obrátené steny. Mnohokrát je to teda risk, pretože je nutné sa vrátiť naspäť a mnoho stien opravovať nanovo.

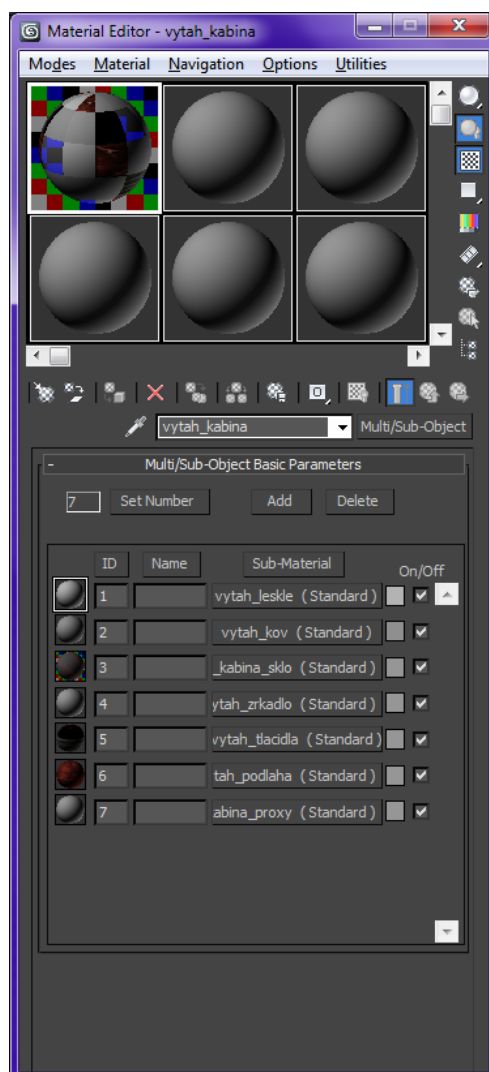
10.1.1 Príprava materiálu

V prvom rade si je nutné editovať materiály, pretože CryEngine 3 používa svoje vlastné shadery. Pre exportovaný model je vždy nutné použiť materiál typu *Multi/Sub-object*. Ďalej musí obsahovať minimálne dva materiály, a to materiál objektu a materiál *proxy*. V nastavení každého materiálu je nutné vybrať typ shaderu *Crytek shader*. V nastavení

materiálu pre *proxy* ešte vyberieme voľby v sekcii *Physicalization* -> *Physicalize* a *Physical proxy (NoDraw)*.

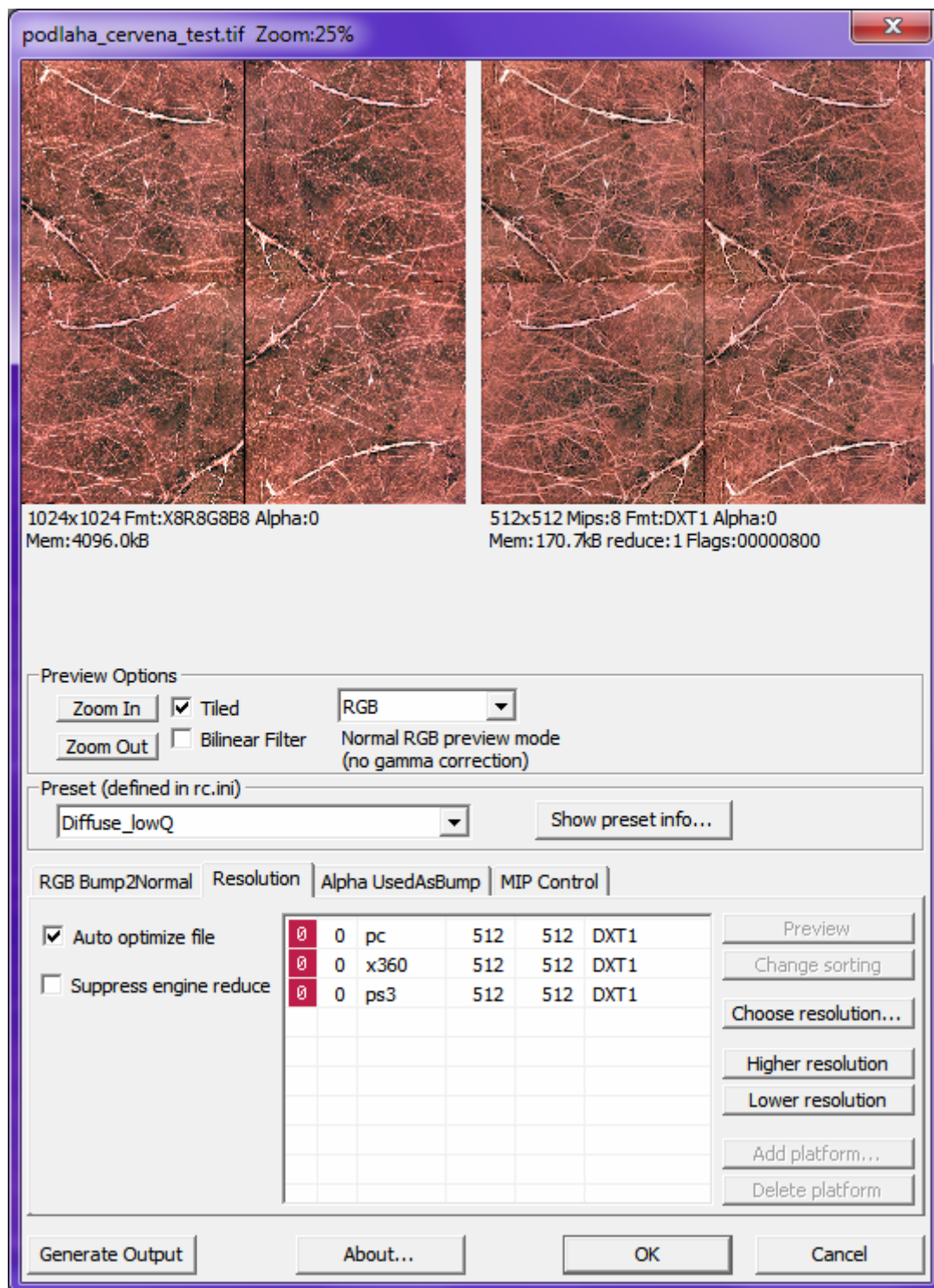


Obr. 60. Nastavenie proxy shadera



Obr. 61. Materiál vhodný na export

V každom materiály, v ktorom používame textúru, je nutné použiť formát textúry Crytif. Textúru vo Photoshope uložíme ako formát Crytif. Zobrazí sa exportovacia tabuľka s množstvom volieb. Podľa potreby a typu textúry si vyberieme požadovanú možnosť.

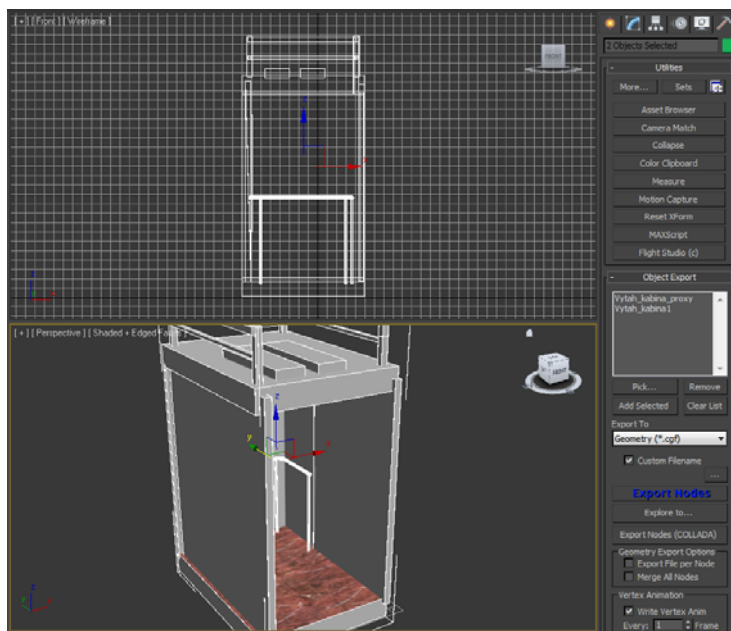


Obr. 62. Ukladanie Crytif formátu

Ďalej si môžeme vybrať kompresiu a rozlíšenie výslednej textúry, či už pre platformu PC, X360, alebo PS3. Pokiaľ chceme používať aj alfa kanál, musíme túto možnosť vybrať v nastavení. Klikneme na OK a program uloží výsledný *.tif* súbor. Pre vznik textúry je potrebné spustiť CryEngine 3 editor. Po spustení vytvorený *.tif* súbor skopírujeme do zložky *CryEngine3/Game/Objects/* a engine automaticky vytvorí z vybraných nastavení *.dds* textúru, ktorá bude použitá v engine.

10.1.2 Export 3d modelu

K importovanému a skontrolovanému modelu vytvoríme kópiu modelu a vložíme ju na rovnaké miesto ako pôvodný model. Označíme všetky plochy objektu a nastavíme im ID totožné s ID *proxy* materiálu. Následne na *proxy* model nastavíme modifikátor *UVW mapping*. *Proxy* model neobsahuje žiadne textúry, no niekedy sa stane že model má nefunkčný fyzikálny model, a tento modifikátor zabezpečí jeho funkčnosť. V časti *Utilities* nájdeme exportovací plugin engine pod názvom *CryENGINE3 Exporter*. Označíme obidva modely a pomocou tlačidla *Add Selected* ich pridáme do exportovacej rady. Exportovaný model sa bude nachádzať na mieste, kde je uložený súbor *.max* a bude mať aj rovnaký názov. V prípade exportovania viacerých objektov zo súboru, je možné zaškrtnúť možnosť *Custom filename* a zvoliť vlastný názov aj miesto umiestnenia objektu. Následne klikneme na *Export nodes* a program exportuje model. Nakoniec sa zobrazí oznámenie o úspešnosti alebo neúspešnosti s popísaným problémom.



Obr. 63. Exportovanie kabíny výťahu

Exportované objekty sa umiestňujú v adresárovej štruktúre CryEngine do zložky *CryEngine3/Game/Objects*. V prípade tejto diplomovej práce je to záložka

CryEngine3/Game/Objects/FAI. Všetky modely a bloky, ktoré boli importované do CryEngine3 sú v tomto adresári aj uložené vo formáte *.max* pre rýchlu editáciu.

10.1.3 Export materiálu

K exportovaniu materiálu je nutné mať otvorený *Material editor* v 3ds Max a označený požadovaný *Multi/Sub-object* materiál. Pri exportovaní materiálu je zároveň potrebné mať s 3ds Max spustený aj editor engine. V plugine, v tom istom ako pri exportovaní modelu, klikneme na *Create material* a materiál sa exportuje do engine, kde engine ponúkne možnosť uložiť materiál pod ľubovoľným názvom. Pre prehľadnosť je dobré materiál nazývať rovnakým názvom ako aj exportovaný objekt. V materiálovom editore engine pridáme jednotlivým materiálom textúry, ktoré sú umiestnené v adresári *CryEngine3/Game/Objects/*. Ak sme tieto textúry umiestnili do tohto adresára, alebo pod-adresára, ešte v 3ds Max, túto činnosť už nie je ďalej nutné vykonávať. Vytvorený materiál v engine ale nie je vždy zhodný ako s vytvoreným materiálom v 3ds Max, preto je treba robiť ďalšie úpravy. Ako nastavenia farieb, ktoré sa vždy bezpečne prenesú iba čierna a biela, ostatné sa prenesú chybné, nastavenia rozťahnutia/stlačenia/rotácie textúr, ktoré sa tak isto neprenášajú. Podrobnejšie nastavenia materiálov preberiem v sekcii 11.4.

11 PRÁCA V ENGINE

Editor engine sa spúšťa pomocou *Editor.exe* nachádzajúci sa v */CryEngine3/Bin32/*. Engine obsahuje dve verzie editoru a to 32-bitovú alebo 64-bitovú. Osobne odporúčam 32-bitovú verziu kvôli jej stabilnosti oproti 64-bitovej. Toto tvrdenie potvrdzujú aj internetové fóra venujúce sa CryEngine 3.

Pri spustení editoru sa zobrazuje prihlasovacie rozhranie. K spusteniu engine je nutné sa prihlásiť. Inak sa editor nespustí. Vytvorenie konta je zdarma.

Inštalácia ďalej obsahuje súbor na spustenie vytvorenej aplikácie a to *Launcher.exe* nachádzajúci sa v rovnakom adresári ako *Editor.exe*. Po spustení je taktiež nutné sa prihlásiť ku kontu.

Level, ktorý bol vytvorený ako praktická časť tejto diplomovej práce, otvoríme pomocou *File - Open* a v zložke inštalácie engine *CryEngine3/Game/Levels/UTB FAI v01* nájdeme súbor *UniverzitaTomaseBatiFAI.cry*. Súbor *.cry* je formát levelu, ktorý je postavený na CryEngine. Je to archív, ktorý obsahuje binárne a XML dáta, ktoré používa engine. Tieto súbory je možné otvoriť priamo v engine, alebo pomocou nejakého archivačného programu.

Vo vytvorenom levely sa pohybuje rovnako ako v každej FPS hre, a to pomocou myši a tlačidiel WSAD. V editore sa dá taktiež prepnúť priamo do hry a to pomocou klávesovej skratky *Ctrl+G*. V tomto prípade sa hra spustí ako by bola spustená čisto nanovo. Rozdiel je v tom, že sa nezobrazí úvodné menu. Taktiež nie je možné zobraziť *InGame menu*, ktoré sa v hre zobrazuje pomocou klávesy *Esc*, keďže sa na výstup z tohto módu hry späť do editoru používa táto klávesa. Z toho dôvodu som vytvoril rovnaké menu a prístupuje sa k nemu pomocou klávesy *M*.

11.1 Rollup Bar

Rollup Bar je najčastejšie používaný nástroj v editore. V základnom nastavení sa nachádza na pravej strane editoru. Je to miesto, kde sa prístupuje k jednotlivým entitám a ich parametrom, nastaveniam. Rollup Bar je rozdelený na štyri odlišné panely, do ktorých sa prístupuje cez ich pridelené záložky.

Prvá záložka obsahuje objekty a nástroje na tvorbu entít, tak isto ako obsahuje aj ich špecifické informácie a nastavujúce dialógy.

Druhá záložka obsahuje nástroje na tvorbu a úpravu prostredia, vegetácie a nástroje pre editáciu terénu. Cez tieto nástroje sa modifikujú parametre objektov, ktoré sú momentálne v editore otvorené.

Tretia záložka obsahuje nastavenia display, čo a ako sa má zobrazovať.

Štvrtá záložka obsahuje organizáciu pomocou vrstiev.

11.1.1 Vrstvy

Vytvorený level obsahuje viacero vrstiev, bez ktorých by bola prehľadnosť veľmi nízka. Jednotlivé vrstvy sa dajú vypínať a zapínať. V prípade tímovej práce, môže každý člen pracovať na inej vrstve.

AI - obsahuje navigačné body a charaktery umelej navigácie

cesta - obsahuje cestu a chodníky v okolí budovy FAI

Cinematic - Obsahuje prvky úvodnej animácie ako kamery, animovaný charakter

Main - obsahuje celkovú budovu bez vybavenia

navi - Trigers a časť navigácie, ktorá je potrebná pre chod navigácie a zobrazovanie popisu miestností

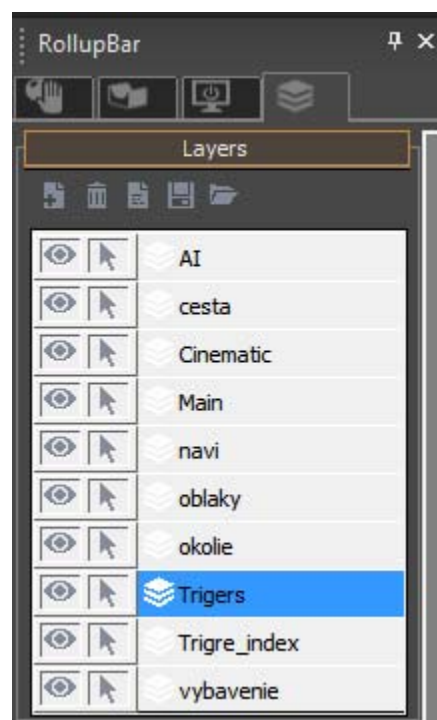
oblaky - oblaky v okolí

okolie - budovy v okolí školy

Trigers - obsahuje Trigers pre rôzne skripty v levely

Trigers_index -Trigers pre beh aplikácie "Hra so zápočtami"

vybavenie - vybavenie budovy



Obr. 64. Vytvorené vrstvy

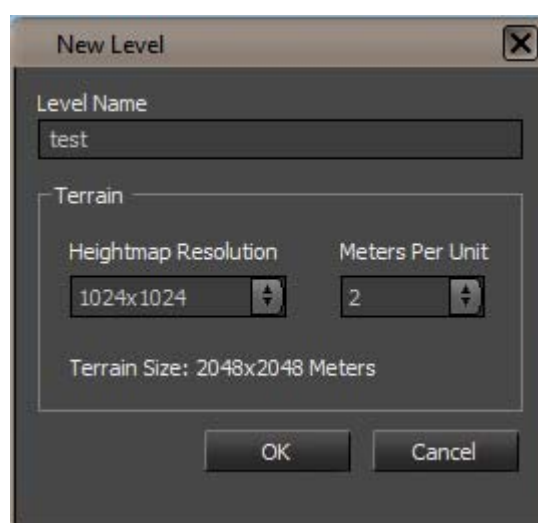
11.2 Vytvorenie nového levelu

Nový level sa vytvára pomocou menu *File - New*. Zobrazí sa okno, v ktorom sa nastaví parametre levelu, ako názov, ktorý je veľmi dôležitý. Výber zlého názvu môže vo finálnom dôsledku spôsobiť problém. Z tohto dôvodu odporúčam použiť názov bez medzier alebo s použitím podtržítka. Názov s medzerami je funkčný a engine ho povolí, no level nebude spustiteľný z menu *Launchera*.

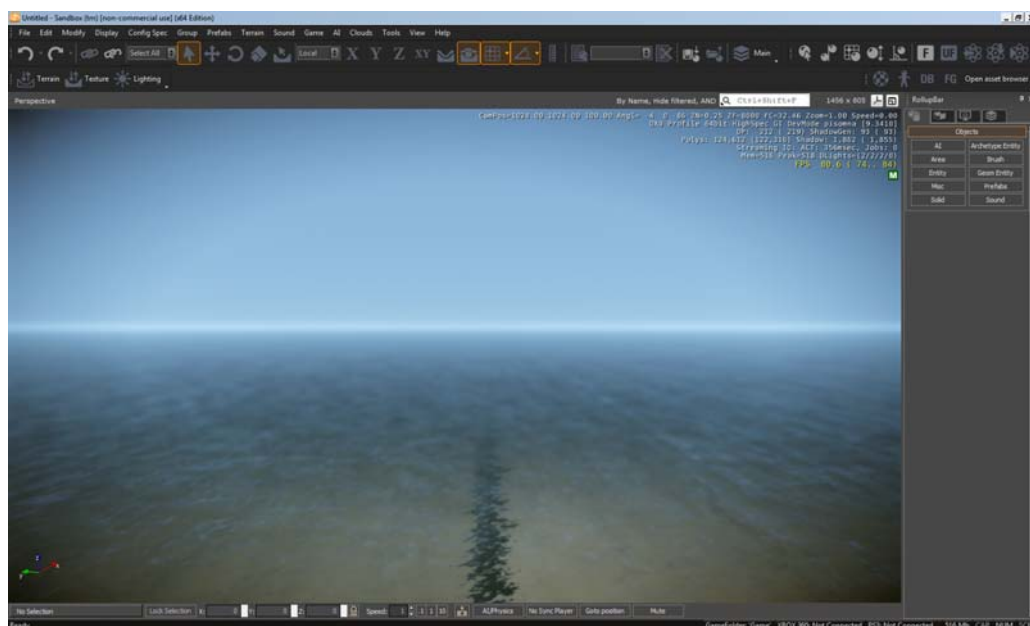
Ďalším parametrom sú rozmery levelu. Podľa nastavenia parametru bude mať level tieto rozmery:

- $(128 \times 128) \times 4 \text{ m} = 512 \times 512 \text{ m}$
- $(512 \times 512) \times 16 \text{ m} = 8192 \times 8192 \text{ m}$
- $(1024 \times 1024) \times 2 \text{ m} = 2048 \times 2048 \text{ m}$

Po vytvorení mapy, čo môže trvať v závislosti od rozmerov a od výkonnosti počítača niekoľko sekúnd alebo niekoľko minút, sa zobrazí vytvorený level. Level je pokrytý oceánom pod ktorým sa nachádza neotextúrovaný terén.

