

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní

Modelování vybraných objektů Univerzity Pardubice
pomocí Google SketchUp

Bc. Klára Vyčítalová

Diplomová práce

2009

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Klára VYČÍTALOVÁ**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a Informatika**
Studijní obor: **Informatika ve veřejné správě**

Název tématu: **Modelování vybraných objektů Univerzity Pardubice pomocí Google SketchUp**

Zásady pro vypracování:

1. 3D vizualizace objektů
2. Možnosti nástrojů Google Earth a Google SketchUp
3. Možnosti propojení aplikací Google Earth a ArcGIS
4. Vytvoření 3D modelu budov Univerzity Pardubice

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

Google SketchUp [online]. c2008 [cit. 2008-06-28]. Dostupný z WWW:
<<http://sketchup.google.com/>>.

Google Earth [online]. c2008 [cit. 2008-06-28]. Dostupný z WWW:
<<http://earth.google.com/intl/cs/>>.

TUČEK, Ján. Geografické informační systémy: principy a praxe. Praha :
Computer Press, 1998. 424 s.

MARVAN, Lukáš. 3D START - základy 3D modelování na po-
čítači [online]. c2003-2007 [cit. 2008-06-28]. Dostupný z WWW:
<<http://www.lakave.info/3d-start/>>.

Se-
znamte se s ARCGIS [online]. c2001 [cit. 2008-06-28]. Dostupný z WWW:
<http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2002/char_ArcGIS.pdf>.

Vedoucí diplomové práce:



Mgr. Pavel Sedlák, Ph.D.

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum začátku diplomové práce:

6. října 2008

Termín odevzdání diplomové práce:

1. května 2009



doc. Ing. Růžena Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.



doc. Ing. Jiří Křupa, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 6. října 2008

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 ods. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytována licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 19. 4. 2009

Klára Vyčítalová

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Mgr. Pavlu Sedlákovi, Ph.D. za čas věnovaný při konzultacích, poskytnutí potřebných materiálů, odborné vedení a cenné rady.

ANOTACE

Práce se zabývá teoretickými principy problematiky 3D modelování a vizualizace objektů. Na jejich základě jsou popsány možnosti geografických informačních nástrojů Google Earth a ArcGIS a modelovacího nástroje Google SketchUp. Pomocí těchto nástrojů jsou vytvořeny 3D modely vybraných budov Univerzity Pardubice. Mimo to práce dále rozebírá možnosti propojení těchto nástrojů a vzájemné výměny dat.

KLÍČOVÁ SLOVA

Google Earth, Google SketchUp, ArcGIS, modelování, vizualizace

TITLE

Modeling of selected objects of the University of Pardubice using Google SketchUp

ANNOTATION

The work deals with the theoretical principles of problem modeling and visualization of 3D objects. On this basis, are described the possibilities of geographic information tools, Google Earth and ArcGIS and Google SketchUp modeling tools. Using of these instruments were created 3D models of selected buildings of the University of Pardubice. In addition, the work also discusses the connection of these instruments and exchange data.

KEYWORDS

Google Earth, Google SketchUp, ArcGIS, modeling, visualization

OBSAH

Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	9
Seznam použitých zkratk.....	10
Úvod	11
1. Základní pojmy	12
2. Vizualizace objektů ve 3D.....	14
2.1. Zobrazování prostorových dat	14
2.2. Vizualizace objemových dat	15
2.3. Využití vizualizace.....	15
2.3.1. Vizualizace interiérů a exteriérů	16
2.3.2. Virtuální prohlídka.....	16
2.3.3. 3D modely a situace stavby.....	17
3. Možnosti nástrojů Google Earth a Google SketchUp.....	19
3.1. Google Earth.....	19
3.1.1. Snímky v Google Earth	19
3.1.2. Datový formát KML	20
3.1.3. Dostupné verze Google Earth	22
3.1.4. Uživatelské rozhraní aplikace.....	23
3.2. Google SketchUp.....	25
3.2.1. Dostupné verze Google SketchUp.....	25
3.2.2. Uživatelské rozhraní a základní funkcionality	27
3.2.3. Použití Google SketchUp	29
3.2.4. Další software pro tvorbu modelů	30
4. ArcGIS.....	32
4.1. Charakteristika software ArcGIS	32
4.2. Možnosti exportu a importu	33
4.3. Možnosti rozšiřování funkcionalit v rámci ArcGIS.....	33
5. Propojení Google a ArcGIS	35

5.1.	Propojení mezi Google Earth a ArcGIS	35
5.1.1.	Extenze Arc2Earth	35
5.1.2.	Extenze Typeconvert a KMLer.....	36
5.1.3.	Extenze Export to KML	37
5.1.4.	Extenze ET Geo Wizards	38
5.2.	Propojení mezi Google SketchUp a ArcGIS	38
6.	Modelování vybraných budov univerzitního kampusu.....	40
6.1.	Použitá data	40
6.2.	Sběr dat	41
6.2.1.	Možnosti získání vstupních hodnot.....	41
6.2.2.	Měření vstupních hodnot.....	42
6.2.3.	Výpočet výšky budov.....	43
6.2.4.	Pořízení textur pro modely	44
6.3.	Modelování	45
6.3.1.	Optimalizace postupů a technik modelování.....	45
6.3.2.	Příprava půdorysů objektů.....	45
6.3.3.	Nástroje použité při modelování.....	46
6.3.4.	Tvorba modelů	50
6.3.5.	Aplikace textur	51
6.4.	Vizualizace vzniklých modelů	54
6.5.	Nově vytvořená data	56
7.	Závěr.....	57
8.	Literatura.....	58
	Přílohy	62

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Porovnání 2D (vlevo) a 3D vizualizace, zdroj [3] a [4].....	13
Obr. 2 - Porovnání standardního, megapixelového a "immersive" pohledu, zdroj [12].....	17
Obr. 3 - Zobrazení KML souboru v aplikaci Google Earth, zdroj vlastní	21
Obr. 4 - Zobrazení výskytů zemětřesení, zdroj vlastní	22
Obr. 5 - Hlavní okno aplikace Google Earth s detaily jednotlivých částí, zdroj vlastní.....	24
Obr. 6 - Pracovní plocha aplikace Google SketchUp, zdroj vlastní.....	27
Obr. 7 - Lineární odvozování a odvozování bodů, zdroj vlastní	28
Obr. 8 - GIS Plug-in při exportu budov s informací o výšce, zdroj vlastní	39
Obr. 9 - Porovnání měření délek stěn objektu (v metrech), zdroj vlastní.....	43
Obr. 10 - Měření výšek panelů, zdroj vlastní.....	44
Obr. 11 - Doporučení k získávání fotografických snímků, zdroj [47].....	44
Obr. 12 - Použití nástroje "Push/pull" při vytváření modelů, zdroj vlastní	46
Obr. 13 - Převzetí rozměru dle výšky jiného objektu, zdroj vlastní.....	47
Obr. 14 - Použití nástroje „Move/copy“ při vytváření modelů, zdroj vlastní.....	48
Obr. 15 - Použití nástroje „Follow me“ při vytváření modelů, zdroj vlastní	49
Obr. 16 - Použití nástroje „Offset“ při vytváření modelů, zdroj vlastní	50
Obr. 17 - Upevňování textury, zdroj vlastní	52
Obr. 18 - Upevňování textury menší než je plocha, zdroj vlastní.....	53
Obr. 19 - Problematika texturování oblouku, zdroj vlastní.....	53
Obr. 20 - Umístění budov pro vizualizaci, zdroj [51]	54
Obr. 21 - Import ortofotosnímku (vlevo) a umístění modelu, zdroj vlastní.....	55
Obr. 22 - Vizualizace budovy EA v aplikaci Google Earth, zdroj vlastní.....	56