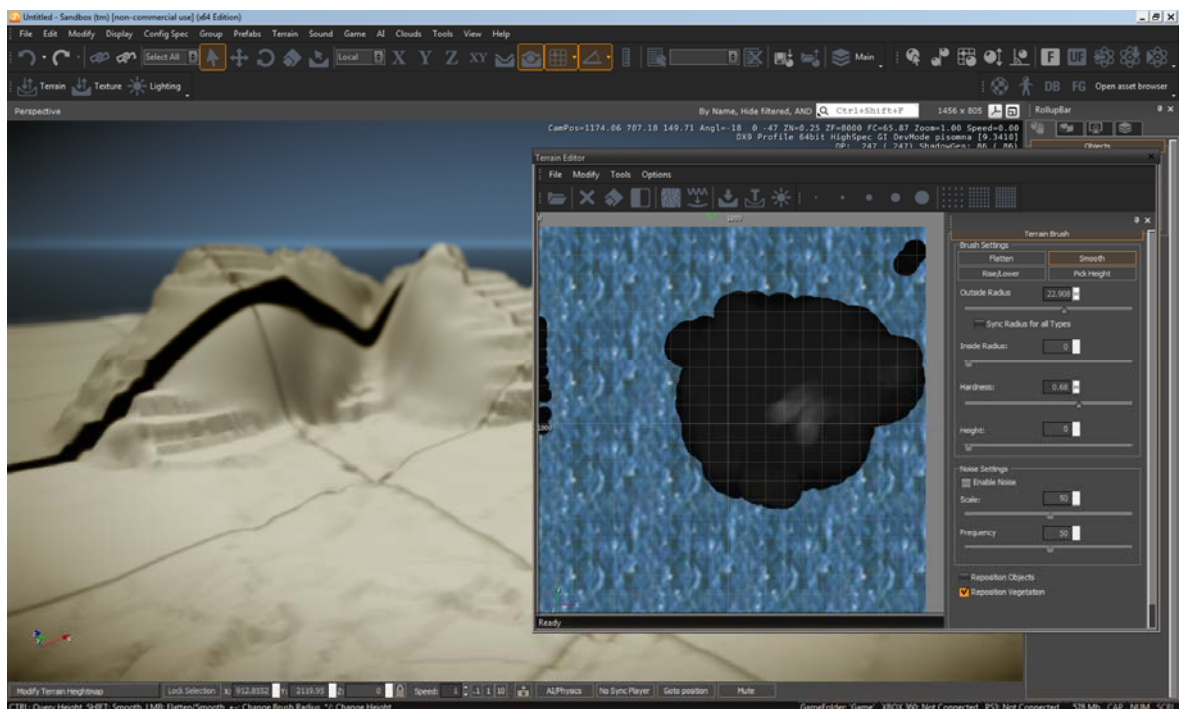


Obr. 65. Tvorba názvu levelu



Obr. 66. Novo vytvorený level

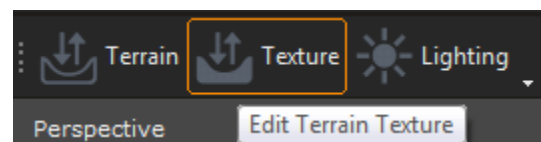
Terén sa upravuje pomocou otvorenia nástroja *Terrain*. V zobrazenom okne pre úpravu terénu je zobrazená celá mapa levelu. Mapu je možné upravovať pomocou nástroju *Flatten*, ktorý zarovnáva terén do určitej výšky podľa nastavenia, pomocou nástroju *Rise/Lower*, ktorý zvyšuje/znižuje terén vždy o nastavenú hodnotu, alebo pomocou nástroju *Smooth*, ktorý vyhladzuje terén. Terén sa tvorí pomocou štetcu (*brushes*), a môže sa maľovať priamo na mapu, alebo v priestore rovno do levelu. Nástroj ďalej ponúka možnosti ako nastavenie maximálnej výšky, nastavenie výšky hladiny oceánu, alebo vypnutie oceánu.



Obr. 67. Tvorba terénu

Ďalšou možnosťou je nechať si terén automaticky vygenerovať, automaticky terén vyhladiť alebo automaticky terén zaostriť.

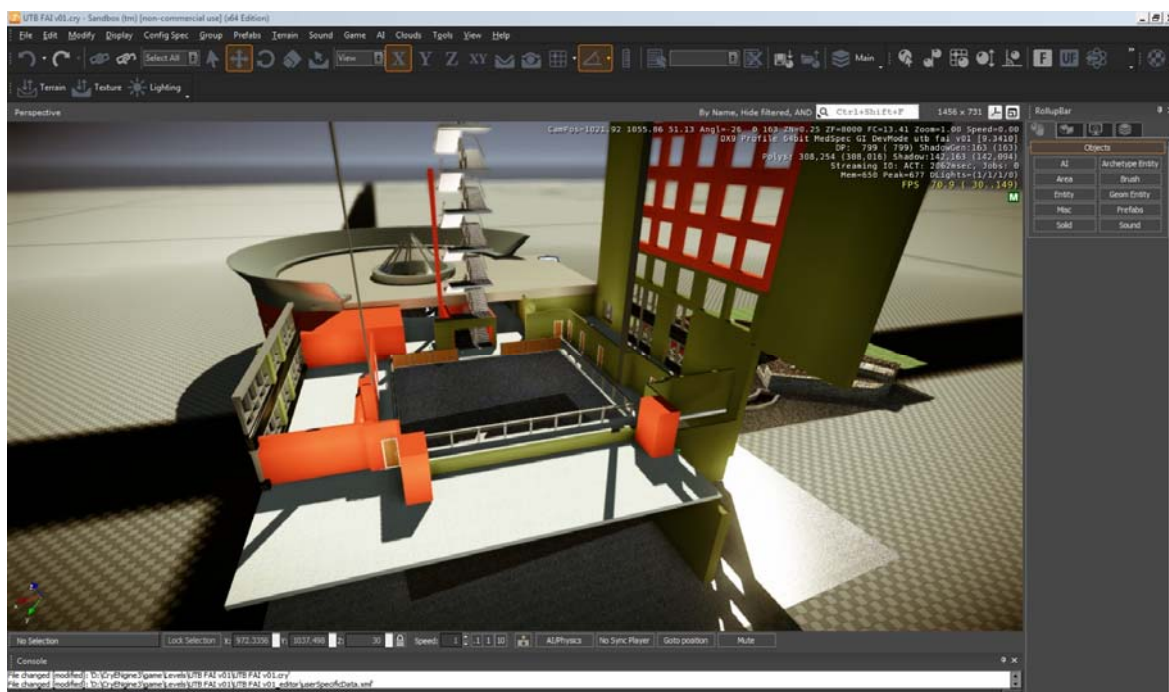
Na terén sa nanáša textúra pomocou nástroja *Texture*. Po otvorení sa zobrazí okno, kde je možné vidieť pôvodnú kockovanú textúru.



Obr. 68. Ikona pre spustenie editoru terénu

11.3 Tvorba budovy FAI

Jednotlivé bloky z vytvoreného modelu v 3ds Max boli exportované do engine a postupne na seba ukladané. Keďže je budova FAI rozsiahla, a umiestňovanie malých blokov by nebolo moc efektívne. Volil som vždy väčší blok, pri ktorom som sa snažil zachovať nejakú časť, ktorá by mi jednoznačne určila na aké miesto presne patrí. Nie vždy boli exportované bloky rovnako rozmerné, preto zachovanie takejto časti bolo dôležité, aby sa zachovala integrita modelu. Keďže len malé zmenšenie každej časti, by mohlo na konci spôsobiť aj metrové rozdiely. Preto skoro po každom vložení bloku nasledovala jeho úprava častí, ktoré neboli správne rozmerovo usporiadené.



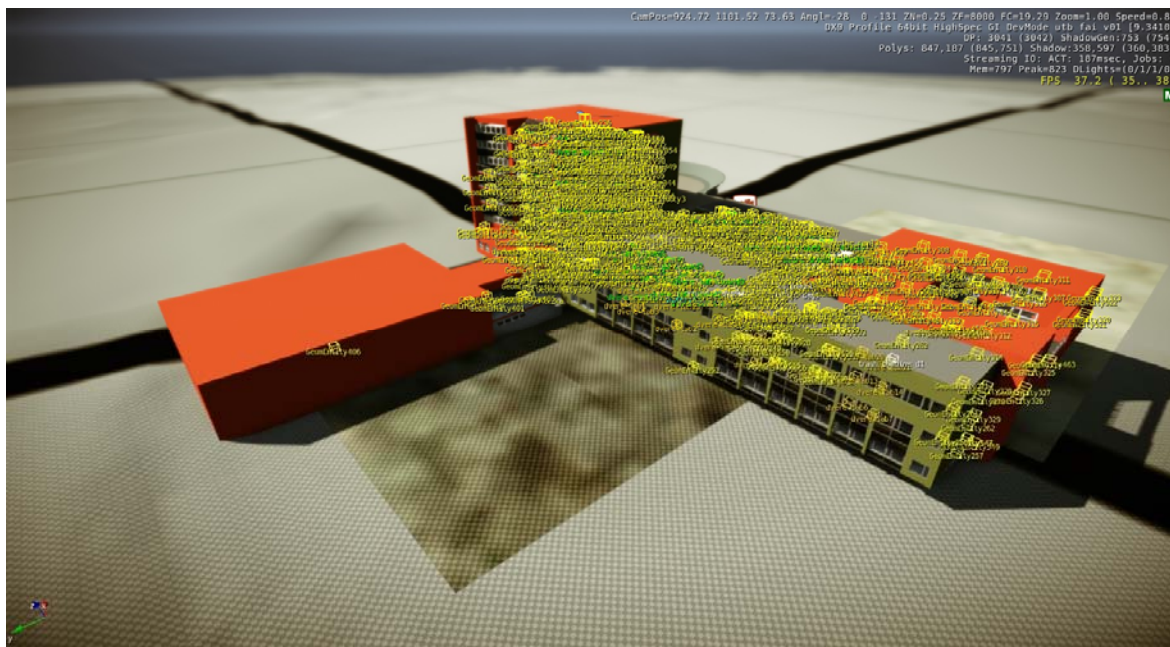
Obr. 71. Začínajúca stavba budovy

V časti U51 bolo možné poschodia 3-8 skopírovať na seba, keďže sa od seba prakticky nelíšia. Čím odpadla časovo veľmi náročná činnosť exportu modelov do engine, kde len celé jedno podlažie bolo vyskladané z desiatok dielov, ktoré mnohokrát bolo nutné prerobiť úplne od znova.



Obr. 72. Stavba poschodí budovy

Celkový model bez vybavení s dveřmi a všemi vytvořenými okenními obsahuje 857 statických objektů.



Obr. 73. Zobrazení základních objektů budovy

11.3.1 Tvorba vybavenia

Vybavenie budovy bolo vypracovávané podľa referenčných fotografií. Najskôr som vymodeloval vybavenie, ktoré sa opakuje a návštevník školy s ním prichádza najčastejšie do kontaktu. V prvom rade by to bolo množstvo rôznych typov dverí, či už drevených alebo presklených. Presklené dvere sú vytvorené modulárne a je možné z nich zostaviť veľký počet dverí. Každé moduly majú navyše viacero rozmerov.



Obr. 74. Typy dverí použitých v budove

Vybavenie ďalej pokračuje zaplnením chodieb stolmi a stoličkami, lampami rôznych typov, hasiacimi prístrojmi, nástenkami, odpadkovými košmi, radiátormi, spínačmi.



Obr. 75. Stoly, stoličky a lampy v hale

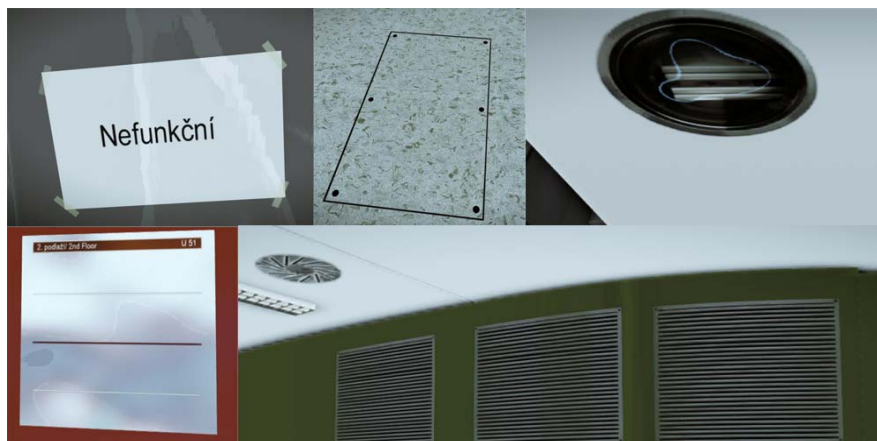
Stoly a stoličky v chodbách a učebniach sú vytvorené ako fyzikálne entity. Teda každý takýto model môže byť prevrátený, alebo nejakým iným spôsobom môže reagovať s okolitým svetom.



Obr. 76. Vybavenie chodby

11.3.2 Vybavenie pomocou Decals

Pomocou *Decals*, môžeme nazvať nálepky, sú vybavené chodby a učebne rôznym druhom vybavenia, bez nutnosti jeho modelovania. Je to textúra, ktorá je navrhnutá tak, aby zobrazovala nejaký plochý predmet. Táto sa potom umiestni ľubovoľne po objekte. Takýmto spôsobom boli vytvorené rôzne objekty ako vetriace mreže, prieduchy klimatizácie, informačné tabule, dvierka v podlahe, alebo informačný papier, ktorý je uložený ako *.psd* formát a je naň možné napísať ľubovoľný text a vytvoriť tak rýchlo úplne nový oznam. Nálepky na sklách znázorňujúcich vtákov, elektrické panely na stenách, adresa a iné. Na jednotlivé *Decals* je možné aplikovať ďalšie typy textúr ako sú *bump map*, *environment map* a podobne. Teda takto vytvorené nálepky, môžu budiť dojem objektov.



Obr. 77. Ukážka použitia niektorých Decals

11.3.3 Vybavenie učební

Vybavenie učební zahrňuje rôzne typy stolov, počítače, monitory, klávesnice, rôzne stoličky, spínače, odpadkové koše, radiátory, hasiace prístroje, lampy, vzduchové prieduchy.



Obr. 78. Vybavená učebňa U51/119



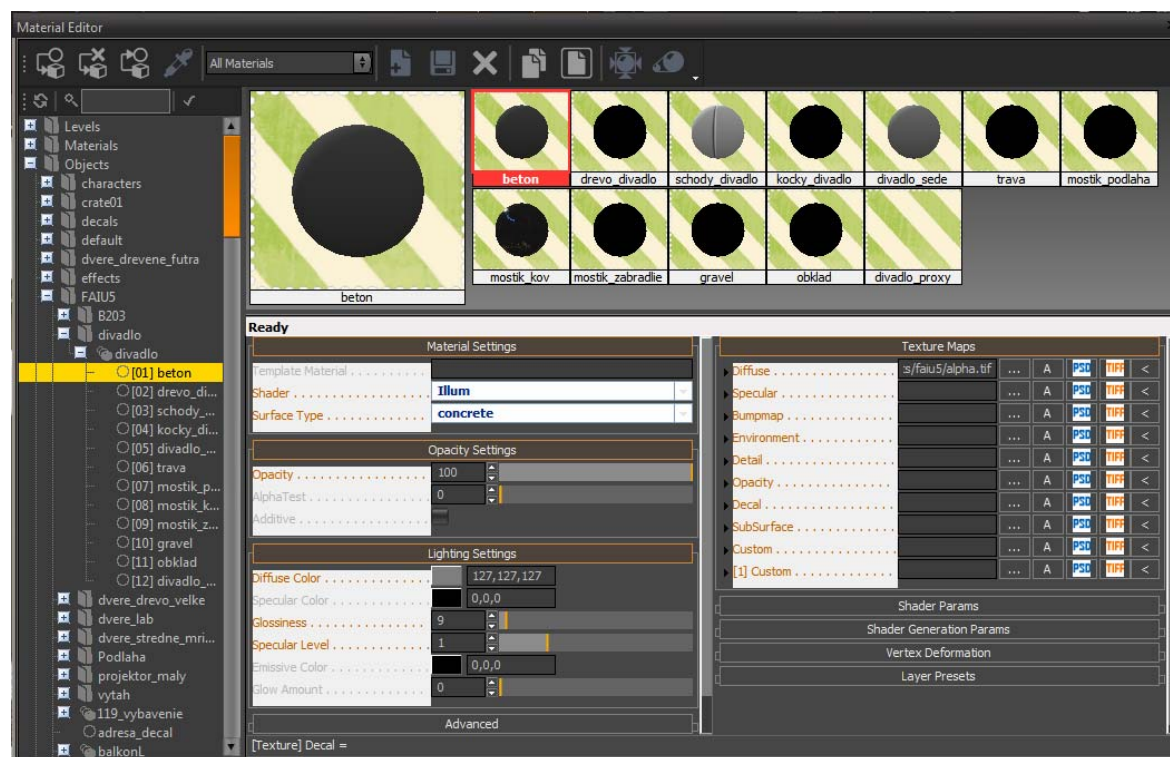
Obr. 79. Vybavená učebna U52/203



Obr. 80. Vybavená areálová študovňa U51/218

11.4 Materiálový editor

Materiálový editor je v CryEngine 3 dostupný pod klávesom *M*.



Obr. 81. Materiálový editor v CryEngine 3

Materiálový editor v CryEngine 3 je podobný editoru v 3ds Max. Je spracovaný prehľadne a každý popis funkcie jednoznačne popisuje svoj význam. Po ľavej strane sa nachádza zoznam všetkých dostupných materiálov v engine. Samostatne vytvorené materiály sú dostupné zo stromu *Objects*. Pre túto diplomovú prácu je vytvorený adresár FAIU5, ktorý zhromažďuje všetky materiály. Tento adresár *Cryengine3/Game/Objects/FAIU5* mimochodom zhromažďuje aj všetky objekty mnou vytvorené.

V engine je možné použiť nielen importované materiály, ale je možné materiály vytvárať aj uprostred engine.

Engine obsahuje viacero shaderov. Najpoužívanější shader je nazvaný *Illum*, ktorý je aj najviac použitý v mojej práci. Umožňuje použitie textúr ako *Diffuse*, *Specular*, *Bumpmap*, *Environment*, *Detail*, *Decal*, *Subsurface*. Taktiež umožňuje použitie efektov ako *Parallax occlusion mapping*, *Displacement mapping*, alebo *Tessellation*.

Ďalšou významnou časťou materiálového editoru, je pridelenie typu povrchu *Surface Type*. Je možné vybrať z viacero povrchov ako sklo, betón, alebo tráva, či drevo. Tieto typy

povrchov sú použité pri manipulácii s predmetmi ako streľba zbrane. CryEngine bol vyvinutý pre tvorbu FPS hier, kde sa používajú zbrane, no v tejto aplikácii by to bolo nevhodné a preto je táto možnosť zrušená.

11.4.1 Úprava importovaných materiálov

Importované materiály s 3ds Max je potreba mnohokrát upravovať. Či už prideliť správnu textúru, upraviť farby či natiahnutie textúry, alebo nastavenia shaderov.

Pokiaľ nemá materiál priradenú textúru, bude na ňom zobrazený text, ktorý upozorňuje na výmenu textúry. Túto je treba vymeniť, i keď by výmenu nepotrebovala. Ako farba steny, kde v 3ds Max nie je nutné prideliť žiadnu difúznú textúru. Tento problém som vyriešil vytvorením malej textúry s alfa kanálom, ktorý zariadi neviditeľnosť textúry a potom stačí vybrať

zafarbenie a objekt je zafarbený bez použitia nejakej zložitej textúry.



Obr. 82. Nepridelená textúra

11.4.2 Vytvorenie priehľadného skla

Priehľadné sklo je možné vytvoriť viacerými spôsobmi, a to s použitím shaderu *Illum* a vhodných textúr, alebo s použitím shaderu *Glass*. Shader *Glass* vyrobí omnoho uveriteľnejší efekt s refrakciou svetla ako *Illum*, ale *Illum* zabezpečí nižšiu hardwarovú náročnosť. Teda tam kde nebol potrebný vysokokvalitný efekt skla, tam bol použitý shader *Illum*.

Sklo pomocou shaderu *Illum* je možné vytvoriť nasledujúcim spôsobom. Ako difúzna textúra sa vybere *alfa_sklo.tif*, ktorá má šedý alfa kanál, teda polovičnú priehľadnosť. Do *Detail* textúry vložíme *objects/faiu5/glass_detailbump_ddn.tif*, ktorá po zakliknutí vo voľbách shaderu vytvorí jemnú nerovnosť skla. V nastaveniach shaderu potom môžeme pomocou *Detail bumpmap scale* určovať silu nerovnosti. Pokiaľ by bola táto textúra

použitá ako *bump map*, tak sila je daná na pevno a nie je možné ju meniť. Pre odraz vložíme do *Environment* mapu *textures/cubemaps/forest/lighthouse_cubemap_cm.dds*, ktorá je vytvorená ako interiér s veľkými presklenými plochami, ktorá sa do tohto objektu hodí. Je možné vytvoriť aj vlastnú *cube map* (*cube map* slúži ako *environment map*, teda mapa odrazu, a je možné ju vytvoriť po kliknutí na ikonu *Create Cubemap* v materiálovom editore). Vlastná *Cube Map* je použitá iba na podlahu v časti U51, v ostatných častiach je použitá len zriedka. Rozdiel býva často málo viditeľný oproti použitiu *lighthouse_cubemap_cm.dds*. Po zaškrtnutí *Environment map* v nastavení shaderu sa aktivuje odraz okolia na objekte. Ďalej pre viditeľnosť odrazu je potrebné nastaviť *Glossiness* na vysokú hodnotu napríklad na 200. Následne už stačí iba znížiť *Opacity* na nízku hodnotu okolo 30 a efekt skla je hotový.



Obr. 83. Sklo vytvorené pomocou shaderu *Illum*. Vľavo plná *opacity=100*,
vpravo *=30*

Pre dôveryhodnejší efekt vyberieme typ shaderu *Glass*. Tento krát vložíme *glass_detailbump_ddn.tif* do *Bump map*. Zaškrtneme voľbu *Refraction map* v nastaveniach shaderu, ktorá zabezpečí ohyb svetla. Vložíme tú istú *Environment map* ako v predchádzajúcom prípade a zaškrtneme rovnakú voľbu. Ďalej zaškrtneme *Real-time mirror reflection*. Tento efekt v režime DX9 nie je možný, no odstráni nežiaduce svetelné efekty

na skle (efekt reálnych odrazov je možný iba vo verzii DX11). Pomocou nastavení *Refraction Bump scale* a *Refraction depth scale* môžeme meniť silu ohybu svetla. Následne znížime *Opacity* na hodnotu okolo 50 a efekt skla je hotový. Samozrejme je vhodné vybrať vhodný typ povrchu a to *Unbreakeable glass*, pretože by pri voľbe *Glass* po viacerých kontaktoch s inými objektmi zmizol celý panel, keďže nie je vymodelovaný ako trieštivý.



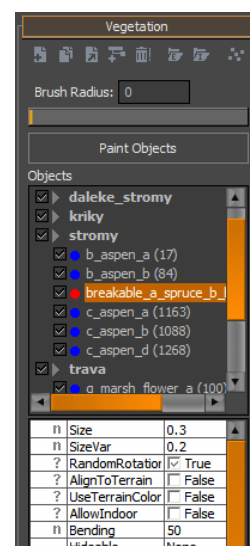
Obr. 84. Sklo vytvorené pomocou shaderu Glass. Vľavo refrakcia=0.322, v pravo 1.586

11.5 Vegetácia

Vegetácia je v CryEngine 3 veľmi efektná a s prvou hrou, ktorá bola postavená na CryEngine2 a to Crysis ohromila celý svet.

V engine je možné vyrobiť lúky, lesy, či celé džungle. Editor v sebe obsahuje niekoľko typov tráv a stromov, ktoré pochádzajú z ukázkového levelu Forest, ktorý tiež obsahuje editor.

Tvorba vegetácie sa prevádza cez *Rollup Bar - Terrain-Vegetation*. V okienku s objektmi sú vytvorené kategórie, ktoré obsahujú objekty stromov, tráv, kríkov a podobne. Každý objekt má svoje parametre ako ohybnosť, veľkosť, hustotu, či vrhá alebo prijíma tieň a podobne. Vegetácia sa aplikuje na terén nastavením veľkosti štetca, označením ktoré objekty budem aplikovať a maľovaním na

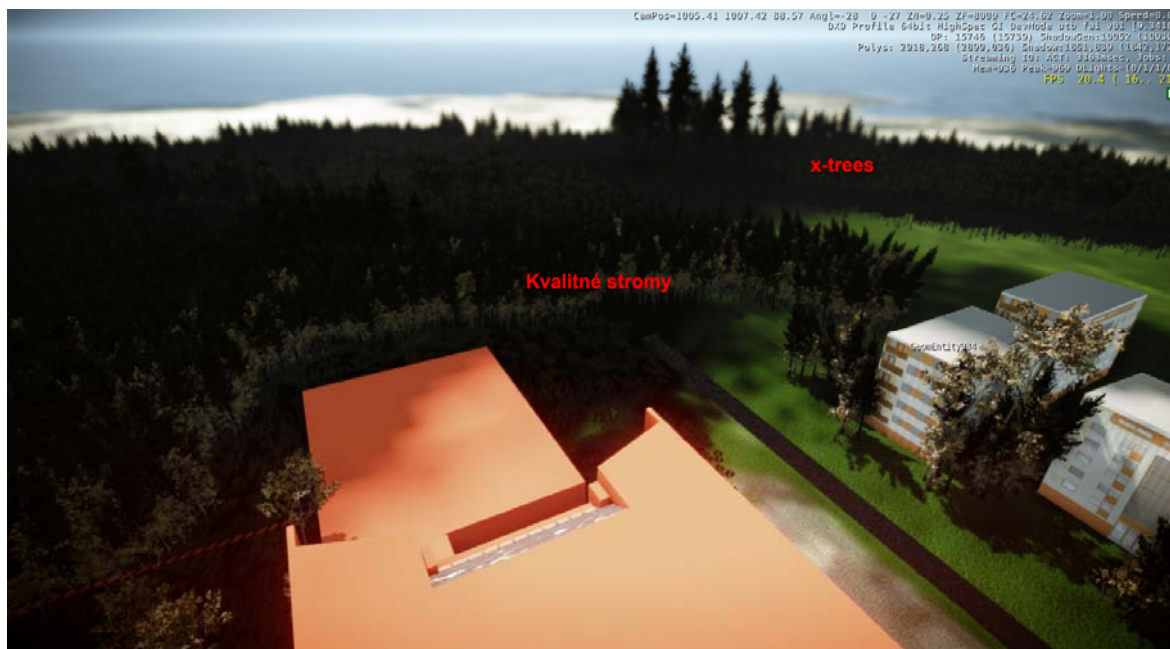


Obr. 85. Parametre vegetácie

terén. Kombináciami rôznych objektov a rôznych parametrov je možné dosiahnuť vysokokvalitný efekt. Editor obsahuje vysoko detailné stromy, ale aj nízko detailné stromy, ktoré nijako obzvlášť nezaťažujú hardware, tzv. *x-trees*. V okolí budovy, kde sa pohybuje hráč a má blízky kontakt so stromami, sú osadené kvalitné a ohybné stromy. V diaľke sú stromy typu *x-tree*.



Obr. 86. Vegetácia v okolí budovy



Obr. 87. Typy stromov v okolí budovy

Na obrázku 87 je vidieť pás stromov v okolí budovy, ktoré sú kvalitné, a pás stromov v diaľke tvorený pomocou *x-trees*. Medzi týmito stromami sa nachádza prázdny pás, na ktorom nie je nijaká vegetácia. Takýchto miest sa na mape nachádza viac, no hráč ich

nikdy neuvidí, pretože nemá na ne z nijakého miesta výhľad. Teda netreba robiť to, čo nie je potrebné, pretože by to znižovalo výkonnosť hardware.

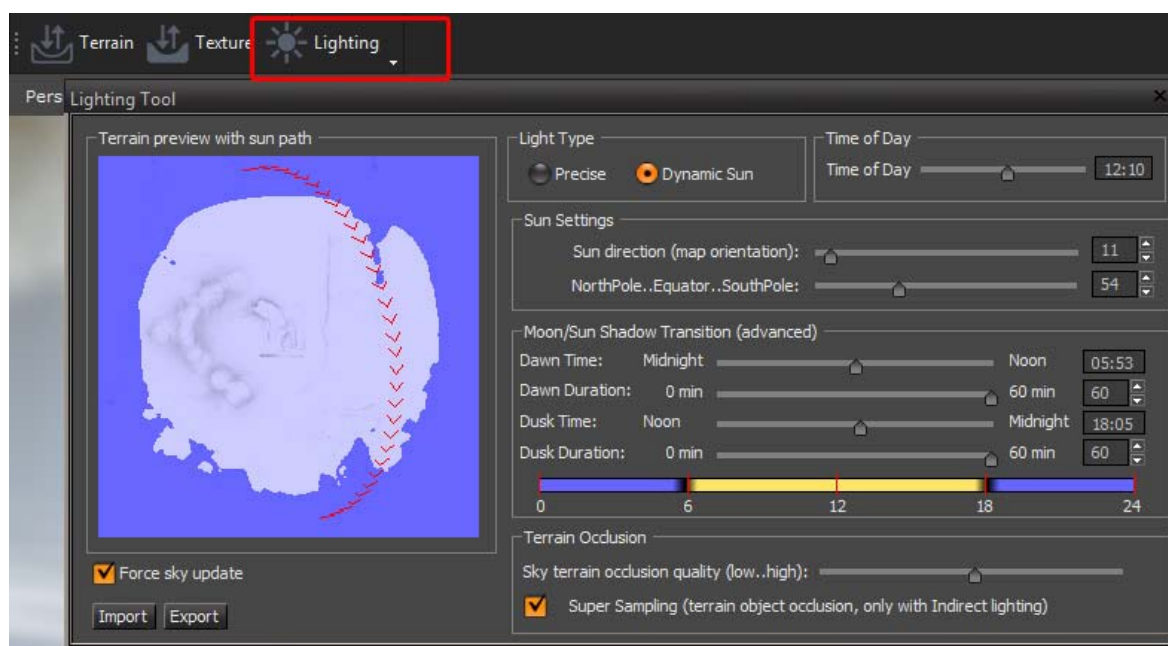
Vegetáciu nie je nutné aplikovať iba ručne pomocou štetca, ale je ju možné aplikovať pre každú vrstvu textúry terénu zvlášť. Aplikácia vegetácie potom prebehne automaticky.

Ohyb vegetácie prebieha podľa nastavenia sily a smeru vetra, ktorá sa nastaví v Rollup bare v sekcii *Environment*.

Tvorba vegetácie v tejto práci je vyrobená pomocou referenčných fotiek a s dostupným balíkom vegetácie v engine.

11.6 Time of Day / osvetlenie

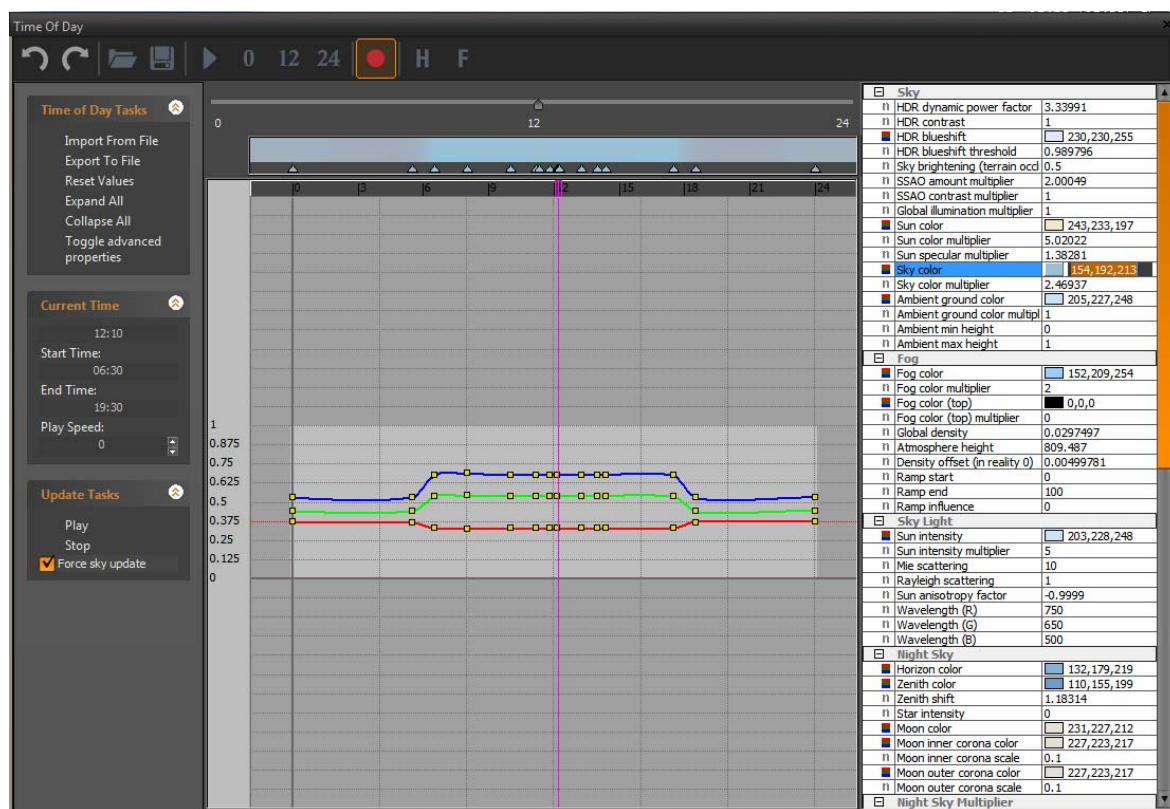
V CryEngine 3 je vytvorený 24 hodinový denný režim. To znamená, že sa plynulo strieda deň a noc. Je možné nastaviť mnoho parametrov ako sfarbenie oblohy, uhol slnka, doba západu, alebo východu, nočná obloha a podobne. Tieto parametre sa nastavujú pomocou dvoch nástrojov. Jedným z nich je nástroj *Lighting tool*.



Obr. 88. *Lighting tool*

Pomocou tohto nástroja môžeme meniť smer slnka, severný a južný pól, čas východu a západu slnka. Pomocou týchto parametrov môžeme napodobniť reálne postavenie mapy na planéte. Ďalším parametrom je *Time of Day*, ktorým sa nastavuje aktuálny čas. Rýchlosť

času nie je statická a je ju možné zmeniť v ďalšom nástroji a to je *Time Of Day*, do ktorého sa pristupuje cez *View - Open View Pane - Time Of Day*.



Obr. 89. Okno Time Of Day

Tento nástroj umožňuje pokročilé natavenie nielen chodu času, ale aj vlastností ako je sfarbenie oblohy, HDR efekty, globálnu ilumináciu, *DOF*, *SSAO*, parametre nočnej oblohy, parametre slnka, parametre hmly a iné. Tieto všetky parametre sa nastavujú graficky v čase, čím sa zaručí dynamickosť efektov. Čas vo vytvorenej hre nie je zrýchlený, ale nastavený na reálne hodnoty a hra je vždy spustená v čase 14:00 hod. Tento čas je nastavený skriptom.



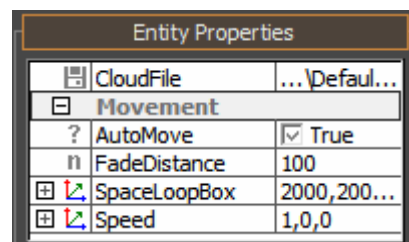
Obr. 90. Nočná obloha

11.7 Oblaky

Aplikácia oblakov vytvorí realistickejšie zobrazenie oblohy. CryEngine 3 obsahuje viacero foriem oblakov. Vo vytvorenej aplikácii sú používané *Distance clouds* a *Cloud*.

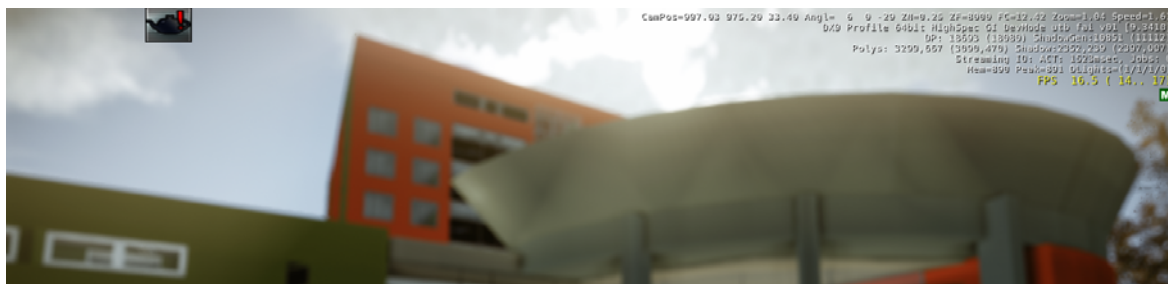
Distance clouds sú ploché obrázky vzdialených oblakov umiestnené vo veľkej výške alebo vzdialenosti. Tieto oblaky sa nepohybujú a tvoria statické objekty vysoko na oblohe. Vzdialené oblaky sa vytvárajú cez *RollupBar - Misc - Distance clouds*. Vytvorenú plochu presunieme vysoko na oblohu, adekvátne zväčšíme a aplikujeme jej materiál z materiálového editoru *Materials - Clouds*, ktorý obsahuje viacero typov oblakov, no vhodný je len niektorý z *Distance clouds*.

Pohyblivý oblak sa vytvorí z ponuky *Entity - Render - Cloud*. Vytvorený oblak môžeme transformovať, presúvať a zväčšovať. Môžeme mu prideliť iný materiál



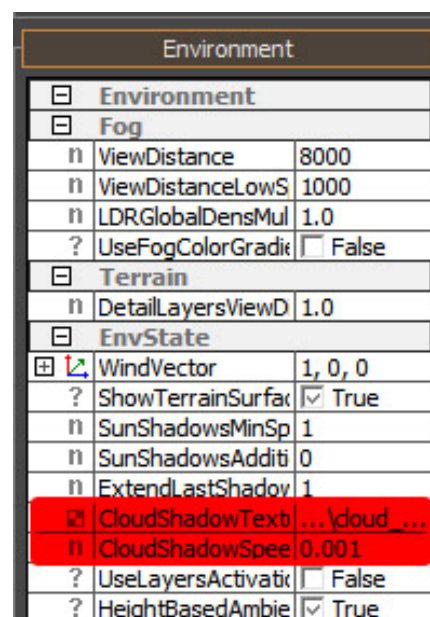
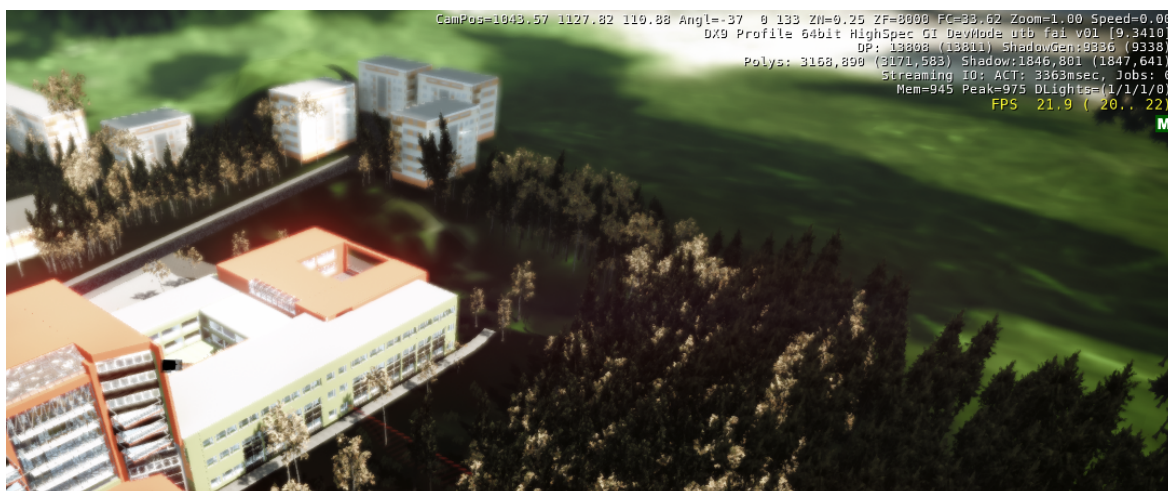
Obr. 91. Parametre oblaku

z ponuky oblakov spomínanej v predchádzajúcom odseku. Tieto oblaky ponúkajú ďalšiu možnosť, a to je automatický pohyb po oblohe. V nastavení entity sa nastaví rýchlosť pohybu ako vektor. Oblak sa po oblohe pohybuje v jednom smere, pričom pri dosiahnutí konca nastaveného teritória *SpaceLoopBox* prejde na začiatok a celý box potom prechádza znova. Zaškrtnutím funkcie *AutoMove* sa aktivuje automatický pohyb a oblak sa sám vznáša po oblohe.



Obr. 92. Oblak nad budovou

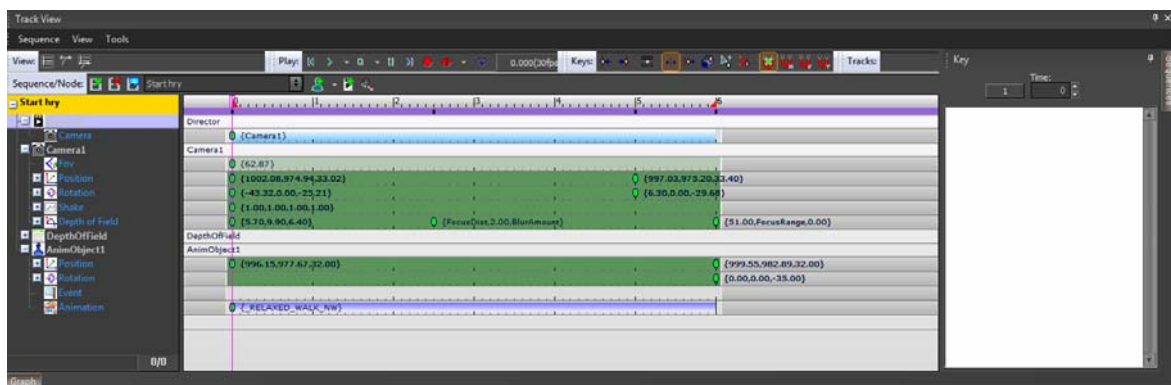
Tieto oblaky nevrhajú tieň, preto pre dosiahnutie väčšej reality je prístupná funkcia v menu *Environment*. Je potrebné vložiť textúru do *CloudShadowTexture*, ktorú je možné nájsť v *textures/clouds/cloud_pattern.dds*. Je možné si vytvoriť aj vlastnú textúru, kde biele miesta sú tiene, a tmavé sú miesta bez tieňu. Ešte zostáva nastaviť rýchlosť pohybu oblakov, ktorú je vhodné nastaviť na nízke číslo, pretože by sa tieň pohyboval príliš rýchlo. V mojom prípade je to hodnota 0.001.

Obr. 93. Parametre tieňov
oblakov

Obr. 94. Tiene oblakov na teréne

11.8 Úvodné animácie

Animácie sa v CryEngine 3 vytvárajú pomocou *Track View*. Je to animačný nástroj, pomocou ktorého je možné vytvárať filmové sekvencie, alebo ingame cut scény. *Track view* je dostupný z menu editora *View - Track View*.