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Komparace verzí Google Earth a Google Earth Pro, zdroj vlastní	23
Tab. 2 - Komparace produktů SketchUp 7 a SketchUp 7 Pro, zdroj [27]	26
Tab. 3 - Komparace a funkcionality verzí extenze KMLer, zdroj [38].....	37
Tab. 4 - Hardwarové a softwarové požadavky, zdroj vlastní	40
Tab. 5 - Počty jednotlivých prvků modelů, zdroj vlastní	54

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

1D, 2D, 3D, 4D	jedno-, dvoj -, tří-, čtyřrozměrný
BIM	business information modeling
CAD	computer-aided design
DWF	design web format
GIMP	GNU image manipulation program
GIS	geografický informační systém
GPS	global positioning system
HTML	hypertext markup language
KML	keyhole markup language
KN	katastr nemovitostí
MODIS	moderate-resolution imaging spectroradiometer
NASA	national aeronautics and space administration
OGC	open geospatial consortium
XML	extensible markup language

ÚVOD

V současné době dochází k masivnímu využívání informačních technologií ve všech oblastech lidského konání. Velmi důležitou součástí jsou geografické informační systémy, které podporují získávání, ukládání a analýzu prostorových dat. Oblast jejich použití je velmi široká a tato práce se zaměřuje pouze na jednu z částí, kterou je modelování objektů ve 3D a s tím související problematika vizualizace. Vizualizace se stala velmi silným a oblíbeným nástrojem pro počítačové zobrazování a prezentaci objektů, který je v současné době velmi často využíván.

Cílem práce je popsat problematiku 3D vizualizace objektů, možnosti nástrojů Google Earth a Google SketchUp, možnosti propojení aplikací Google Earth a ArcGIS a zejména samotné vytvoření 3D modelů vybraných budov Univerzity Pardubice, které je těžištěm práce.

V první části je práce zaměřena na seznámení obecně s tématem 3D vizualizace objektů s důrazem na vysvětlení základních používaných pojmů. Na tuto část plynule navazuje popis teoretických principů, jež se vztahují k zobrazování prostorových dat a vizualizaci objemových dat. Posledním tématem, na které se tato část zaměřuje, jsou možnosti použití vizualizace.

V rámci druhé části, jež obsahuje tři kapitoly, se práce zaměřuje na představení možností používaných aplikací, tedy jedná se o seznámení s uživatelským rozhraním a základními funkcionalitami Google Earth, Google SketchUp a geografického informačního systému ArcGIS. S tím souvisí i kapitola, jež na tuto tematiku navazuje a zabývá se možnostmi propojení mezi uvedenými aplikacemi. Zmiňuje, jaké jsou zdroje při rozšiřování funkcionality ArcGIS, a detailněji popisuje a uvádí příklady extenzí umožňující propojení Google Earth a ArcGIS a také Google SketchUp a ArcGIS.

V poslední části práce jsou vybrány budovy kampusu Univerzity Pardubice, které byly pomocí popsaných postupů vytvořeny v modelovacím software Google SketchUp a následně vizualizovány pomocí Google Earth.

1. ZÁKLADNÍ POJMY

Pro další práci a snadné pochopení problematiky je nutné vysvětlit základní pojmy této oblasti, a proto je tato kapitola věnována vysvětlení pojmů, jako je jedno-, dvou-, tří- a čtyřrozměrné zobrazení, především vizualizace a další pojmy používané v této práci.

V rámci této práce je pracováno především s prostorem, a proto je nutné definovat možnosti, které jsou k dispozici při práci s prostorem. Prostor může být reprezentován několika dimenzemi neboli rozměry. Běžně se používají označení jako 1D, 2D, 3D a 4D. Člověk v reálném světě uvažuje většinu času v 3D a 4D. [1] Odebrání dimenze je považováno za určitý stupeň abstrakce.

V 1D je používán pouze jeden rozměr. V tomto modelu jsou vzdálenosti určovány pomocí linie, k určení polohy tedy pak stačí pouze jedna souřadnice, která reprezentuje například vzdálenost od počátku linie. [1]

Ve 2D neboli dvourozměrném prostoru jsou pouze dva rozměry. Obraz, který je definován ve 2D, je v jedné rovině. Speciálním případem 2D je prostor označovaný jako 2,5D. Jedná se o pojem používaný pro obrazce zakreslené pomocí dvourozměrné grafiky, které se však jeví jako trojrozměrné. Trojrozměrný prostor (3D) používá tři rozměry. Pro obrazce zakreslené v tomto prostoru je možné vypočítat objem (u 2D je k dispozici pouze výpočet obsahu). Příkladem 3D prostoru je kartézský souřadnicový systém.

Čtvrtý rozměr čtyřrozměrného prostoru je kolmý na zbylé tři prostory, tedy šířku, hloubku a výšku. Ve fyzice je za čtvrtý rozměr často považován čas. [2]

Pokud je na pojem vizualizace nahlíženo z hlediska tématu této práce, pak je možné říci, že vizualizace je obecně grafické vykreslení objektů (tyto objekty mohou být skutečné či mohou být pouze navržené). Podle toho, v jakém prostoru se uživatel pohybuje, je možné dělit vizualizaci objektů na 2D vizualizace a 3D vizualizaci. Praktické využití a také možnost porovnání nabízí Obr. 1. Vlevo je umístěna fotografie, na níž byla zakreslen návrh rekonstrukce objektu. Pro tuto vizualizaci nebyly k dispozici žádné jiné podkladové materiály mimo zmíněné fotografie a uživatel, jež vizualizaci prováděl, zakresloval návrh pomocí grafického software přímo do fotografie. Část vpravo Obr. 1 je vizualizace 3D a byla vytvářena na základě architektonických plánů pro budoucí stavbu. Zdroj [4] poskytuje ještě další pohledy na tuto stavbu jako např. pohled na vchod do domu, letecký pohled a další.