Obr. 95. Track View editor filmových sekvencií

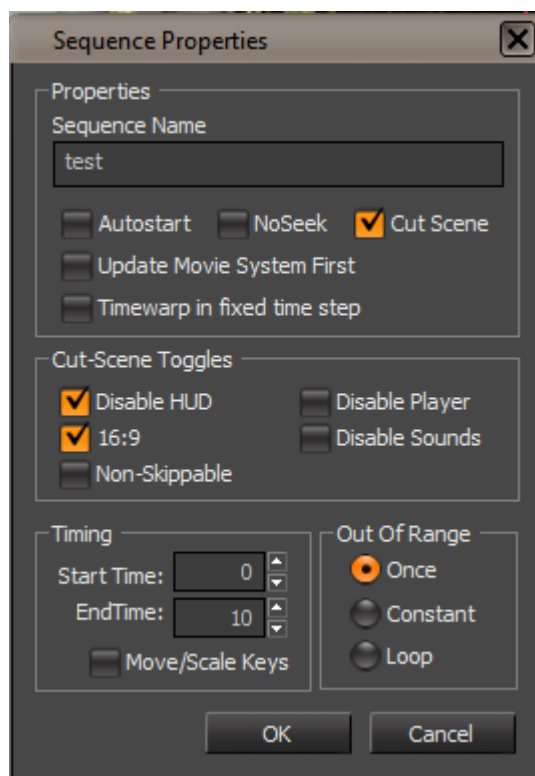
Pri vytvorení novej sekvencie je potrebné nastaviť parametre ako vypnutie HUD hráča, režim 16:9, či nastavenie trvania sekvencie.

Ďalej je potrebné vytvoriť *Director node* a kameru sekvencie. Túto kameru následne pridáme ako kameru *Director node*. Bez tohto pridelenia by sa v hre síce animácia zobrazila ale nie cez vytvorenú kameru. Kameru, ktorú sme vytvorili môžeme prenášať v priestore a manipulovať s ňou, nastaviť jej rôzne parametre ako *DOF* či *Shake*.

Do sekvencie môžeme zabudovať aj animovateľné objekty. Editor engine obsahuje niekoľko animovateľných objektov

ako postavy či lietajúci drak. Tento objekt umiestnime do priestoru a vložíme do *Track view*.

Do animácie mu pridáme niektorú zo zoznamu dostupných animácií.



Obr. 96. Parametre sekvencie

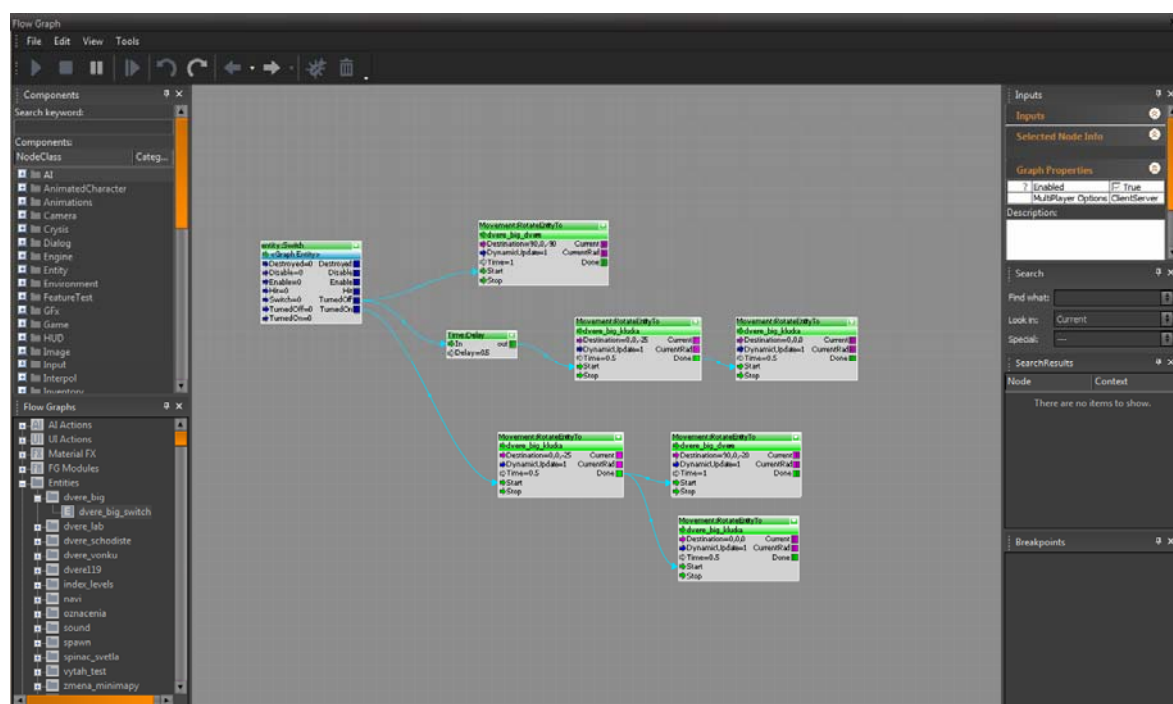
V prvej sekvencii, ktorá sa zobrazuje v tejto práci je animovaný objekt Agent, ktorý používa animáciu *RELAXED_WALK*.

Pre spustenie animácie v hre sa používajú skripty. Spustenie skriptov pre animácie je popísané v sekcii 11.9.3.

11.9 Skripty

Skriptovanie je v engine neoddeliteľnou súčasťou tvorby hier. Bez skriptov by hráč iba behal bezcieľne po mape. Nemohol by manipulovať so žiadnymi predmetmi, vykonávať rôzne činnosti. Skriptovanie v CryEngine 3 prebieha pomocou vyššieho programovacieho jazyka Flow Graph. Do Flow Graphu sa pristupuje cez ikonu Flow Graphu, alebo cez *View - Open View Pane - Flow Graph*.

Programovanie vo Flow Graphe prebieha graficky pomocou blokov, ktoré majú svoje špecifické vstupy a výstupy a tieto sa medzi sebou prepájajú.



Obr. 97. Skript otvárania dverí

Flow Graph obsahuje veľké množstvo blokov, ktoré majú svoj špecifický účel. Pomocou nich je možné prevádzať matematické operácie, logické operácie, operácie s XML

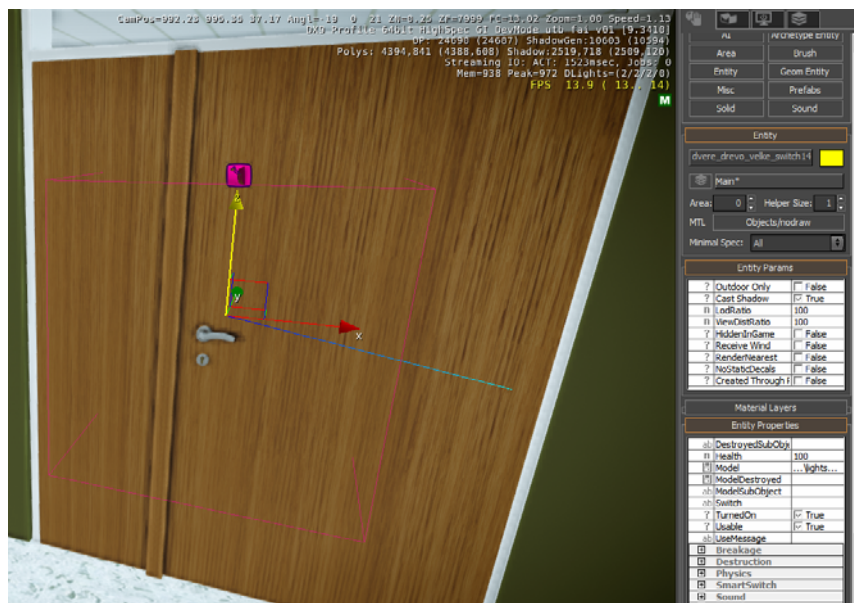
súbormi, operácie s entitami, užívateľské rozhranie, umelú inteligenciu, fyziku a mnohé iné. Väčšina blokov obsahuje popis, ktorý jednoznačne udáva, akú činnosť vykonáva daný blok.

AI	▶	Math	▶
AnimatedCharacter	▶	Minimap	▶
Animations	▶	Misc	▶
Camera	▶	Mission	▶
Crysis	▶	Module	▶
Dialog	▶	Movement	▶
Engine	▶	Multiplayer	▶
Entity	▶	Music	▶
Environment	▶	NaturalPoint	▶
FeatureTest	▶	Physics	▶
Gfx	▶	Sound	▶
Game	▶	Stats	▶
HUD	▶	Stereo	▶
Image	▶	String	▶
Input	▶	System	▶
Interpol	▶	Time	▶
Inventory	▶	UI	▶
Iterator	▶	Vec3	▶
Kinect	▶	Vehicle	▶
Log	▶	Video	▶
Logic	▶	Weapon	▶
MaterialFX	▶	Xml	▶

Obr. 98. Kategórie blokov Flow Graphu

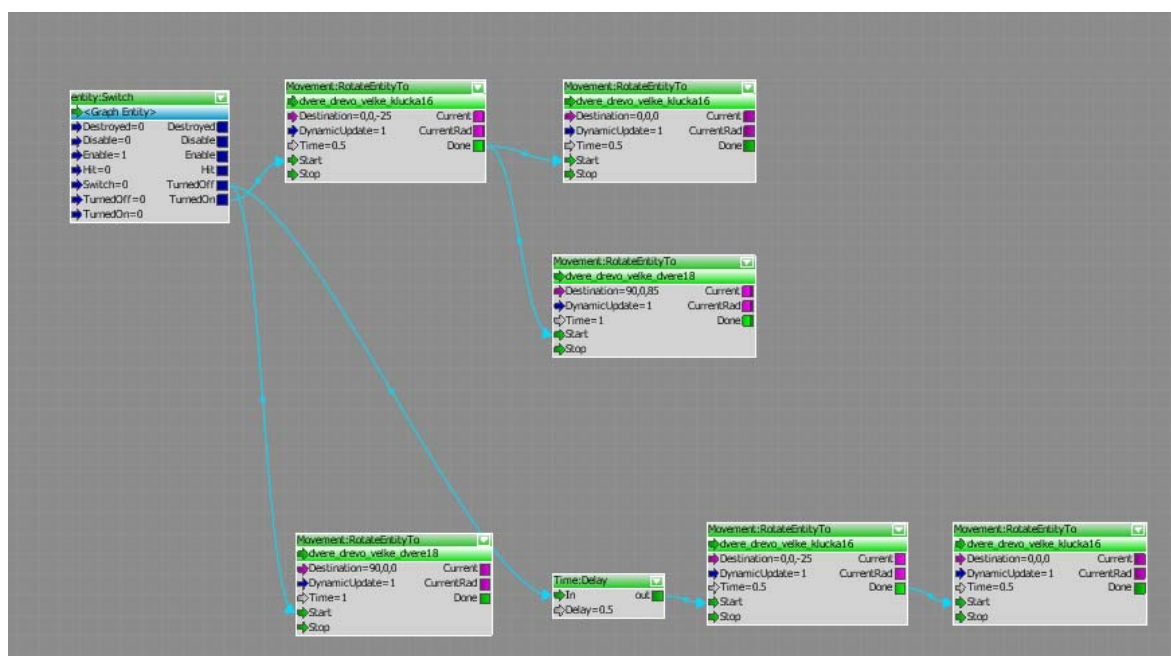
11.9.1 Otváranie dverí

Pre otváranie dverí je vytvorený krátky skript, ktorý vykonáva túto činnosť. K modelu vytvoreným dverám je potrebné vytvoriť spínač, ktorý bude pomocou skriptu otvárať dvere. Spínač *Switch* je dostupný z *Rollup bar - Entity - Others - Switch*. Model tohto spínača predstavuje guľa, na ktorú aplikujeme materiál *NoDraw*, čiže bude neviditeľná. Túto guľu zmenšíme do potrebnej veľkosti, čím určíme vzdialenosť odkiaľ bude môcť hráč aktivovať spínač.



Obr. 99. Switch (spínač) dveri

Skript pre dvere sa vytvorí kliknutím na *Create FlowGraph* v nastavení Entity. Skript bude následne pridelený entite. Skripty je možné vytvárať aj z menu Flow Graphu, no nebudú aktívne. Pretože engine si pri štarte levelu načítava všetky objekty a nie Flow Graphy. Preto je nutné skript pridať priamo objektu. Vtedy je zaistené, že sa skript načíta.



Obr. 100. Skript pre otvorenie dveri

Skript na otvorenie dverí začína samotnou entitou spínača. Entita sa do grafu vloží pravým tlačidlom a *Add Selected Entity*, z čoho vyplýva, že je možné do grafu vložiť akúkoľvek

vybranú entitu. Entita *Switch* obsahuje rôzne parametre, no pre otváranie dverí sú najdôležitejšie *TurnedOn* a *TurnedOff*. Tieto výstupy naberajú hodnotu *Boolean*, čiže 1 a 0. Po aktivovaní spínača sa na výstupe *TurnedOn* objaví 1, teda je aktivovaný, a tento výstup je privedený na blok *RotateEntityTo*, ktorý otočí pridelenú entitu do vybranej pozície za pridelený čas. Tento blok otáča konkrétne entitu kľučky. Po dokončení operácie je aktivovaný blok pre otočenie dverí, a zároveň vrátenie kľučky do pôvodnej polohy.

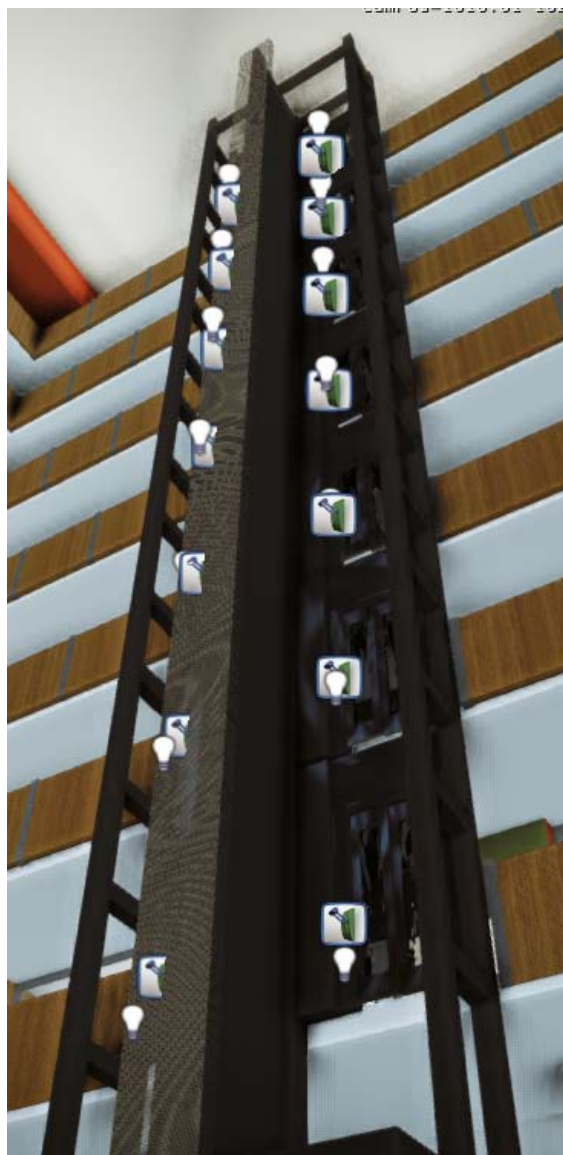
Pri deaktivovaní spínača dochádza k rotácii dverí, a taktiež je aktivované časové oneskorenie pol sekundy, po ktorom uplynutí rotuje kľučka do spodnej polohy a po vykonaní do pôvodnej polohy. Týmto je zabezpečené otváranie a zatváranie dverí aj s rotáciou kľučky.

Samozrejme, pre možnosť rotácie kľučky a dverí musí byť tento model modulárny, teda každá časť musí byť samostatná. Dvere sa skladajú z rámu dverí, kľučky, zámku a samostatných dverí.

11.9.2 Výťah

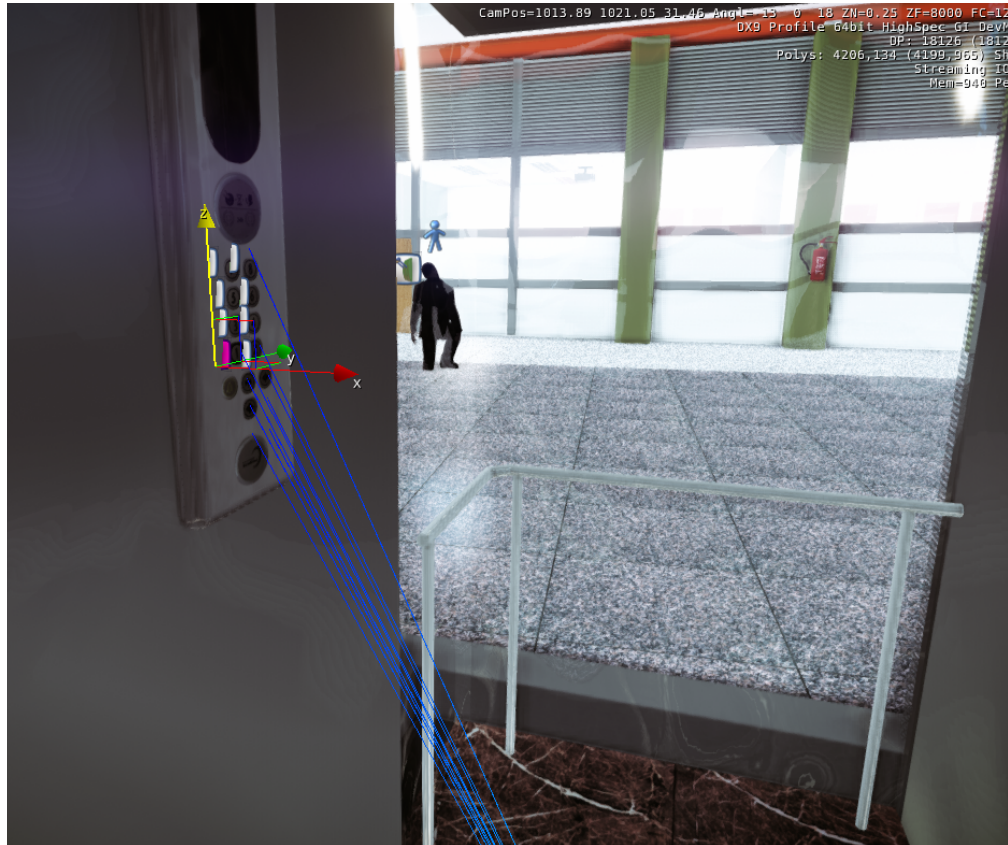
Skript pre pohyblivý výťah je zo všetkých skriptov najrozsiahlejší. Jeho rozsiahlosť je spôsobená hlavne množstvom poschodí, ktoré musí výťah absolvovať.

Výťah je zložený z pevnej konštrukcie, dvoch samostatných kabín, šestnástimi spínačmi a šestnástimi pohyblivými dverami. Ďalej obsahuje "helpery", pomocou ktorých zisťujeme pozíciu poschodia. Vo finálnom dôsledku je možné tieto helpery presunúť kdekoľvek na mape a výťah sa k nim dostaví. Helpery sú vytvorené svetlami, ktoré majú v parametroch označené že sa jedná o *Fake light*, teda o falošné svetlo.



Obr. 101. Hlavný výťah so spínačmi a helpermi

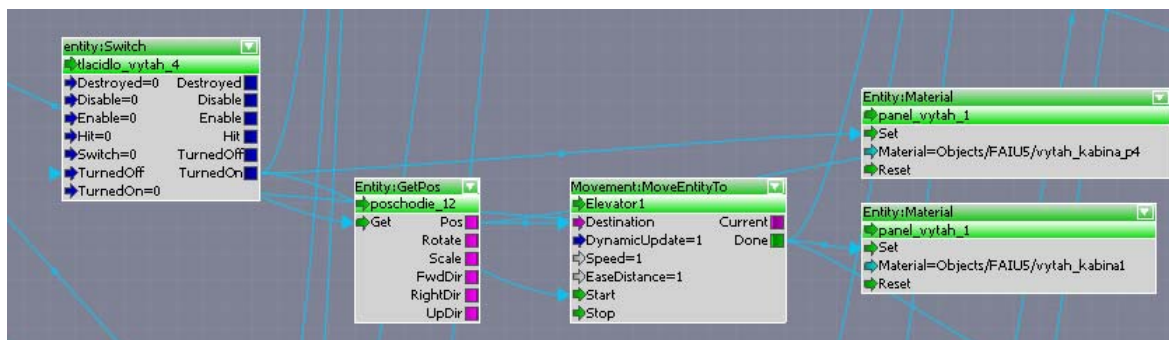
Kabína výtahu obsahuje ďalších osem spínačov pre osem poschodí. Celkový skript je obsiahnutý v prvom spínači pre prvé poschodie. Tým je zaručené, že engine načíta skript pri štarte levelu.