Obr. 1 - Porovnání 2D (vlevo) a 3D vizualizace, zdroj [3] a [4]

Dále je v souvislosti s teoretickými principy zmiňován termín prostorová data. Prostorová data jsou dle [5] data, která obsahují formální referenci na konkrétní místa v prostoru a zároveň musí být pro danou úroveň rozlišení těchto dat uvedené polohy míst v prostoru známé.

2. VIZUALIZACE OBJEKTŮ VE 3D

V dalších částech je pozornost věnována především 3D vizualizaci, a tak je více než žádoucí představit teoretické principy této problematiky. 3D vizualizace objektů je úzce provázána se širokým spektrem oblastí, se kterými souvisí a kterých se dotýká. Tato kapitola si tedy klade za cíl představit teoretické principy, které jsou spjaty se zobrazováním prostorových dat, vizualizací objemových dat a také by měla osvětlit problematiku praktického využití vizualizace.

2.1. Zobrazování prostorových dat

Zobrazování prostorových dat je nedílnou součástí počítačové grafiky, a proto v této kapitole budou představeny základní principy využívané v počítačové grafice a tedy konkrétně v zobrazování prostorových dat. Zobrazování scény (neboli rendering, převod 3D informace do dvourozměrné) je charakterizováno jako postupné řešení těchto dílčích úloh [6]:

- globální osvětlení scény – závisí především na zdrojích světla a na optických vlastnostech těles a prostředí,
- pohled na scénu – ze stanoviska pozorovatele, neboli nastavení kamery a řešení promítací úlohy, společně s částečným nebo úplným řešením viditelnosti,
- vytvoření rastrového obrazu – včetně řešení viditelnosti, lokálních osvětlovacích modelů a textur.

K těmto úlohám se dále připojují různé optimalizační postupy, které redukuje rozsáhlé objemy dat před vlastním zpracováním při tvorbě zobrazení. Řešení dílčích úloh může probíhat v různém pořadí, v závislosti na požadované kvalitě a rychlosti tvorby obrazu.

Jak uvádí [6], vstupní proud dat popisující geometrii objektů (typicky proud trojúhelníků) je podroben pohledové transformaci, poté jsou z dalšího zpracování vyloučeny části, které leží mimo pohledový objem. Následující transformace převede data do souřadnicového systému obrazovky. Lokální osvětlení řeší barevné stínování na jednotlivých ploškách, které jsou následně pasterizovány a po nanesení textur zaznamenány jako pixely s respektováním viditelnosti. Je-li scéna strukturovaná, jsou objekty získávány systematickým procházením stromů či jiných datových struktur popisujících scénu.

Postupné provádění dílčích operací při zobrazování scény se podle [6] nazývá řetězec pohledových transformací, pohledový řetězec nebo také zobrazovací řetězec. Zjednodušeně je možné říci, že pohledový řetězec je podmnožinou pohledového řetězce a zajišťuje zejména promítání. Představuje transformace nutné k umístění objektu do takové polohy, ve které je možno efektivně provést určení viditelnosti a rasterizaci.

2.2. Vizualizace objemových dat

Vizualizace, dělení vizualizovaných dat a algoritmy používané při vizualizaci jsou definovány dle [6] následovně (není-li uvedeno jinak):

Pojmem vizualizace je označován jakýkoliv postup, při němž jsou vyjadřovány nějaké hodnoty nebo vztahy pomocí obrázků. V užším slova smyslu je vizualizace chápána jako sada nástrojů a postupů, sloužících k vizuální analýze dat. Jedná se tedy o celý proces zkoumání dat a informací po jejich převedení do grafické podoby. Cílem vizualizace je pochopení zkoumaných jevů a jejich vnitřních vztahů. Prostředkem však nejsou tabulky čísel jako u numerické analýzy, ale zobrazení v maximální míře interaktivní.

Úloha vizualizace by neměla být podceňena. Díky nekvalitní vizualizaci či nevhodně použitým metodám může dojít až k negativnímu hodnocení prezentovaných (vizualizovaných) objektů, jevů či procesů. Nekvalitní prezentace výsledků by neměla významně ovlivnit závěr odborníků, avšak u laické veřejnosti hraje vizualizace zásadní roli při vytváření si vlastních názorů na danou situaci /např. při schvalování stavby veřejně prospěšných staveb, apod.). [7]

O vznik vizualizace jako samostatné disciplíny se zasloužil hlavně rozvoj algoritmů umožňujících prostorové zobrazení velkých souborů skalárních prostorových dat. Pro vizualizaci je typické zejména velké množství často vícerozměrných dat. Z toho vyplývají vysoké nároky na výkon algoritmů i výpočetního systému.

Vizualizace kromě vytváření vlastních postupů a metod přebírá metody a postupy z jiných oborů. Kromě počítačové grafiky jsou jimi například zpracování obrazu, počítačové vidění a umělá inteligence.

Vizualizační techniky lze mimo jiné klasifikovat podle prostorového uspořádání vzorků. To je obvykle silně svázáno s aplikační oblastí a postupem, jakým jsou data získávána. Základními případy uspořádání vzorků jsou pravidelné a nepravidelné mřížky, rozptýlená data v 2D, 3D a vícerozměrném prostoru. Hodnotami vzorků bývají nejčastěji skaláry a vektory skalárních hodnot.

2.3. Využití vizualizace

Obecně vizualizace, ať už je 2D či 3D, se dá využít hned v několika oblastech působení. Téměř všechna odvětví mohou pro svou práci či propagaci využít vizualizaci. Nejčastější použití však ve většině případů spadá do oblasti architektury a stavebnictví, kde se jedná např. o vizualizaci interiérů a exteriérů, virtuální prohlídky, animace exteriérů a interiérů, technické pohledy, barevné ilustrace, 3D modely nebo 3D situaci stavby.

Kapitola Využití vizualizace tedy je zaměřena na objasnění některých, výše zmíněných, pojmů, tak aby bylo možné vytvořit si představu o možnostech aplikačního využití vizualizace.

2.3.1. Vizualizace interiérů a exteriérů

Prvním krokem vizualizace interiérů je vytvoření modelu stavební konstrukce interiéru. Toto spočívá ve vytvoření 3D modelu stěn, oken a dveří. K vytvoření takového modelu je potřeba dokumentace objektu, ze které je patrna podoba řešeného interiéru. Takto připravený model je možné zařídit pomocí prvků nábytku a doplňků, jež budou čerpány z knihoven již vytvořených prvků, nebo je možné ve spolupráci s architekty nebo designéry vytvořit vybavení nové. [8] V hotovém modelu je dle možností používané aplikace také většinou nasvítit scénu světlem pronikajícím okny nebo více osvětlit místnosti i umělými zdroji světla.

Vizualizace exteriérů má velmi široké možnosti a pomocí této vizualizace je možné připravit podklady pro velké stavební projekty, ať už se jedná o rodinné domy, průmyslová centra či komerční objekty. V dnešní době musí objekty splňovat předepsané normy, jak technické, tak i vizuální. Vizualizace exteriérů také bývá požadována stavebními a památkovými úřady. Tyto úřady pak mají možnost zjistit ještě před samostatným započítáním stavebních prací, zda je budova vhodná do zástavby a zda nebude stínit či narušovat okolní zástavbu (3D staveb). Možnosti vizualizace je také možné využít při částečných i celkových rekonstrukcích, lze provést např. pouze přebarvení venkovní fasády nebo znázornit rozsáhlé konstrukční změny. Do celkového obrazu mohou být zapracovány i změny zeleně v okolí (zahrad, parků, popř. zeleň podél komunikací). [9]

Animace, resp. 3D animace je nejtatraktivnějším produktem při vizualizaci, ať už se jedná o animaci interiérů nebo exteriérů. Díky animaci je možné získat lepší, kvalitnější a názornější představu o vizualizovaném objektu.

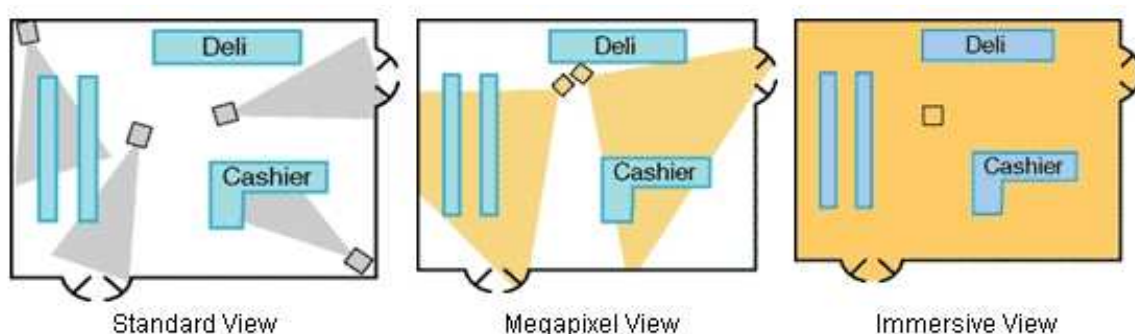
Avšak animace má i své stinné stránky a to především ve své náročnosti, jak z hlediska času, tak i z hlediska náročnosti na hardwarové vybavení. Tato vizualizace je složená z množství statických pohledů, které se spojují pomocí speciální aplikace do závěrečného videa. Při tvorbě animací exteriérů je také často nutné domodelovat ještě další místa, která budou zachycena při průletu kamery (mohou to být auta, lidé, sousední objekt a další). [10] Tento problém není nutné řešit v případě, že se jedná o vizualizace interiérů, kde jsou hranice vizualizace jasně dány.

2.3.2. Virtuální prohlídka

Virtuální prohlídky, z anglického originálu „virtual tours“, jsou digitální zobrazení skutečného prostoru, tedy interiéru, exteriérů či jiných míst (na specializovaných webových prezentacích je

možné navštívit virtuálně památky jak ze zahraničí, tak i v České republice). Obvykle se vizualizace vytváří z dvourozměrných fotografií, které jsou následně upravovány do 3D podoby pomocí technologie „immersive imaging“ (bude vysvětleno dále). Další možností jak vytvořit virtuální prohlídku je pomocí 3D modelu, kde se použijí vyrenderované snímky namísto fotek. Pro zachycení vhodných fotografií je potřeba relativně málo času a o to větší množství denního světla. Tento materiál se následně využije pro vytvoření interaktivní vizualizace. [11]

Podle [12] je technologie „immersive imaging“ systém, který umožňuje vytvářet obrazce, jež mají viditelnost 360° kolem sebe. Tato technologie byla původně financovaná Ministerstvem energetiky Spojených států amerických a podílela se na ní také NASA. Pro snadnější představu a porovnání následuje Obr. 2.



Obr. 2 - Porovnání standardního, megapixelového a "immersive" pohledu, zdroj [12]

2.3.3. 3D modely a situace stavby

Model ve 3D je možné vytvořit na základě návrhů či skic. Většinou se jedná o modely z oblastí architektury, designu a stavebnictví, avšak i ostatní oblasti lidské práce mohou používat 3D modely.

Při vytváření modelu je dle [13] možné použít dvě metody a to buď manuální vytvoření modelu, nebo použití speciálního přístroje tzv. „studio renderu“, kdy je objekt skenován ve vhodných podmínkách přímo uvnitř studia.

Speciálním případem 3D modelu, jak uvádí [14], je interaktivní 3D model, který umožňuje volný pohyb nad povrchem modelu. Příkladem může být interaktivní model České republiky, který je tvořen výškovými daty a jeho povrch je texturován barevnými leteckými snímky převzorkovanými do nižšího prostorového rozlišení. Tento model obsahuje popis vybraných objektů, jako jsou větší města, vodní nádrže, pohoří, významné vrcholy, národní parky a chráněné krajinné oblasti.

I při vytváření situace staveb se používá 3D modelu. Jedná se o zasazení např. plánované zástavby či rodinného domu do jeho okolí, ve většině případů do leteckého snímku daného okolí, tak aby začlenění do stávající zástavby bylo co nejvíce názorné a patrné.

3. MOŽNOSTI NÁSTROJŮ GOOGLE EARTH A GOOGLE SKETCHUP

Google Earth a Google SketchUp jsou nejčastěji zmiňované pojmy v následujících kapitolách této práce, a proto je více než žádoucí, představit tyto softwarové nástroje detailněji. Tato kapitola si klade za cíl představit oba nástroje, popsat možnosti jejich použití a charakterizovat jejich základní funkcionality.

3.1. Google Earth

Google Earth je virtuální globus, mapový a geografický informační program, jež byl původně vyvinut společností Keyhole a byl známý k dispozici pod označením Earth Viewer. V roce 2004 odkoupila tento nástroj společnost Google. Podle [15] v roce 2005 byl produkt uvolněn pod novým názvem Google Earth a v současné době je k dispozici pro použití na osobních počítačích s platformami Microsoft Windows 2000, XP, Vista, Mac OS X 10.3.9. a vyšší, Linux a FreeBSD. Google Earth je k dispozici také jako plugin prohlížeče.