Obr. 102. Prilinkované spínače na panely

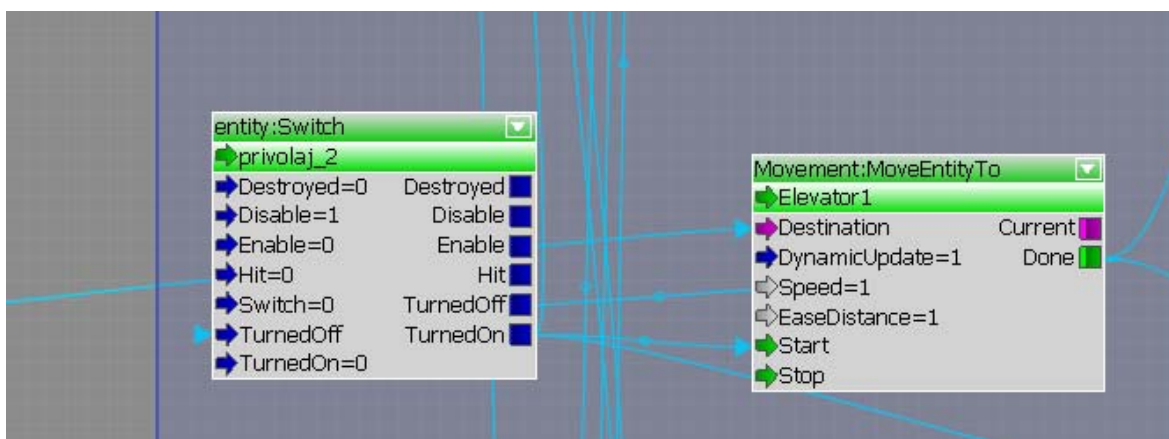
Jednotlivé spínače sú nalinkované (prichytené) ku kabíne výtahu, aby zostali na svojom mieste počas pohybu kabíny.

Skript začína aktiváciou požadovaného podlažia. Následne sa zistí, na akej pozícii sa nachádza helper poschodia. Táto pozícia sa predá bloku pre presun kabíny, a tento presun sa aktivuje. Po stlačení tlačidla sa zmení aj materiál kabíny, ktorý je vytvorený tak, aby rozsvietil dané tlačidlo. Materiálov je vytvorených osem pre každé podlažie a jeden pre pokojný stav. Po zastavení kabíny na požadovanom podlaží sa materiál prehodí do pôvodného pokojného režimu.



Obr. 103. Časť skriptu pre presun kabíny a zmeny materiálu

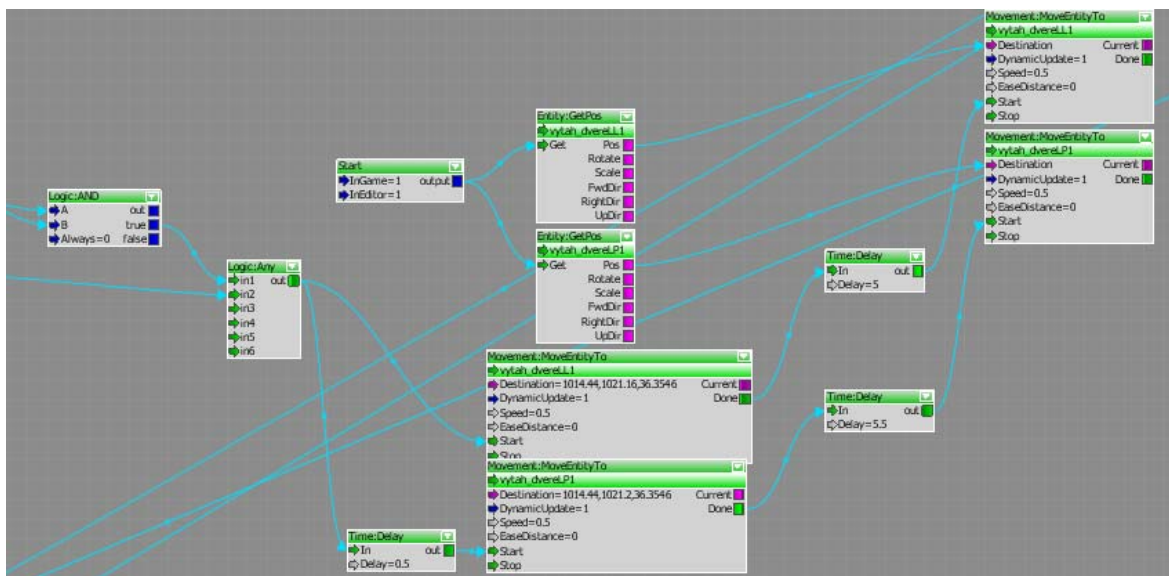
Ďalšou potrebnou činnosťou sú privolávacie tlačidlá výťahu na každom poschodí. Po aktivácii tlačidla sa výťah presunie na požadované poschodie.



Obr. 104. Časť skriptu pre privolanie výťahu

Toto privolanie je tvorené dvoma blokmi. Prvý je entita spínača, pomocou ktorého aktivujeme blok pre presun entity kabíny výťahu. Znova sú do tohto bloku privedené súradnice z helpera poschodia.

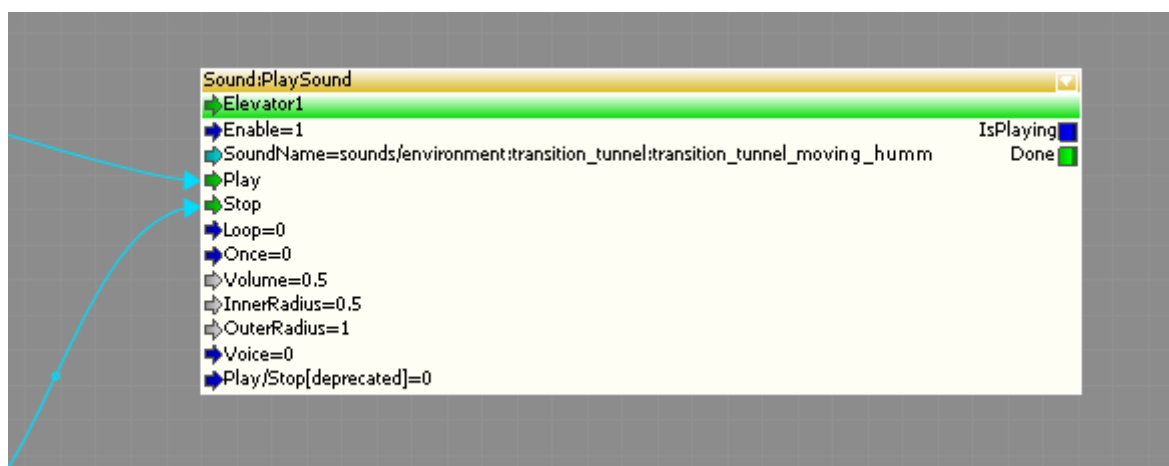
Dôležitou vecou je zabezpečenie otvárania a zatvárania dverí pri dorazení na poschodie výťahu kabíny. Je zabezpečené, že dvere budú zavreté a otvoria sa len vtedy, ak výťah stojí na ich podlaží.



Obr. 105. Časť skriptu pre zabezpečené otváranie a zatváranie dveri

Tento skript kontroluje pohyb a pozíciu kabíny, ktorý vo finálnom dôsledku, buď dvere zablokuje, alebo ich otvorí.

Pri pohybe kabíny je ďalej aktivovaný aj zvuk pohybu výťahu. Zvuk sa deaktivuje po dokončení presúvania kabíny. Je možné nastaviť tu viacero parametrov ako zdroj zvuku, v tomto prípade je to kabína, rádius a silu zvuku. Zvuk pochádza z balíka zvukov, ktoré sú dostupné v inštalácii engine.



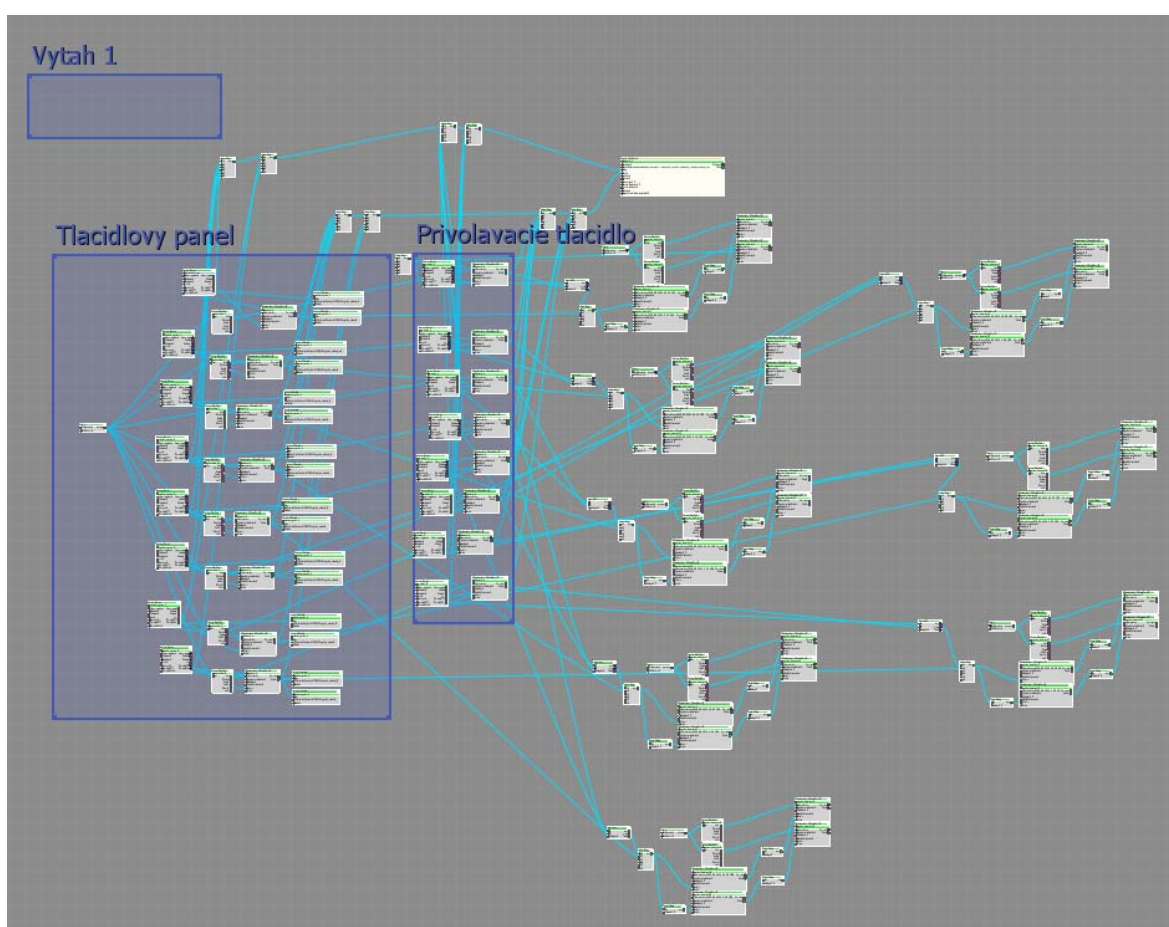
Obr. 106. Časť skriptu pre prehrávanie zvuku počas pohybu kabíny

Celkový kód obsahuje mnoho blokov a prepojení, ktoré činia kód málo prehľadným. Skript by bolo možné rozšíriť o ďalšie funkcie, ako ošetrovanie stlačenia viacero tlačidiel na panely a postupné zastavovanie na poschodiach, privolanie výťahu po ceste hore/dole. Niektoré funkcie, ktoré sa vo výťahoch zvyčajne nachádzajú, nie sú naprogramované z dôsledku

použitia mapy iba pre jedného hráča, a teda nebude možné z vnútra kabíny stlačiť tlačidlo na privolanie výťahu a podobne.

Skript pre druhú kabínu výťahu sa skopíruje spolu s prvou kabínou. Je nutné iba poprepisovať jednotlivé helpery podlažia a tlačidlá podlaží tak, aby bol skript funkčný aj na druhom výťahu.

Skript teda obsahuje presunutie kabín na ľubovoľné podlažie so svetelnou signalizáciou, zabezpečené otváranie a zatváranie dverí, privolanie výťahu z ľubovoľného podlažia, prehrávanie zvuku pohybu výťahu.

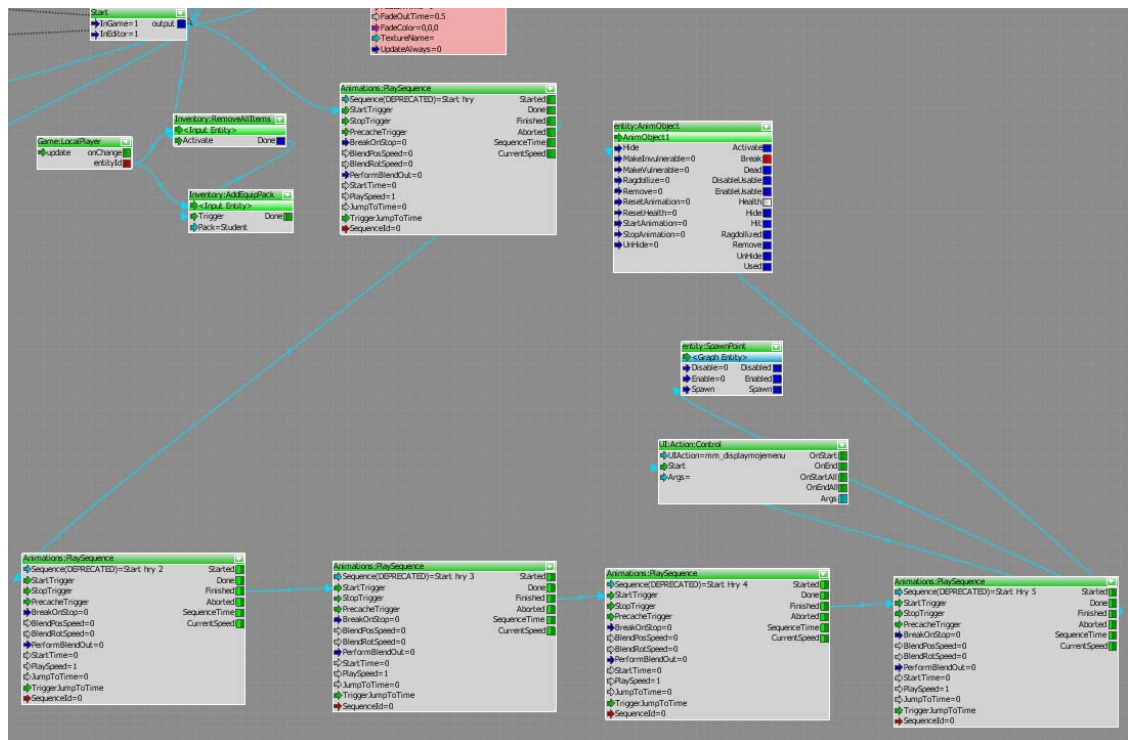


Obr. 107. Celkový skript pre kabínu č.1 hlavného výťahu

11.9.3 Štart hry

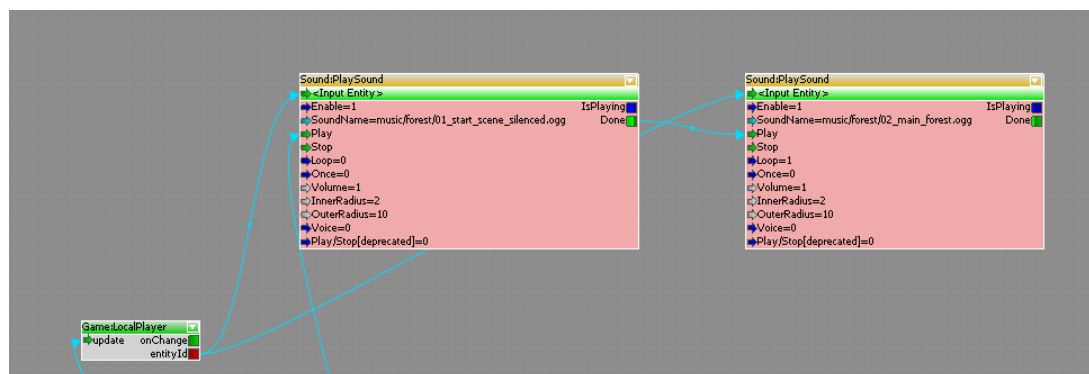
Samotná hra začína spustením úvodných animácií, ktoré sú vytvorené v sekcii 11.8. Po ukončení poslednej animácie sa hráč preniesie na úvodnú pozíciu, ktorá sa označuje ako *Spawn point*. Tento bod sa umiestni na mapu levelu cez menu *Rollup Bar - Entity -*

Multiplayer - Spawn point. Vytvorí sa jednoduchý skript, pomocou ktorého sa po ukončení všetkých animácií preniesie hráč na štartovnú pozíciu.



Obr. 108. Štartovací skript

Skript obsahuje aj spustenie úvodnej hudby a po jej doznení sa spustí hudba, ktorá hrá po celý čas hrania hry. Hudba pochádza z balíka inštalácie engine.



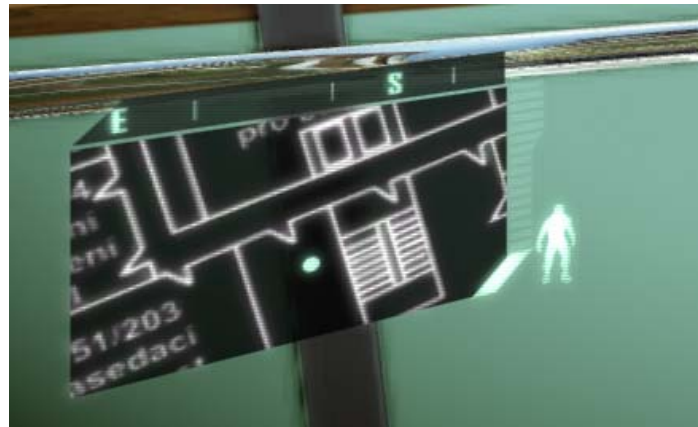
Obr. 109. Prehrávanie hudby počas hry

11.10 Zmena minimapy

Minimapa je zobrazená hráčovi na jeho HUD. Slúži pre lepšie zorientovanie sa na mape.

Minimapa je vo vytvorenej aplikácii zhotovená pre 3 poschodia. Mapy dislokácie sú

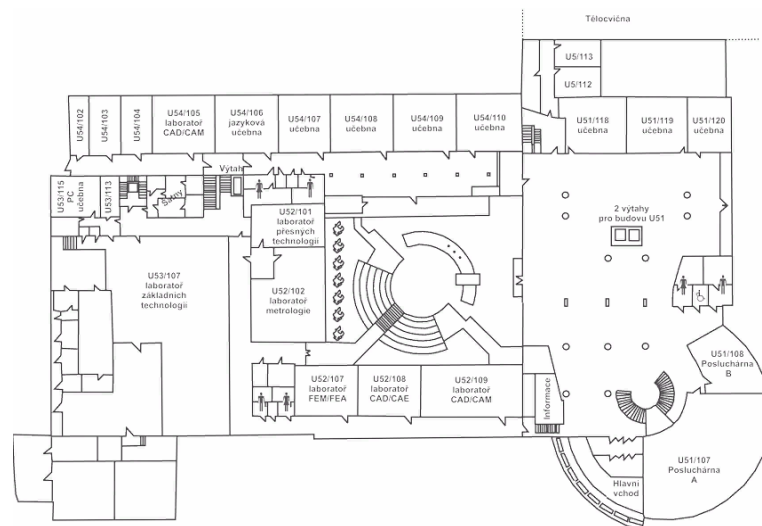
prebraté z webovej stránky školy. Základná minimapa sa vytvára priamo v editore cez RollupBar v záložke *Terrain - Mini map*. Tu je možné nastaviť rozlíšenie a výšku snímania povrchu. Vytvorená minimapa



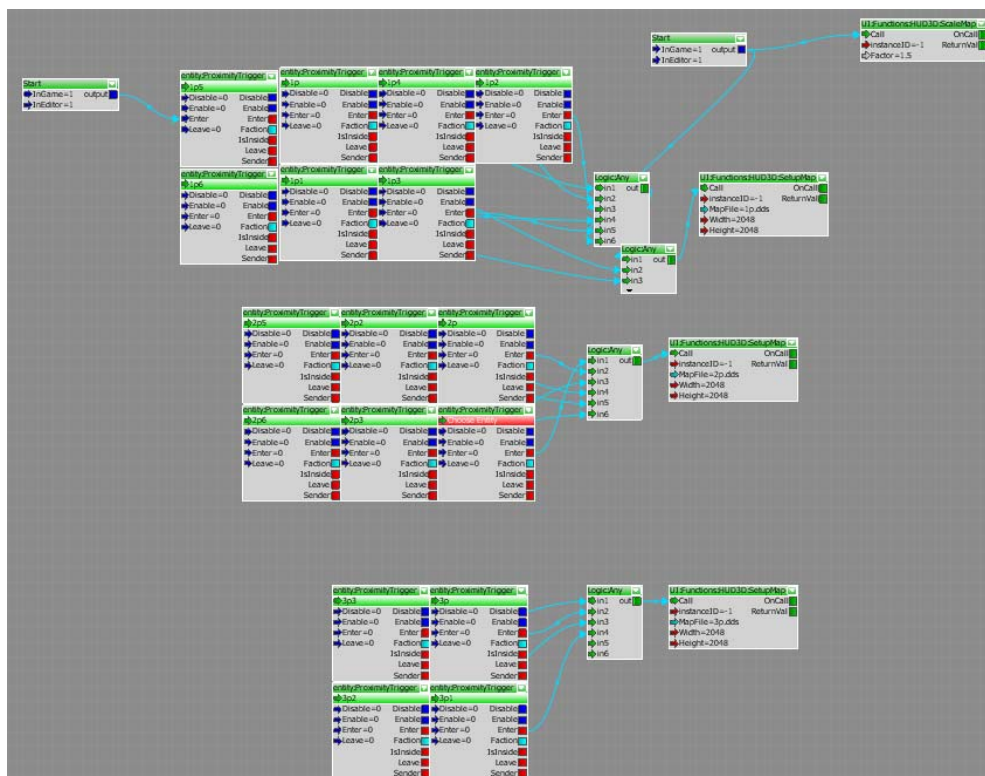
Obr. 110. Zobrazenie minimapy na HUD

je vo formáte *.dds*. Táto minimapa ale nebola vhodná

pre túto aplikáciu, keďže zachytáva povrch a vnútorné priestory budovy tým nie sú vidieť. Preto je táto minimapa importovaná do Photoshopu kde je v ďalšej vrstve importovaná dislokácia zo stránky školského webu. Mapa je presne nastavená na okraje budovy a následne exportovaná do formátu Crytif. Vytvorenú mapu je vidieť na Obr. 111. Takto sa vytvoria mapy aj pre ostatné podlažia. Pre prehadzovanie máp pre ostatné podlažia je vytvorený skript (Obr. 112), ktorý s pomocou *Triggers* zabezpečí, že ak sa užívateľ dostane na iné poschodie, prehodí sa aj mapa. Jednotlivé *Triggers* sú umiestnené na miestach, kadiaľ môže užívateľ prechádzať, alebo by mal možnosť zoskočiť.



Obr. 111. Mapa prvého podlažia



Obr. 112. Skript pre zmenu minimapy na rôznych podlažiach

Skript kontroluje či užívateľ neprechádza cez *Triger*. Pokiaľ áno, výstup z *Triger* sa aktivuje, a tým sa prepne minimapa pre príslušné podlažie. Minimapa je ešte škálovaná na hodnotu 1,5 pôvodnej veľkosti tak, aby bolo vidieť čo najviac z mapy, pričom bude zachovaná čitateľnosť.

11.11 UI User Interface

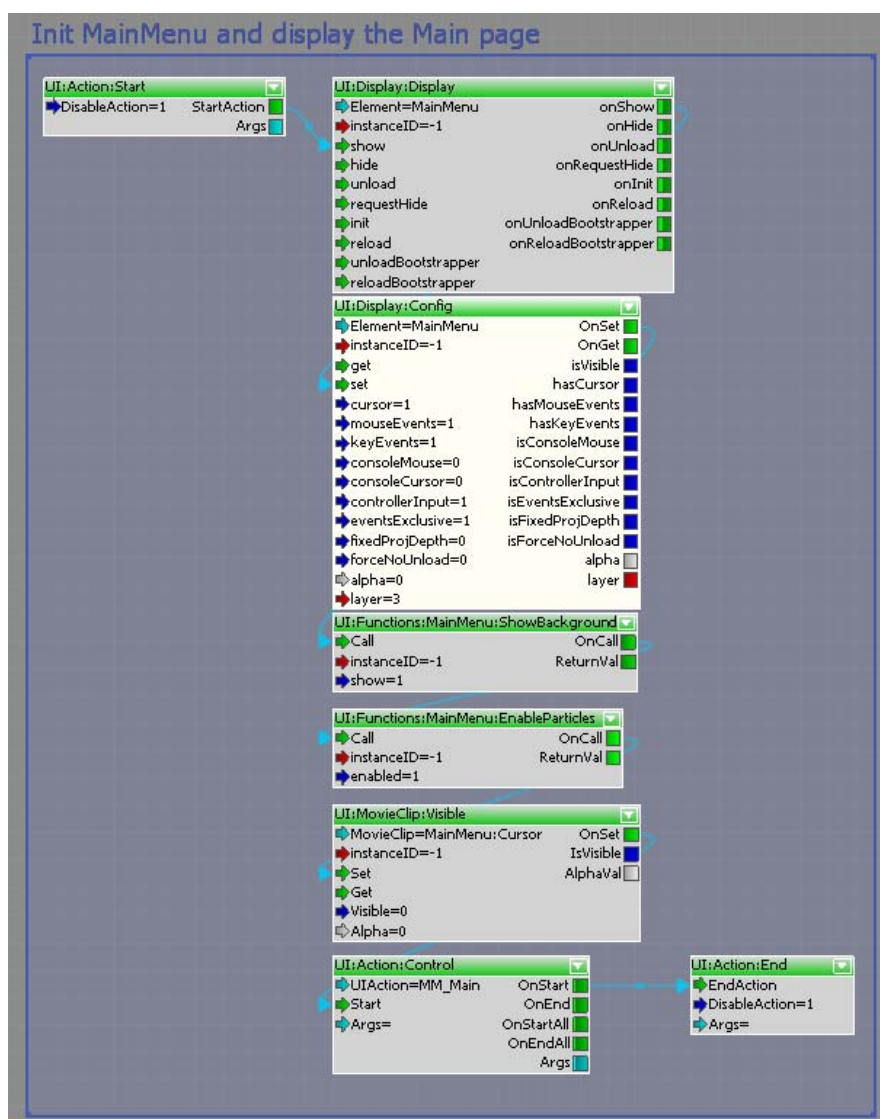
UI alebo užívateľské rozhranie tvorí v počítačových hrách veľmi dôležitú úlohu. Dokáže užívateľovi zobrazit' dôležité informácie na obrazovke ako hodnotu zdravia, nábojov, mapu, alebo zobrazuje rôzne menu hry, bez ktorých by hráč nemohol spustiť hru, level, nastaviť vlastnosti zvuku, obrazovky.

CryEngine 3 má integrované rozhranie na tvorbu užívateľského rozhrania Autoscale od firmy Autodesk. Princíp spočíva v tvorbe *Flash* prvkov s *ActionScript 2.0/3.0*, ktoré následne dokáže engine zobrazit'. Je teda možné vytvoriť úplne vlastné rozhranie alebo menu hry.

Editor engine má v sebe zakomponované rozhranie a menu, ktoré bolo použité aj v hre Crysis 2. Jednotlivé menu je možné upraviť, alebo vytvoriť úplne nové s použitím dostupných prvkov.

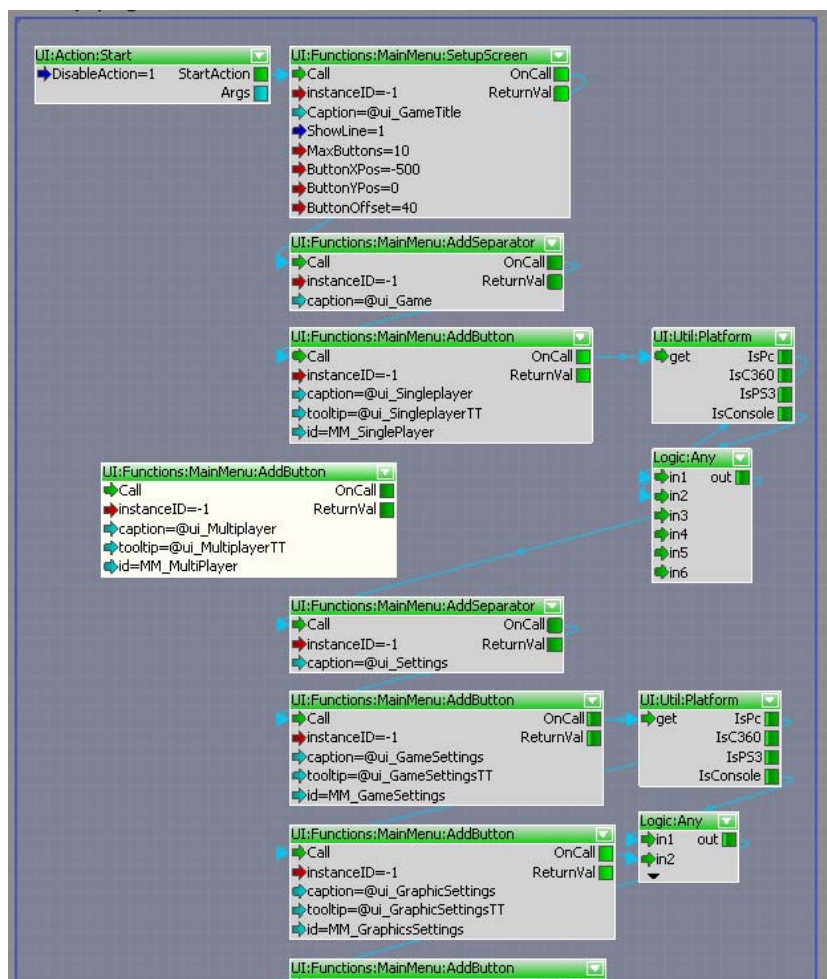
11.11.1 Hlavné menu

Pri spustení hry sa zobrazuje hlavné menu, ktoré je volané nasledujúcou procedúrou, ktorá je na obrázku 113. Nastavujú sa rôzne parametre display, či sa môže používať myš alebo klávesnica, zobrazenie pozadia, alebo zobrazenie časticových efektov v pozadí menu.



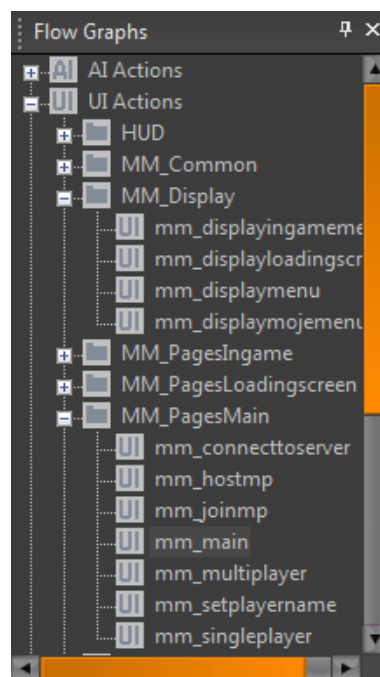
Obr. 113. UI skript pre nastavenie a volanie hlavného menu

Na konci skriptu sa volá pomocou bloku *UI:Action:Control* skript *MM_Main*, ktorý zobrazí jednotlivé prvky menu a ich funkcionality.



Obr. 115. UI skript pre vytvorenie hlavného menu

Vytváranie menu spočíva v pridávaní blokov zo sekcie *UI-Functions-MainMenu*. Je možné pridávať tlačidlá, separátory, oddeľovacie čiary. Jednotlivé tlačidlá majú svoj vlastný id. Tento id znamená, že po aktivácii prvku sa spustí ďalšie menu, ktoré je vytvorené podobným skriptom. Jednotlivé id znamenajú vlastne názov, pod ktorým je skript uložený. Takéto volanie je možné len u skriptov v sekcii *UI Actions*. Do položky caption sa vkladá názov tlačidla a položka tooltip



Obr. 114. Zoznam skriptov

zobrazuje popis funkcie tlačidla. Tento popis je možné vložiť priamo, alebo je možné ho zapísať formou `@ui_GameSettings`, kde tento názov vyhľadá v súbore umiestnenom v `CryEngine3\Game\Localized\English.pak\Languages\text_ui_menus.xml`. Je to súbor `.xml`, no v editore `.xml` je nečitateľný, je skôr vyrobený na editáciu v programe Microsoft Excel.

ui_Fullscreen	Fullscreen
ui_FullscreenTT	Setup fullscreen mode
ui_Game	Fakulta Aplikovane Informatiky FAI U5
ui_GameTitle	Univerzita Tomase Bati
ui_GraphicSettings	Graficke nastaveni
ui_GraphicSettingsTitle	Graficke nastaveni
ui_GraphicSettingsTT	Zmenit graficke nastaveni
ui_HostLan	Host Server
ui_HostLanTT	Host multiplayer server

Obr. 116. Ukážka časti súboru `text_ui_menus.xml`

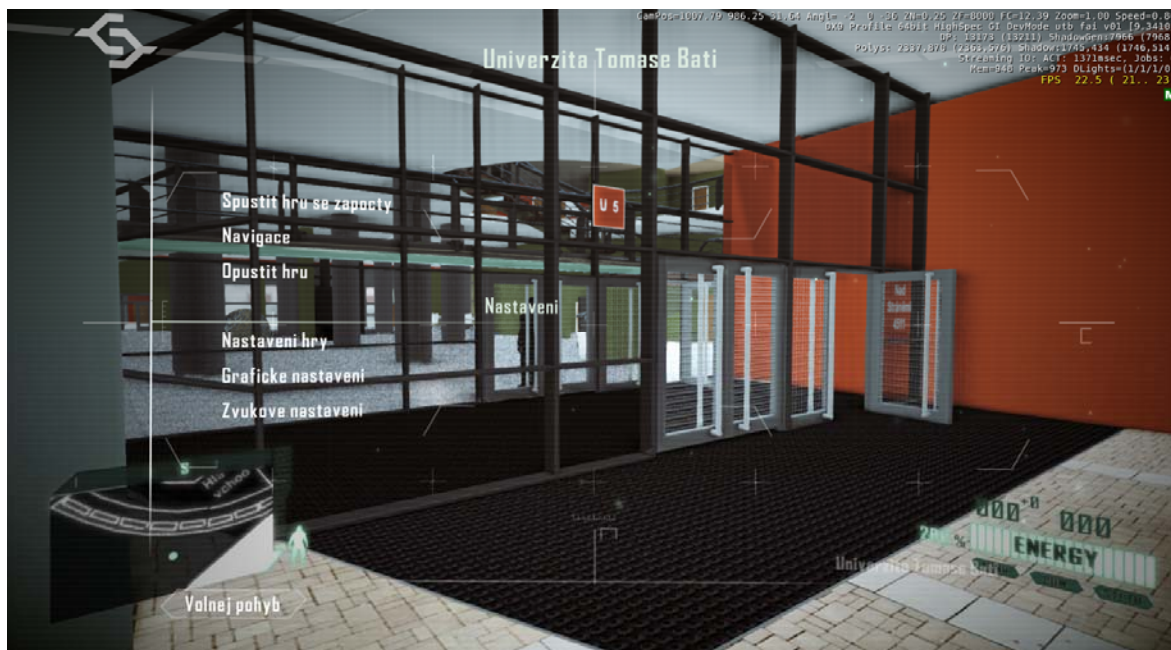
Ak sa zadá do caption tlačidla niektorý z názov v ľavom stĺpci s prefixom `@`, zobrazí sa text v pravom stĺpci. Je možné si vyrobiť aj vlastné názvy, a rôzne mutácie jazykov.

Pokiaľ sa napríklad klikne na tlačidlo s `id=MM_GameSettings`, spustí sa skript s týmto názvom a zobrazí sa vytvorené menu v tomto skripte.

Pozadie, ktoré sa vyskytuje v tomto menu, je umiestnené v adresári `CryEngine3\Game\GameData.pak\Libs\UI\Textures\` a je ho nutné uložiť vo formáte `.dds` pod názvom `Textures\menus_startmenu_background02.dds`. Formát `.dds` je možné vytvoriť nahraním nejakého obrázku Crytif do štruktúry engine a engine sám prevedie kompresiu do `.dds`. V tomto adresári sa nachádzajú aj iné pozadia, no menu je tvorené v priestore a jednotlivé obrázky sú zobrazené do hĺbky a tvoria tým 3D prostredie.



Obr. 117. Hlavné menu



Obr. 119. InGame menu

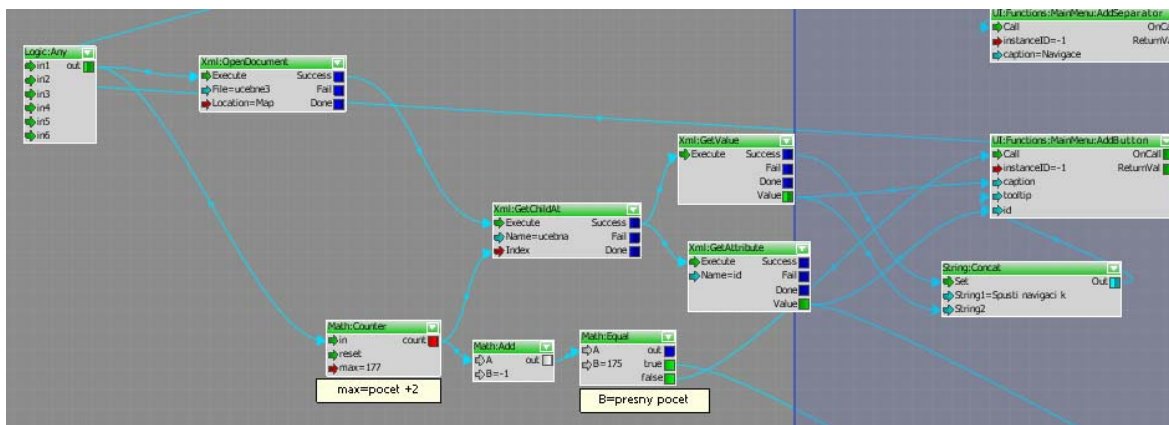
11.12 Navigácia

Navigácia tvorí v tejto diplomovej práci hlavnú časť. Cieľom práce bolo vytvoriť aplikáciu, ktorá bude umožňovať voľný pohyb po budove a spustenie navigácie k ľubovoľnej miestnosti.

Vytvorená navigácia je postavená na umelej inteligencii AI, ktorá po vytvorenej infraštruktúre nájde najkratšiu cestu k vybranej miestnosti. Miestnosti sa vyberajú z menu hry, ktoré vytvorí zoznam miestností s externého *.xml* súboru, ktorý je umiestnený v zložke levelu. Takúto spoluprácu s externým súborom bolo potrebné zaistiť pre vytvorenie zoznamu, ktorý bude kedykoľvek upraviteľný, keďže každým rokom sa vymieňajú kancelárie a aj vyučujúci.

11.12.1 Naplnenie zoznamu

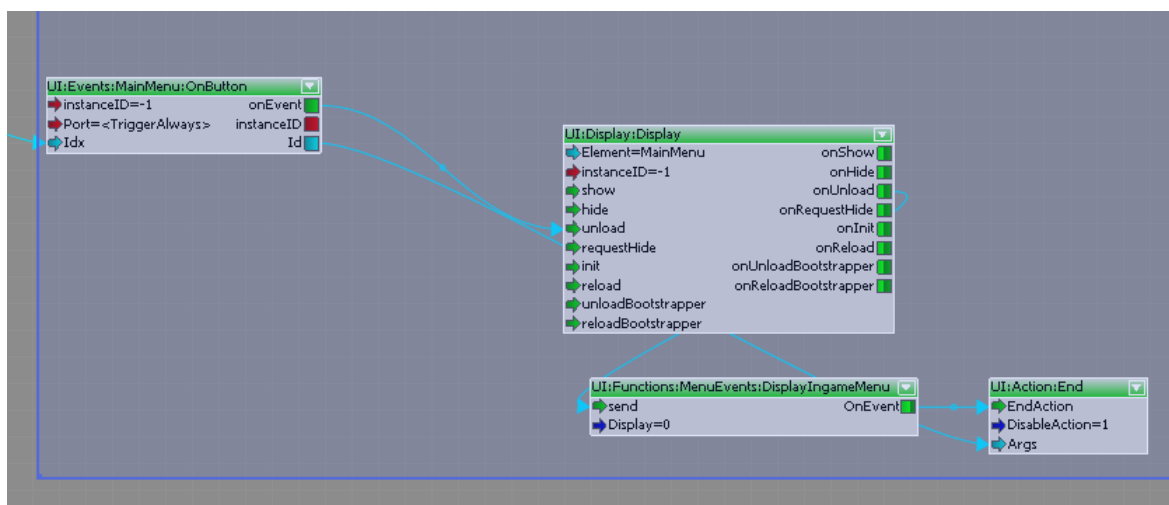
Menu so zoznamom učební je vytvorené klasickým spôsobom. No pre naplnenie zoznamu bolo potrebné vytvoriť skript, ktorý dokáže postupne vyberať z *.xml* súboru názvy miestností a prideliť ich tlačidlám.



Obr. 120. UI skript pre naplnenie zoznamu miestnosťami

Dokument *ucebne3.xml* je vytvorený tak, že každá miestnosť má svoj jednoznačný ID. Pomocou tohto ID budú identifikovateľné tlačidlá v menu.

Pri štarte menu *Navigace* sa otvorí *ucebne3.xml* dokument, ktorý je umiestnený v zložke levelu. Zároveň so štartom menu sa naštartuje počítadlo, ktoré počíta od 0 do 177. Číslo 177 je vytvorené z maximálneho počtu miestností v zozname +2. Blok na zistenie automatického počtu miestností nebol funkčný. Číslo, ktoré má na výstupe čítač, sa vloží ako ID pre získanie položky zo súboru .xml. Následne sa zistí hodnota tejto položky, čo je vlastne názov tlačidla, a táto sa priradí tlačidlu aj s číslom id. Zisťuje sa, či bol dosiahnutý maximálny počet, a ak nebol, tak sa znova volá funkcia na vytvorenie tlačidla. Týmto sa zvyšuje aj počítadlo, ktoré sa vždy zvýši o jeden, čím sa vytvorí nové tlačidlo. Ak sa dosiahol maximálny počet, zruší sa vytváranie zoznamu a pokračuje sa na vytvorenie tlačidla *Resume*.