Aplikace Google Earth umožňuje vyhledání a zobrazení jakéhokoli místa planety. Krom zobrazení satelitních snímků je využíváno množství vrstev, které vytváří zobrazená území přehlednější a zajímavější, např. zobrazení ulic, hranic a názvů států, 3D modely budov či 3D zobrazení terénu. Google Earth také poskytuje nástroje pro zakreslení vlastních značek, linií či polygonů s následným exportem a sdílením.

3.1.1. Snímky v Google Earth

Google Earth používá snímky, jejichž stáří je od šesti měsíců do pěti let. [16] Tento relativně dlouhý čas je však potřebný k tomu, aby snímky prošly celým procesem, jenž předchází zahrnutí do databáze snímků.

Snímky jsou získávané z družic, jejichž provozovatelem je společnost DigitalGlobe. Družice mají vysoké rozlišení a pohybují se pouze několik stovek kilometrů nad povrchem Země. To znamená, že družice snímají kamerou pouze malou část území, a proto je velmi náročné pořídit snímky celé zeměkoule. [16] To, zda budou snímky použitelné, ovlivňují také další faktory, např. kde se nachází Slunce, zda je či není oblačnost nebo také jestli se nad územím nevznášá opar či oblak znečištění.

Proces dalšího zpracování má dle [16] ještě další kroky. Jakmile jsou snímky pořízeny, trvá samozřejmě nějakou dobu, než jsou snímky poskytnuté zákazníkovi (Google je zákazníkem společnosti DigitalGlobe). Google musí následně nové snímky ohodnotit a rozhodnout, zda je nový snímek lepší než stávající. Ve chvíli, kdy je obrázek již vybrán, musí dojít ke zpracování do formátu, jež je kompatibilní s Google Earth, a následně je provedena koordinace s databází.

Dále je realizována kontrola kvality, jež je podmínkou zahrnutí nových snímků do skutečných databází Google Earth.

Ne všechny používané snímky jsou dle [16] snímky z družic. Mnoho snímků pochází z leteckého snímkování pomocí speciálních kamer s vysokým rozlišením. Některé snímky dokonce pochází z létacích draků a horkovzdušných balónů.

Co se týká stáří snímků, Google Earth také obsahuje mnohem aktuálnější data. Těmi jsou podle [16] např. data, jež poskytuje NASA ze svého zařízení MODIS (spektrálního radiometru, jenž je umístěn na družici TERRA). Tyto data mají rozlišení 250m/pixel a snímky, jež zobrazují celou Zemi, jsou staré 6 až 12 hodin. Dalším příkladem jsou snímky vrstvy Počasí, jež jsou čerpány z meteorologické družice a jsou přibližně tři hodiny staré.

Aplikace Google Earth používá jako základ snímků jednoduchou válcovou projekci s referenčním systémem WGS84. Jde o projekci mapy, kde jsou poledníky a rovnoběžky zobrazeny jako stejně vzdálené rovné čáry, které se protínají pod pravými úhly. [17]

3.1.2. Datový formát KML

Datový formát Keyhole Markup Language(dále jen KML) je, jak uvádí literatura [18], formát souborů používaný k zobrazení zeměpisných prostorových dat v prohlížečích zeměkoule, jako jsou aplikace Google Earth, Mapy Google a Mapy Google pro mobilní zařízení. Formát KML používá strukturu založenou na značkách s vnořenými prvky a atributy a je založen na standardu XML. Soubory KML je možné vytvořit pomocí uživatelského rozhraní aplikace Google Earth nebo je možné kód KML zapsat celý v editoru jazyka XML popř. v textovém editoru. Soubory KML a případné obrázky je možné zkomprimovat pomocí formátu ZIP do archivu KMZ.

Pomocí jazyka KML je podle [18] možné:

- zadat ikony a štítky, pomocí kterých jsou identifikována místa na povrchu planety Země,
- vytvořit různé polohy kamery a definovat tak pro každý z prvků jedinečné zobrazení,
- použít překryvné obrázky připevněné k zemi nebo k obrazovce,
- definovat styly a určit pomocí nich vzhled součástí,
- psát popisy součástí ve formátu HTML, včetně hypertextových odkazů a vložených obrázků,
- hierarchicky uspořádat součásti pomocí složek,
- dynamicky načítat a aktualizovat soubory KML ze vzdálených nebo místních síťových umístění,
- načítat data KML na základě změn v prohlížeči 3D.