Obr. 121. Ošetrovanie vytvorených tlačidiel pre miestnosti

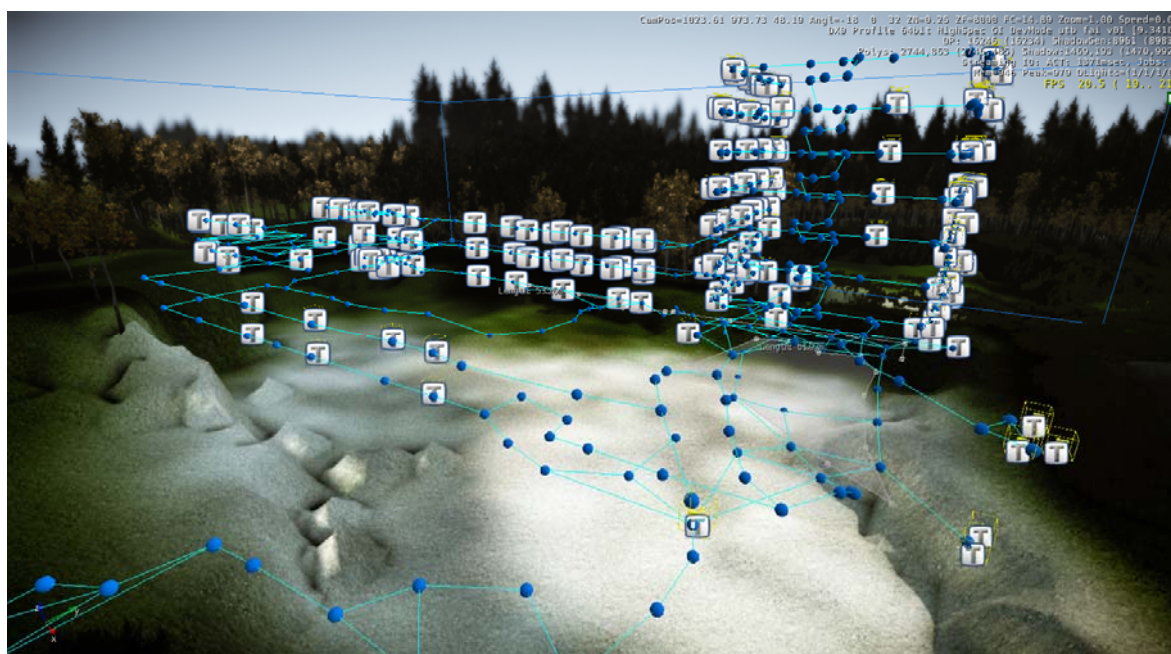
Ďalej je nutné zaobstarať funkčnosť jednotlivých tlačidiel. Je vytvorená funkcia, ktorá má aktivovaný port na zopnutie vždy a *Idx* je pridelená aktuálna hodnota ID zo súboru *.xml*. Nasleduje už iba skrytie menu a koniec akcie.

```
<ucebne>
  <ucebna id="1">menza</ucebna>
  <ucebna id="2">kuchyne</ucebna>
  <ucebna id="3">Telocvicna</ucebna>
  <ucebna id="4">U5/112 - </ucebna>
  <ucebna id="5">U5/113 - </ucebna>
  <ucebna id="6">U51/107 - Poslucharna A</ucebna>
  <ucebna id="7">U51/108 - Poslucharna B</ucebna>
  <ucebna id="8">U51/118 - ucebna</ucebna>
  <ucebna id="9">U51/119 - ucebna</ucebna>
```

Obr. 122. Ukážka XML súboru s miestnosťami

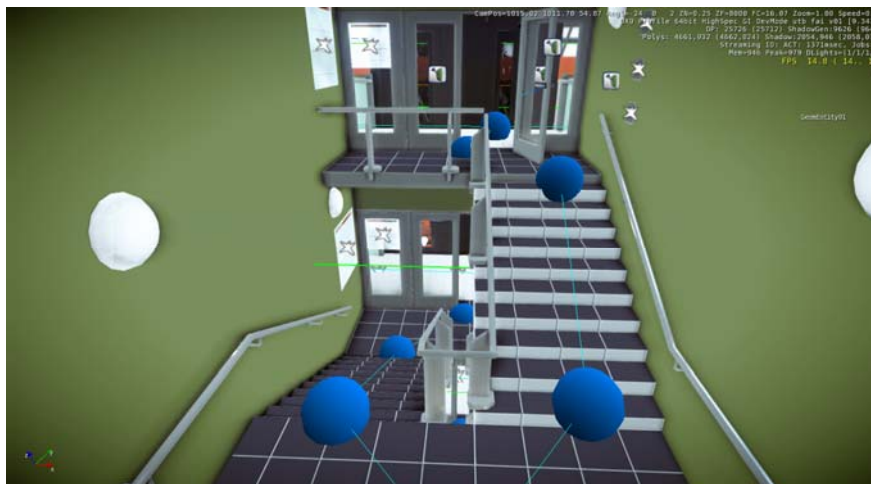
11.12.2 Infraštruktúra AI

Pre správnu funkčnosť umelej inteligencie je nutné vytvorenie infraštruktúry/siete, po ktorej sa môže AI pohybovať. Tvorba sa vykonáva pomocou Rollup Baru a nástroju *AI - AIPoint*. Jednotlivé body sa rozostavia po všetkých dostupných plochách a poprepájajú sa medzi sebou tak, aby vznikla logická sieť bodov, po ktorých sa bude môcť AI pohybovať.



Obr. 123. Vytvorená AI logická infraštruktúra

Po vytvorení siete je potrebné prepočítať umelú inteligenciu pomocou menu *AI - Generate All AI*. Teraz je AI pripravená pre správnu funkčnosť.



Obr. 124. Časť AI infraštruktúry

11.12.3 Navigačné ciele a popisy miestností

Ďalšou časťou navigácie je vytvorenie navigačných cieľov. Teda miest, ktoré chce užívateľ dosiahnuť zvolením určitého tlačidla v menu navigácie. Tieto ciele sú postavené na *Triggers*, teda na entitách, ktoré slúžia na zistenie prítomnosti hráča v okolí *Triggers*.

Navigácia bola navrhnutá tak, aby sa použilo čo najmenej programovania, keďže budova školy obsahuje 175 miestností. Preto bolo potrebné vymyslieť nasledujúci postup.

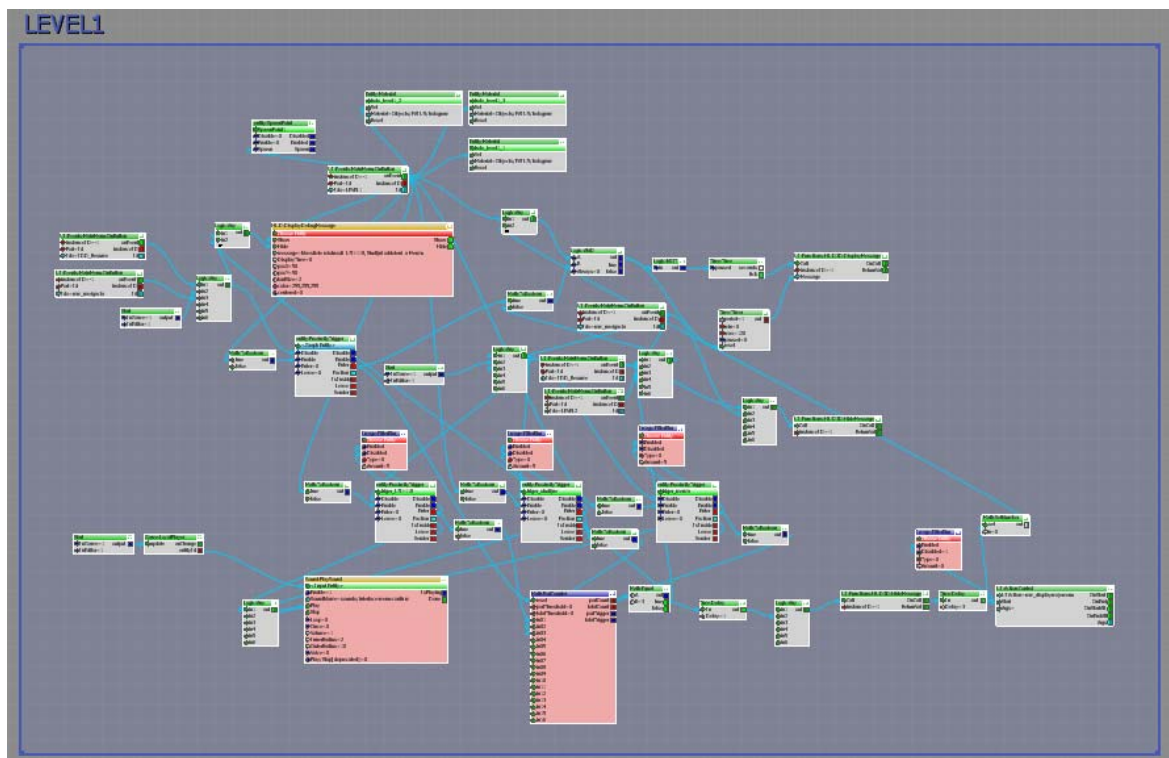
Jednotlivé *Triggers* sú pomenované číslami, ktoré sú zhodné s ID miestností v *.xml* súbore a ID tlačidiel v menu navigácie. *Trigger 1* obsahuje nasledujúci skript.

Každým skopírovaním sa inkrementuje názov *Trigger* a tým aj premenné, ktoré sú v skripte použité. Dôležité v procese kopírovania je zachovať štruktúru, ktorá je vytvorená v *.xml* súbore.

11.13 Hra so zápočtami

V hre so zápočtami hráč behá po určitých vypísaných miestach na čas. Keď prejde cez všetky miesta, hra sa skončila. Hráč si z menu vyberie dva dostupné levely náročnosti. Následne je na začiatku hry premiestnený na *SpawnPoint*. Po prechode cez vchodové dvere sa spúšťa časovač. Hráč prechádza cez vytvorené *Triggers*, na ktorých sú vytvorené svetelné nápovede. Keď hráč prejde cez všetky *Triggers* v hocijakom poradí, časovač sa zastaví a je koniec hry. Zobrazí sa menu a hráč môže pokračovať v ďalšom levely, alebo pokračovať vo voľnom pohybe. V hre sú ošetrené možnosti spustenia navigácie počas hry, ktorá je zakázaná a mnoho ďalších. Týmto ošetreniami sú dosiahnuté zamedzenia podvádžania počas hry.

Druhý level obsahuje rovnaký skript, len sú vytvorené ďalšie *Triggers* na iných miestach. Takýmto spôsobom by bolo možné vytvoriť ďalšie nové levely.



Obr. 127. Skript pre Level 1 hry so zápočtami

12 POPIS APLIKÁCIE

Aplikácia, ktorá vznikla ako praktická časť tejto diplomovej práce je mnohoúčelová. Môže byť využitá ako prezentácia školy, ktorú si môže každý prejsť sám po svojom, alebo môže slúžiť ako navigácia pre hľadanie miestností.

Aplikáciu nie je treba inštalovať. Stiahne sa ako komprimovaný balíček, ktorý sa rozbalí na ľubovoľnom mieste na pevnom disku. Program sa spúšťa v dvoch verziách a to buď 32-bitová, alebo 64-bitová. Pre spustenie 32-bitovej verzie použije užívateľ súbor *Cryengine3/Bin32/Launcher.exe*. Pre spustenie 64-bitovej verzie použije *Cryengine3/Bin64/Launcher.exe*.

Ihneď po spustení sa zobrazí hlavné menu. Menu obsahuje položky:

- *Hra* - ponúkne na výber levely obsiahnuté v balíčku
- *Nastavení hry* - ponúkne možnosti nastavenia hry ako citlivosť myši, či invertovať myš
- *Grafické nastavení* - umožní výber rozlíšenia hry a režim celej obrazovky
- *Zvukové nastavení* - nastavenie sily zvuku a hudby

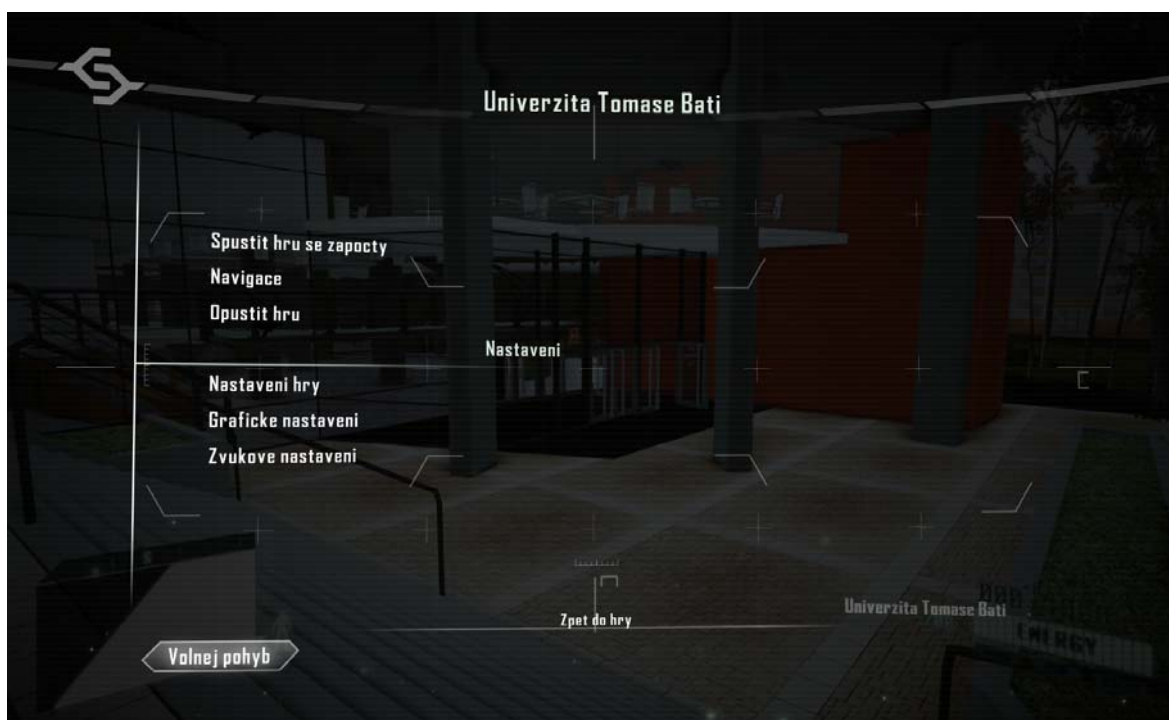


Obr. 128. Hlavné menu

Po kliknutí na Hra ponúkne menu užívateľovi levely, ktoré sú vytvorené v engine hry. Sú to:

- *FAI* - level vypracovaný ako diplomová práca
- *Forest* - prezentačný level Crytek

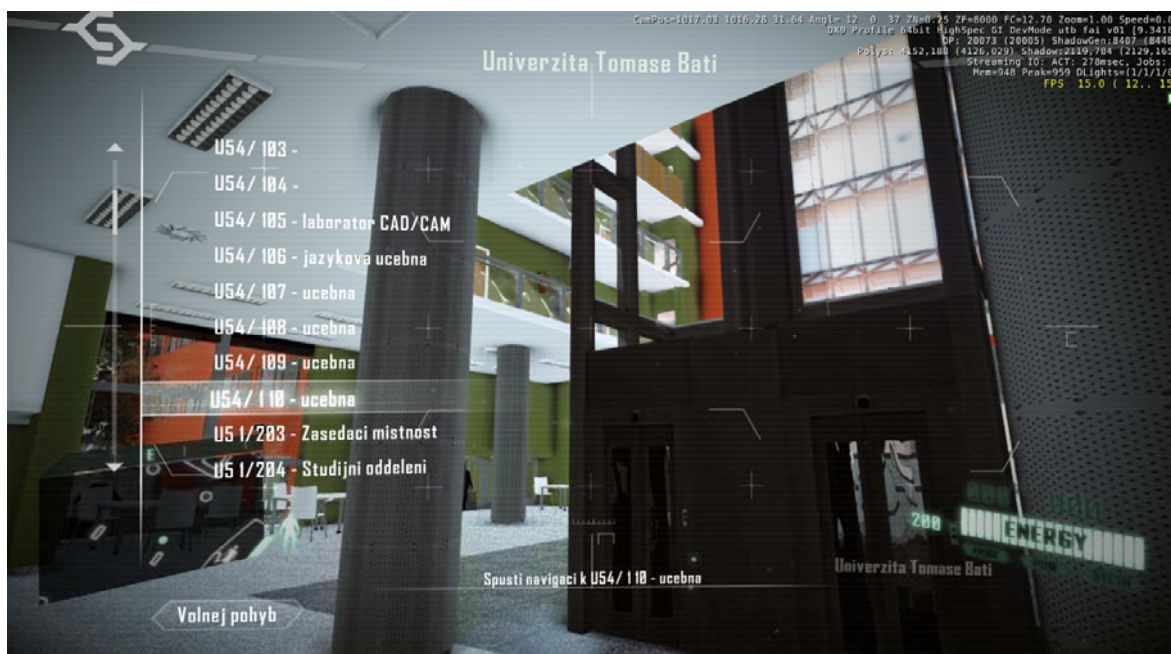
Po výbere levelu FAI sa načíta vytvorený level. Prebehnú úvodné animácie a po skončení animácie sa užívateľovi zobrazí herné menu (*In-game menu*). Menu ponúkne možnosti:



Obr. 129. InGame menu

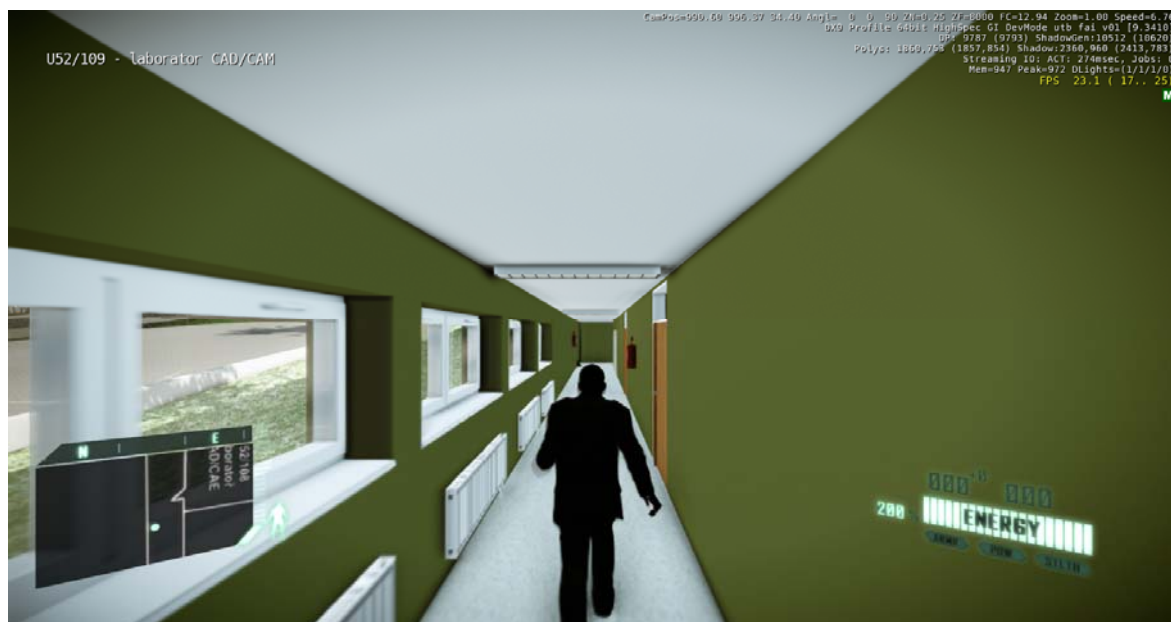
- *Spustiť hru se započty* - Spustí hru so zápočtami. Užívateľ behá cez určené miesta a zbiera zápočty na čas.
- *Navigace* - umožňuje z akéhokoľvek miesta v budove spustiť navigáciu k vybranej miestnosti. Miestnosti sú tvorené pomocou externého .xml súboru, ktorý je možné kedykoľvek upravovať.
- *Opustiť hru* - Vráti sa späť do hlavného menu
- *Volnej pohyb* - Umožní voľne sa pohybovať po budove školy.

Po vybratí možnosti *Navigace* sa zobrazí zoznam miestnosti v škole, ku ktorým je možné z akéhokoľvek miesta v budove spustiť navigáciu.



Obr. 130. Navigačné menu s miestnosťami

Po vybratí miestnosti sa zobrazí postava navigátora. K navigátorovi je prichytená kamera, cez ktorú sa pozerá užívateľ. Po dorazení na miesto sa kamera zruší a užívateľ sa môže znova pohybovať.



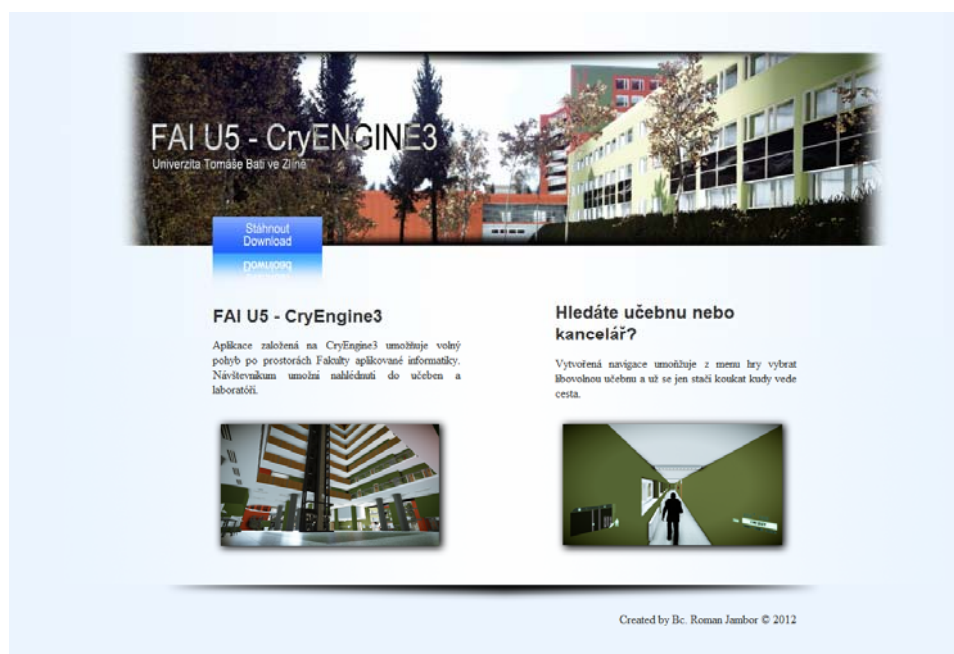
Obr. 131. Navigátor hľadajúci cestu

12.1 Umiestnenie na Internete

Pre voľné stiahnutie výslednej aplikácie mi bolo pridelené miesto na školskom serveri. Výslednú aplikáciu si je možné stiahnuť v aktuálnej verzii so stránky:

www.dislokacefai.utb.cz

Na tejto adrese bola vytvorená jednoduchá stránka, ktorá sa skladá z tabuľky, krátkym textovým popisom, troma obrázkami a pozadím stránky. Po kliknutí na tlačidlo "Stáhnout/Download" sa zobrazí stránka s návodom na inštaláciu, spustenie a minimálne požiadavky pre beh aplikácie. Následne je možné aplikáciu stiahnuť. Uvedené minimálne požiadavky sú prevzaté zo špecifikácie CryEngine 3 na stránke výrobcu [5].