Pro demonstraci použití formátu KML byl vytvořen jednoduchý příklad pro vyhledání polohy Univerzity Pardubice:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
<Placemark>
  <name>Univerzita Pardubice, Ceska Republika</name>
  <description>Ma 7 fakult a 1 vysokoskolský ustav -
    Centrum materialoveho vyzkumu. Na univerzite studuje 9 500
    studentu v 60 studijních programech s vice nez 130 obory.
  </description>
  <Point>
    <coordinates>15.7691592,50.047585,0 </coordinates>
  </Point>
</Placemark>
</kml>
```

Zobrazení tohoto kódu pomocí aplikace Google Earth znázorňuje Obr. 3.

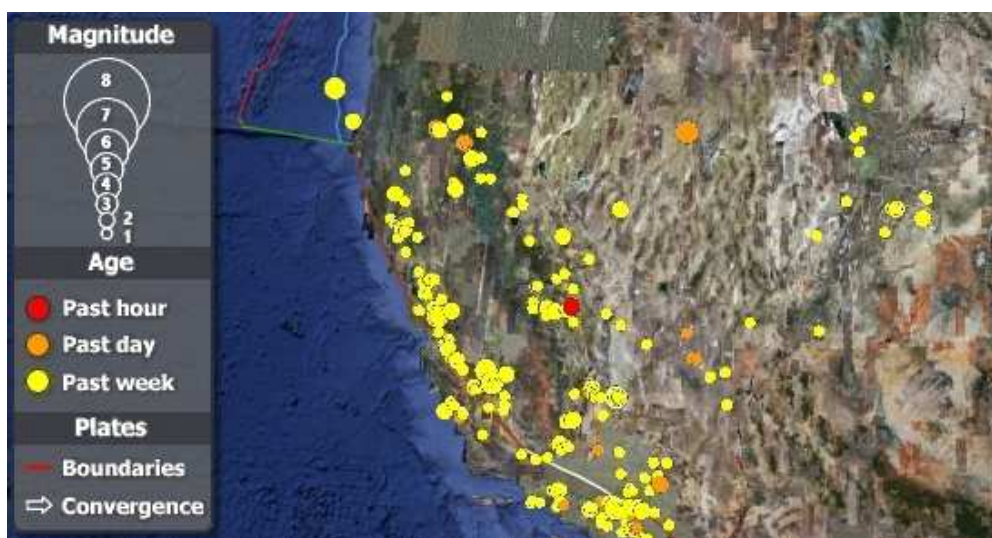


Obr. 3 - Zobrazení KML souboru v aplikaci Google Earth, zdroj vlastní

Pomocí formátu KML je tedy možné definovat geografická data. Původně byl KML používán pouze aplikací Google Earth, ale od dubna 2008, kdy se verze KML 2.2 stala oficiálně uznávaným standardem (přijala jej organizace OGC¹), získává KML popularitu. [20]

¹ OGC neboli Open Geospatial Consortium je mezinárodní standardizační organizace, jež sdružuje organizace za účelem spolupráce na procesu otevřené shody podporující vývoj a implementaci standardů pro GIS, geoprostorová data a služby, zpracování dat a jejich výměnu.[19]

Na internetu jsou také např. k dispozici soubory v KML formátu, které zobrazují zemětřesení téměř v reálném čase. [21] Příkladem může být Obr. 4, který zobrazuje zemětřesení a barevně je odlišuje podle stáří a velikostně podle intenzity.



Obr. 4 - Zobrazení výskytů zemětřesení, zdroj vlastní

Jazyk KML je samozřejmě podporován i základní verzí aplikace Google Earth, a proto jsou soubory psané v jazyku KML dostupné pro všechny uživatele.

3.1.3. Dostupné verze Google Earth

V současné době jsou k dispozici dvě verze aplikace Google Earth a to bezplatná verze Google Earth a placená verze Google Earth Pro. Starší verze aplikace nejsou již k dispozici.

Verze Google Earth je k dispozici zdarma ke stažení a je určena pro osobní a nekomerční účely. Jak popisuje [22], má omezené funkce a možnosti, avšak použité podkladové snímky jsou stejné jako v další verzi. Umožňuje zobrazovat satelitní snímky, mapy, terén, prostorové budovy, galaxie ve vnějším vesmíru, oceánské příkopy na mořském dně i historické snímky z různých částí světa. Nově také nabízí možnost zobrazení celé planety Mars (ve verzi Google Earth 5.0, která je v současné době dostupná pouze v beta verzi).

Placená verze Google Earth Pro slouží pro profesionální a komerční využití a její pořizovací cena je 400 USD. Mimo funkcionality, jež nabízí verze pro nekomerční využití, obsahuje tato varianta produktu sadu nástrojů pro kreslení a umožňuje import až 2500 lokalit zadaných adresou nebo zeměpisnými souřadnicemi z tabulkového procesoru. Modul pro import dat z geografických informačních systémů (GIS) umožňuje integrovat data ze systémů GIS ve formátech souborů, jako jsou SHP a TAB. Zobrazení a prezentace dat v aplikaci Google Earth je možné sdílet s klienty či zákazníky prostřednictvím souborů KML. S rozšířeným předplatným verze Google Earth Pro je možné získat další nástroje pro měření (např. plochy, vzdálenosti, poloměru atd.).

Dále je možné provádět exporty obrázků s vysokým rozlišením a velikostí až 28 x 43 cm, což je 4800 pixelů, a provádět exporty přiblížení a cest pomocí aplikace Movie maker. [23]

Shrnutí a porovnání obou verzí znázorňuje Tab. 1. (doplňující informace byly převzaty z [17])

Tab. 1 - Komparace verzí Google Earth a Google Earth Pro, zdroj vlastní

	Google Earth	Google Earth Pro
Cena (roční předplatné)	zdarma	400 USD
Využití	osobní, nekomerční	profesionální, komerční
Nástroje pro měření	měření pomocí čáry nebo cesty	měření pomocí čáry, cesty, poloměru, kruhu nebo mnohoúhelníku
Rozlišení při tisku	1000 px	1400 px, 2400 px, 4800 px
Aplikace Movie maker	ne	ano
Import dat z GPS	ne	ano
Import geografických dat (SHP, TAB, CSV, TXT)	ne	ano

Donedávna bylo možné ještě zakoupit verzi Google Earth Plus, jejíž roční licence stála 20 USD. Tato verze poskytovala kreslicí nástroje, import dat ze zařízení GPS a vyšší kvalitu tisku. V současné době však již není tato verze k zakoupení.

3.1.4. Uživatelské rozhraní aplikace

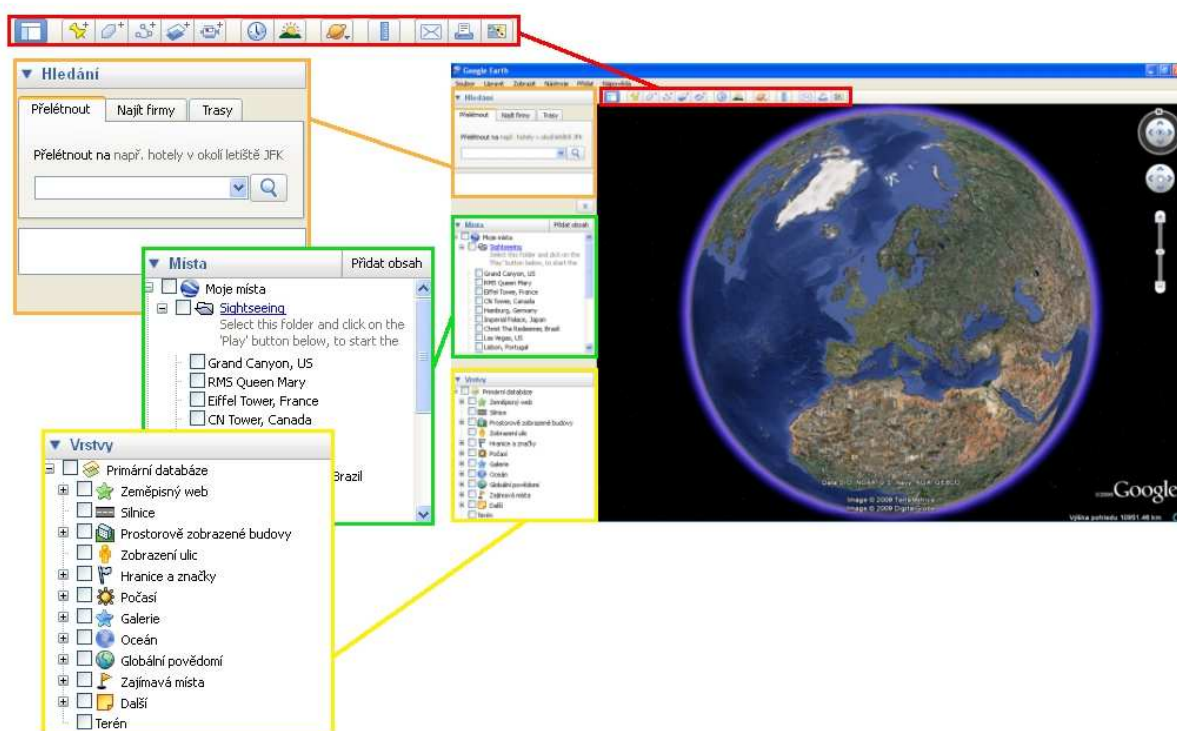
Ovládání a orientace v aplikaci Google Earth je spíše jednoduché a intuitivní. Uživatelské rozhraní je děleno do pěti základních částí, které budou popsány a přiblíženy v rámci této kapitoly tak, aby tvořily jednoduchý návod pro první kroky s aplikací. Toto seznámení je nutné pro další práci s aplikací, a proto bylo do této práce zahrnuto.

Souhrnný pohled na uživatelské rozhraní poskytuje Obr. 5. Hlavní okno je, jak již bylo řečeno výše, rozděleno na pět základních částí. Jedná se o panel vyhledávání, panel míst, panel vrstev, panel nástrojů a hlavní zobrazovací okno.

Panel vyhledávání, jež je na Obr. 5 vyznačen okrovou barvou, nabízí na třech záložkách různé možnosti vyhledávání. Základní vyhledávání je založeno pouze na jednom atributu, kterým může být např. jméno města, památky, zajímavosti či státu, nebo je možné zadat konkrétní zeměpisnou délku a šířku. Dalšími možnostmi, které panel vyhledávání nabízí, je vyhledání firmy (kde je potřeba stanovit hledaný produkt či službu a území, kde by se společnost měla nacházet) a vyhledání trasy (zde je potřeba zadat pouze start a cíl cesty).

Panel míst nabízí primárně několik předem definovaných míst a na Obr. 5 je znázorněn pomocí zelené barvy. Seznam oblíbených míst si uživatel může dle libosti měnit a aktualizovat, je také

možné pomocí souboru ve formátu KML použít seznam oblíbených míst, který vytvořil někdo jiný a publikoval ho.



Obr. 5 - Hlavní okno aplikace Google Earth s detaily jednotlivých částí, zdroj vlastní

Panel vrstev (žlutě zvýrazněný v Obr. 5) umožňuje uživateli rozhodnout o tom, jaká data budou zobrazena. Primární databáze obsažená v aplikaci obsahuje řadu dat o geograficky zajímavých místech (kde jsou k dispozici i fotografie, popisy a videa vztahujících se k danému místu, které vložili do databáze ostatní uživatelé). Mimoto je možné znázornit hranice států, budovy, ulice a silnice. Velmi zajímavou možností je vykreslení prostorově zobrazených budov. V Google Earth jsou k dispozici stovky modelů fotorealisticky vykreslených budov z celého světa. Modelování prostorově zobrazených budov a propojení Google Earth na jiné aplikace je věnována pozornost v dalších kapitolách.

Posledním panelem zvýrazněným na Obr. 5 je panel nástrojů (červeně označený). První tlačítko zleva umožňuje pouze vypnutí postranního panelu, na kterém jsou umístěny předchozí tři zmíněné panely. Dále je zde možné pomocí rychlé volby přidat značku místa, přidat mnohoúhelník, cestu nebo překryvný obrázek. Užitečným nástrojem je nástroj zaznamenání prohlídky, který nahraje manipulaci se zobrazenou částí Zeměkoule a navíc umožňuje přidat i hlasový komentář. Malá ikona hodin nabízí zobrazení historických snímků vybraných míst, tato funkce je ale částečně omezená, jelikož ne všechna místa jsou k dispozici v dostatečném rozlišení či z požadované doby. Zajímavou možností zobrazení je zobrazení slunečního světla nad krajinou, kde je možné pomocí posuvníku nastavit hodinu a den, který má být znázorněn.

Pod ikonou malé planety uživatel vybírá, v jakém režimu bude pracovat. V poslední verzi aplikace Google Earth jsou k dispozici režimy tři, a to režim Země, Obloha a Mars. Dalším užitečným nástrojem je nástroj pravítka, který je k dispozici na panelu rychlých nástrojů a umožní měřit vzdálenosti vzdušných čar v libovolných jednotkách (míle, yardy, stupně, kilometry a další). Poslední trojice představuje nástroje exportu zobrazení v příloze emailu, tisku anebo v aplikaci Google Maps.

3.2. Google SketchUp

Kapitola je zaměřena na obecné představení aplikace Google SketchUp, seznámení se s dostupnými verzemi a základními funkcemi aplikace. Nemalý důraz je také kladen na vytvoření přehledu o tom, jaké projekty byly realizovány pomocí Google SketchUp u nás i v zahraničí. Pro rozšíření přehledu o problematice byla také zahrnuta kapitola zaměřující se na konkurenční aplikace.

Google SketchUp je modelovací nástroj pracující v 3D zobrazení. Pomocí tohoto nástroje je možné vytvářet 3D modely, upravovat je a pomocí dalších funkcí i sdílet. Nástroj je možné používat samostatně, jeho instalace ani používání není podmíněno instalací aplikace Google Earth.

Google SketchUp poskytuje možnost vytvořit „skicu“ (ale i přesný návrh) přímo ve 3D prostoru – nikoliv prostřednictvím různých průmětů, ale rovnou ve 3D náhledu, který lze během práce dynamicky otáčet, přibližovat, oddalovat atd. Vytvářená geometrie je vidět přímo během „modelování“. Má široký záběr využití a je to vhodný pomocník architektů – koncepční fáze návrhu, hmotové řešení, exteriéry, architektonický detail, GIS, urbanismus apod. Nalézá využití i u dalších profesí: zahradní architektura, návrhy interiérů, design, vestavěné skříně, truhláři, nábytkáři, fasádní specialisté, návrhy divadelních scén atd. – tedy všude tam, kde je důležitý návrh tvarů, materiálů a zasazení do okolního prostředí. [24]