Obr. 132. Stránka pre stiahnutie výslednej aplikácie

Minimálna konfigurácia počítača podľa výrobcu je:

- Windows XP / Vista / 7
- 2 GHz - Intel Core 2 Duo / AMD Athlon 64 X2
- 2 GB RAM
- 512 MB - Nvidia 8800 GT / ATI 3850 HD
- 3,5 GB HDD
- Pripojenie na internet

12.2 V číslech

- Budova je zložená z 857 objektov vrátane dverí a okien (vrstva *Main*)
- Vybavenie obsahuje 1207 objektov (vrstva *Vybavenie*)
- Celkový počet objektov nachádzajúcich sa v levely (bez vegetácie) je rovný číslu 2971
- Počet hodín strávený pri opravách, modelovaní, textúrovaní, programovaní je vyšší než 600 hodín
- Opravy a dorábanie pôvodnej diplomovej práce zabrali 50 % z celkovej práce

ZÁVĚR

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce bolo vytvorenie real-time aplikácie v priestoroch budovy FAI UTB. Aplikácia mala umožňovať voľný pohyb v priestoroch budovy a funkciu navigácie k ľubovoľnej miestnosti.

Základ práce je postavený na modeli diplomovej práce *"Příprava vstupních dat pro 3D aplikaci"*. Za úlohu bolo tento model upraviť pre potreby exportu do ľubovoľného engine. No bohužiaľ táto práca bola spracovaná nahrubo a mnohokrát chýbali hlavné súčasti budovy. Pre funkčnosť a kvalitu výslednej aplikácie bolo nutné tieto časti dorobiť, prípadne opraviť tak, aby zodpovedali skutočnosti. Tieto nedostatky spôsobili obrovskú stratu času, ktorý mohol byť vynaložený na tvorbu vybavenia učební a laboratórií.

Výsledkom práce je nielen real-time aplikácia, ale aj textúrovaný 3D model, z ktorého niektoré výstupy je možné vzhliadnuť v prílohe č. 1, 2 a 3 tejto diplomovej práce.

Po dokončení 3D modelu prebehol export jednotlivých blokov do vybraného engine, a to CryEngine 3, ktorý je uvoľnený pre nekomerčné účely, a svojou funkcionalitou a kvalitou výstupu je považovaný za najmodernejší herný engine.

Vytvorená aplikácia umožňuje voľný pohyb po budove FAI U5, ako aj mierne obmedzený pohyb v jej okolí. Aplikácia obsahuje navigáciu, pomocou ktorej je možné zistiť cestu k ľubovoľnej miestnosti v budove. Navigácia je prepojená pomocou externého súboru .xml, ktorý je možné kedykoľvek upraviť a zmeniť tak názvy jednotlivých učební, laboratórií či kancelárií.

Dôvodom vzniku tejto aplikácie je pre nových návštevníkov/študentov pomerne zložitá štruktúra budovy a mnohokrát vyhľadanie miestnosti môže spôsobiť veľké problémy. Táto skutočnosť ma inšpirovala k vytvoreniu tejto diplomovej práce. To, že práca bude dostupná všetkým študentom či záujemcom o štúdium prostredníctvom školskej internetovej stránky ma nútila k podaniu čo najkvalitnejšieho výkonu.

Vytvorená aplikácia môže byť ďalej upravovaná a môžu byť do nej importované ďalšie modely vybavení, či implementované nové funkcie. CryEngine 3 je svojimi funkciami tak bohatý, že je možné vytvoriť takmer čokoľvek.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The main objective of this thesis was to create a real-time application in areas of building FAI UTB. Application should allow free movement within areas of the building and navigation to any room.

The base work is based on model of thesis "*Input data preparation for 3D application*". The task was to adapt this model for the needing of exporting to any engine. But unfortunately this work has been roughly treated, and often key components has been missed. It was necessary to finished or repaired this parts to obtain needed quality. These deficiencies have caused great loss of time which should be spent on production equipments of classrooms and laboratories

The result of this work is not only real-time application, but textured 3D model from which some of the outputs can be seen in the annex No. 1, 2 and 3 of this thesis.

When the 3D model was finished, exporting of individual blocks to selected engine takes a part. I choose CryEngine 3, which is released for non-commercial purposes and with its functionality and output quality is considered as the most advanced game engine.

The created application allows free movement in the FAI U5 building, and limited movement in its neighborhood. Application includes navigation, which helps to find directions to any room in the building. Navigation is connected to an external file .xml, that can by anytime edited and thus can change the names of individual classrooms, laboratories and offices.

The purpose of this creation is for new visitors/students rather complex structure of the building and many times finding of the right room can cause problems. This fact inspired me to create this thesis. That, the work will be available to all students through the school website has forced me to do the highest quality performance.

Application can be further adjusted and many of the models and new features implemented to it. CryEngine 3 is with its features so rich, that it can be created almost anything.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Autodesk: 3ds Max. AUTODESK, Inc. *Autodesk* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://usa.autodesk.com/3ds-max/>
- [2] Blender3d.cz: Charakteristika programu Blender. Blender3d.cz [online]. 2005 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://www.blender3d.cz/drupal/?q=charakteristika>
- [3] Blender.org: Home. *Blender.org* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://www.blender.org/>
- [4] CGTutorials.com: Autodesk 3ds max tutorials. CGTutorials.com [online]. 2009- [cit. 2012-01-17]. Dostupné z http://www.cgtutorials.com/c1/Autodesk_3ds_max
- [5] Crytek: MyCryENGINE. CRYTEK GMBH. *Crytek* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://mycryengine.com/index.php?conid=1>
- [6] Engines Devmaster. *Engines Devmaster* [online]. 2011 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://devmaster.net/devdb/engines>
- [7] GameCareerGuide.com. *What is a Game Engine?* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: http://www.gamecareerguide.com/features/529/what_is_a_game.php
- [8] Game Engine Technology by Unreal. EPIC GAMES, Inc. *Game Engine Technology by Unreal* [online]. 2008-2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://www.unrealengine.com/>
- [9] GIMP: The GNU Image Manipulation Program. GIMP [online]. © 2001-2012 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.gimp.org/>
- [10] Grafika.cz: vše o počítačové grafice. Grafika.cz [online]. 2010- [cit. 2012-01-17]. Dostupné z :<http://grafika.cz/>
- [11] MakingCG - Grafické štúdio: 3Ds Max 2012 novinky - Iray. MakingCG - Grafické štúdio [online]. 2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://www.makingcg.com/2011/05/3ds-max-2012-novinky-iray.html>
- [12] Maya: 3D Animation Software. AUTODESK, Inc. Maya [online]. © 2012 [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: <http://usa.autodesk.com/maya/>
- [13] Mayang's Free Textures Library. Mayang's Free Textures Library [online]. 2012 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://mayang.com/textures/index.htm>

- [14] MURDOCK, Kelly L. 3ds max 2012 bible. 1st ed. Indianapolis, IN: Wiley Publishing, Inc., 2011. ISBN 11-180-2220-3
- [15] PFEIFFER, Silvia. HTML5 - audio a video: kompletní průvodce. Brno: Zoner Press, 2011. ISBN 978-807-4131-479
- [16] Photoshop: Photoshop.com. ADOBE SYSTEMS INCORPORATED. *Photoshop* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://www.photoshop.com/products/photoshop>
- [17] Tracy, Dan a Sean Tracy. CryENGINE 3 cookbook over 90 recipes written by Crytek developers for creating third-generation real-time games. Birmingham, U.K: Packt Pub, 2011. ISBN 9781849691079
- [18] ŽÁRA, Jiří. Moderní počítačová grafika. Vyd 1. Brno: Computer Press, 2004, 609 s. ISBN 80-251-0454-0

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AI	Artificial Intelligence - Umelá inteligencia
CG	Computer Graphics - Počítačová grafika
DOF	Depth of Field - Hĺbka pola v počítačovej grafike, fotografii, alebo filme
DX11	DirectX 11 - Sada knižníc poskytujúcich aplikačné rozhranie
DX9	DirectX 9 - Sada knižníc poskytujúcich aplikačné rozhranie
FAI	Faculty of Applied Informatics - Fakulta Aplikované Informatiky
GPU	Graphics Processing Unit - Grafický procesor
HDR	High Dynamic Range - Vysoko dynamický rozsah
HUD	Heads-up Display - Náhlavný display v užívateľskom rozhraní
PC	Personal Computer - Osobný počítač
PS3	Play Station 3 - Hracia konzola od firmy SONY
SSAO	Screen Space Ambient Occlusion - Implementácia zatienenia okolia
UTB	Tomas Bata University - Univerzita Tomáše Bati
UVW	Cartesian coordinate system in computer graphics - Kartézsky súradnicový systém v počítačovej grafike
WYSIWYG	What You See Is What You Get - Čo vidíš to dostaneš
X360	Xbox 360 - Hracia konzola od firmy Microsoft
XML	Extensible Markup Language - Značkovací jazyk

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Zväčšenina rastrovej grafiky	12
Obr. 2. Rozhranie programu Autodesk 3ds Max	14
Obr. 3. Vyrenderovaný obrázok pomocou rendereru Mental Ray	15
Obr. 4. Vyrenderovaný obrázok pomocou rendereru iRay.....	16
Obr. 5. Maya použitá vo filme Avatar	17
Obr. 6. Maya Node graph editor	17
Obr. 7. Vyrenderovaný obrázok pomocou programu Blender	18
Obr. 8. Renderovaný obrázok v programe Blender	19
Obr. 9. Rozhranie programu Photoshop CS5	20
Obr. 10. Ukážka z CryEngine 3	21
Obr. 11. Ukážkový Flow Graph z CryEngine 3	22
Obr. 12. Ukážka z Unreal Engine 3	23
Obr. 13. Plane v 3ds Max	24
Obr. 14. Diffuse map	25
Obr. 15. Vzor Specular map	25
Obr. 16. Specular map	26
Obr. 18. Bump map.....	27
Obr. 19. Displacement map	27
Obr. 20. Prehnaná Displacement map	28
Obr. 21. Aplikovaná Opacity map	28
Obr. 22. Nastavenie pluginu CryEngine v 3ds Max	32
Obr. 23. Náhl'ad na pôvodný model z vonku.....	34
Obr. 24. Náhl'ad na pôvodný model bez strechy	34
Obr. 25. Chýbajúca časť U53 v pôvodnom modeli	35
Obr. 26. Nesprávna pozícia časti U54 v pôvodnom modeli	35
Obr. 27. Vchod na strechu časti U54 v pôvodnom modeli.....	36
Obr. 28. Chýbajúce časti stien a schodisko v pôvodnom modeli	37
Obr. 29. Opravené a dorobené časti v oblasti schodov na medziposchodia.....	37
Obr. 30. Porovnanie prerobených častí modelu. Hore pôvodný, dole nový model.....	38
Obr. 31. Porovnanie prerobených častí v aule budovy. Hore pôvodný, dole nový model.....	39

Obr. 32. Porovnanie prerobených častí v aule budovy. Hore pôvodný, dole nový model.....	39
Obr. 33. Chýbajúca časť budovy U53. Hore pôvodný, dole nový model.....	40
Obr. 34. Chýbajúca časť budovy U53. Hore pôvodný, dole nový model.....	40
Obr. 35. Vchod do telocvične, stena U54. Hore pôvodný, dole nový model	41
Obr. 36. Diely modelu stôl.....	42
Obr. 37. Zložený model stola.....	43
Obr. 38. Postup modelovania monitora	44
Obr. 39. Model počítača	44
Obr. 41. Postup textúrovania stola.....	45
Obr. 42. Otextúrovaný model stola.....	46
Obr. 43. Otextúrovaný model monitora.....	46
Obr. 44. Otextúrovaný model počítača.....	47
Obr. 45. Otextúrovaný model klávesnice	47
Obr. 46. Vyrenderovaný set stola, počítača a klávesnice	48
Obr. 47. V ľavo podlaha bez UVW mapping, v pravo s UVW mapping	49
Obr. 48. Model zábradlia s aktivovaným Unwrap UVW	50
Obr. 50. Editor Unwrap UVW	51
Obr. 51. Fotografická textúra.....	52
Obr. 52. Ukážka nevhodnej textúry	53
Obr. 54. Výsledok vytvárania textúry od základu	54
Obr. 55. Postup vytváranie UVW textúry.....	55
Obr. 56. Časť UVW textúry s nápisom.....	55
Obr. 57. UVW editor s aplikovanou textúrou.....	56
Obr. 58. Aplikované unwrap textúry na modely	56
Obr. 59. Okno pre kontrolu škálovania	58
Obr. 60. Nastavenie proxy shadera.....	59
Obr. 61. Materiál vhodný na export.....	59
Obr. 62. Ukladanie Crytif formátu.....	60
Obr. 66. Novo vytvorený level	65
Obr. 67. Tvorba terénu.....	66
Obr. 69. Vrstvy textúr terénu.....	67
Obr. 70. Nanášanie textúr na terén	67

Obr. 71. Začínajúca stavba budovy	68
Obr. 72. Stavba poschodí budovy	69
Obr. 73. Zobrazenie základných objektov budovy	69
Obr. 74. Typy dverí použitých v budove	70
Obr. 75. Stoly, stoličky a lampy v hale.....	70
Obr. 76. Vybavenie chodby	71
Obr. 77. Ukážka použitia niektorých Decals	72
Obr. 78. Vybavená učebňa U51/119.....	72
Obr. 79. Vybavená učebňa U52/203.....	73
Obr. 80. Vybavená areálová študovňa U51/218	73
Obr. 81. Materiálový editor v CryEngine 3	74
Obr. 83. Sklo vytvorené pomocou shaderu Illum. Vľavo plná opacity=100, vpravo =30.....	76
Obr. 84. Sklo vytvorené pomocou shaderu Glass. Vľavo refrakcia=0.322, v pravo 1.586.....	77
Obr. 86. Vegetácia v okolí budovy	78
Obr. 87. Typy stromov v okolí budovy	78
Obr. 88. Lighting tool	79
Obr. 89. Okno Time Of Day	80
Obr. 90. Nočná obloha.....	81
Obr. 92. Oblak nad budovou.....	82
Obr. 94. Tieň oblakov na teréne.....	82
Obr. 95. Track View editor filmových sekvencií	83
Obr. 97. Skript otvárania dverí	84
Obr. 98. Kategórie blokov Flow Graphu	85
Obr. 99. Switch (spínač) dverí.....	86
Obr. 100. Skript pre otvorenie dverí.....	86
Obr. 102. Prilinkované spínače na panely	88
Obr. 103. Časť skriptu pre presun kabíny a zmeny materiálu	89
Obr. 104. Časť skriptu pre privolanie výťahu.....	89
Obr. 105. Časť skriptu pre zabezpečené otváranie a zatváranie dverí.....	90
Obr. 106. Časť skriptu pre prehrávanie zvuku počas pohybu kabíny.....	90
Obr. 107. Celkový skript pre kabínu č.1 hlavného výťahu.....	91

Obr. 108. Štartovací skript.....	92
Obr. 109. Prehrávanie hudby počas hry.....	92
Obr. 111. Mapa prvého podlažia	93
Obr. 112. Skript pre zmenu minimapy na rôznych podlažiach	94
Obr. 113. UI skript pre nastavenie a volanie hlavného menu.....	95
Obr. 115. UI skript pre vytvorenie hlavného menu	96
Obr. 116. Ukážka časti súboru text_ui_menus.xml	97
Obr. 117. Hlavné menu.....	97
Obr. 118. UI skript pre InGame menu	98
Obr. 119. InGame menu	99
Obr. 120. UI skript pre naplnenie zoznamu miestnosťami.....	100
Obr. 121. Ošetrovanie vytvorených tlačidiel pre miestnosti	100
Obr. 122. Ukážka XML súboru s miestnosťami.....	101
Obr. 123. Vytvorená AI logická infraštruktúra	101
Obr. 124. Časť AI infraštruktúry	102
Obr. 125. Skript pre spustenie navigácie a zobrazenie popisu miestností nachádzajúcich sa v každom navigačnom Triggers.....	103
Obr. 126. Časť skriptu pre zobrazenie popisu miestnosti.....	103
Obr. 127. Skript pre Level 1 hry so zápočtami.....	104
Obr. 128. Hlavné menu.....	105
Obr. 129. InGame menu	106
Obr. 130. Navigačné menu s miestnosťami.....	107
Obr. 131. Navigátor hľadajúci cestu.....	107
Obr. 132. Stránka pre stiahnutie výslednej aplikácie	108

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Tabuľka pluginov pre 3ds Max	32
--	----

SEZNAM PŘÍLOH

- PI Výt'ah Render
- PII FAI UTB Render
- PIII FAI U52/203 Render
- PIV FAI UTB CryEngine 3

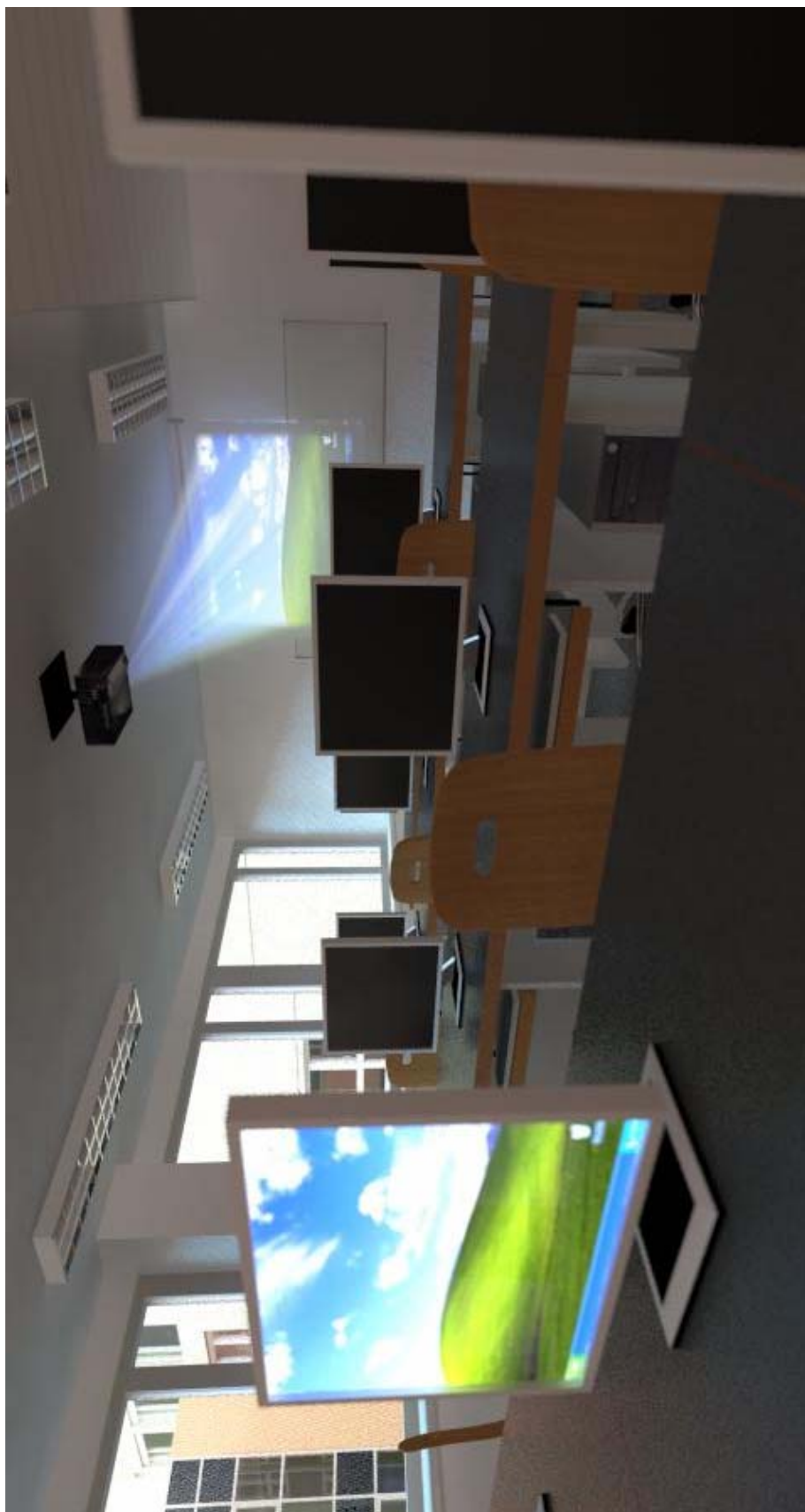
PŘÍLOHA P I: VÝŤAH RENDER



PŘÍLOHA P II: FAI UTB RENDER



PŘÍLOHA P III: FAI UTB U52/203 RENDER



PŘÍLOHA P IV: FAI UTB CRYENGINE 3