SketchUp jako aplikace byl vyvinut společností @Last Software a poprvé vydán v roce 2000. Velmi rychle se stal oblíbeným pro svou jednoduchost a intuitivní ovládání. V roce 2006 odkoupila společnost Google veškerá práva na SketchUp a přebrala vedení společnosti @Last Software, která již v té době připravovala nový plugin pro Google Earth. Tento plugin byl dokončen a na začátku roku 2007 byla uvolněna nová vylepšená verze Google SketchUp 6. [25]

3.2.1. Dostupné verze Google SketchUp

V současné době jsou k dispozici dvě verze aplikace. Jedná se o neplacenou verzi Google SketchUp 7 a placenou verzi Google SketchUp 7 Pro.

Google SketchUp 7 je, jak již bylo řečeno výše, možné bezplatně stáhnout a to ze stránek společnosti Google. Tato verze nabízí stejné funkce jako verze placená. Jediným, a pro komerční využití aplikace dost zásadním, omezením je možnost exportu vytvořených modelů pouze v datovém formátu KML či v jeho komprimované verzi KMZ.

Na rozdíl od Google SketchUp 7 je Google SketchUp 7 Pro určen ke komerčnímu použití aplikace, a proto má vlastnosti, které toto podporují. Navíc také při instalaci této verze získá uživatel další dva užitečné nástroje: LayOut a StyleBuilder (nástroj pro vytváření vlastních stylů kreslení).

Nástroj LayOut umožňuje uživateli vytváření a sdílení prezentací vytvořených modelů. Díky tomuto nástroji je možné vytvářet dokumenty, do kterých následně bude zakomponována grafika společnosti (jako např. loga, hesla). [26] Změny modelu jsou automaticky zanášeny i do podkladů připravených k tisku a prezentaci.

Tab. 2 - Komparace produktů SketchUp 7 a SketchUp 7 Pro, zdroj [27]

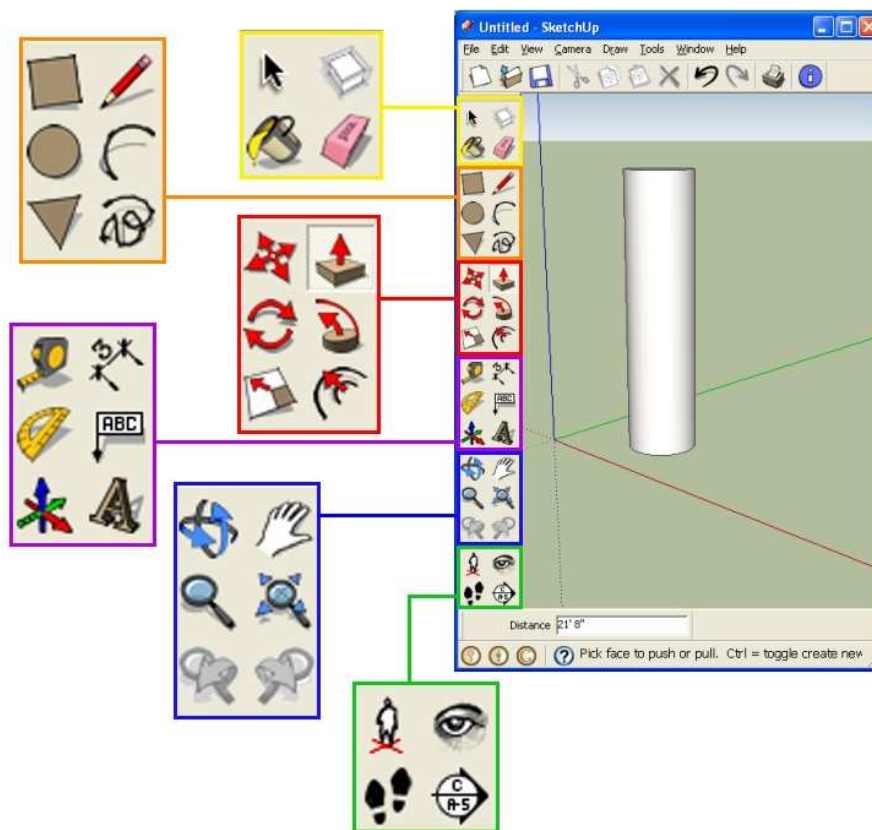
	Google SketchUp 7	Google SketchUp 7 Pro
Cena	zdarma	495 \$
Technická podpora přes email	ne	ano
Online Help centrum, video návody	ano	ano
Vytváření vlastních inteligentních komponent/objektů	ne	ano
Všechny nástroje pro SketchUp	ano	ano
Generování modelů všech pojmenovaných entit s jejich atributy (ve formátu xml, csv)	ne	ano
Export 3DS, DWG, DXF, FBX, OBJ, VRML, XSI	ne	ano
Export 2D rastru, KML a export animací	ano	ano
Import 3D modelů a 2D grafiky ve velkém množství formátů (DWG, DXF, 3DS, DEM, DDF a obecné formáty pro obrázky)	ano	ano
Dokumentace k modelům a jejich prezentace	ne	ano
Vysoce kvalitní tisk s různými zobrazovacími možnostmi (rastrové, vektorové i hybridní modely)	ne	ano
Tisk různých velikostí a mnohostránková dokumentace	ne	ano
Tisk jednoduchého náhledu modelu	ano	ano
Vytvoření a sdílení vlastního Stylu	ano	ano
Integrace 3D Warehouse	ano	ano
Integrace Google Earth	ano	ano

Rozdíly mezi verzí určenou pro domácí potřebu a verzí určené pro profesionály jsou tedy již na první pohled viditelné. Celkový přehled o rozdílech znázorňuje Tab. 2.

3.2.2. Uživatelské rozhraní a základní funkcionality

Jak již bylo řečeno na úvod, Google SketchUp je praktický modelovací nástroj pracující v 3D prostředí. Pro tuto práci používá jednoduché, ale o to více účinné nástroje. Tato kapitola si tedy klade za cíl představit zmíněné nástroje spolu s pracovním rozhraním aplikace.

Pracovní rozhraní aplikace je obecně tvořeno dvěma částmi. Jedná se o panely nástrojů a hlavní pracovní plochu. Při práci v aplikaci je vždy zobrazen 3D souřadnicový systém, který usnadňuje orientaci. Všechny zmíněné části je možné vidět v Obr. 6.



Obr. 6 - Pracovní plocha aplikace Google SketchUp, zdroj vlastní

V pracovní ploše aplikace je, mimo základních nástrojů jako uložení modelu, otevření, akce vpřed, akce zpět a další, také šest panelů nástrojů, jejichž detail je možné vidět v levé části Obr. 6. Hlavní panel nástrojů (označen žlutým ohraničením) obsahuje čtyři základní nástroje a to gumu, nádobu s barvou, nástroj pro výběr a nástroj pro tvorbu komponent. Tvorba komponent je velmi užitečným nástrojem. Používá se v případě, že je potřebné spojit několik prvků do jedné skupiny a tato skupina prvků je v modelu použita vícekrát. Navíc každá změna v jedné z komponent vyvolá změnu ve všech ostatních komponentách, tudíž úprava komponent probíhá synchronizovaně.

Oranžově zvýrazněný panel v Obr. 6 je panel nástrojů pro kreslení a nabízí základní všeobecně známé nástroje pro kreslení čáry, oblouku, čtyřúhelníku, kruhu, polygonu a volné kreslení.

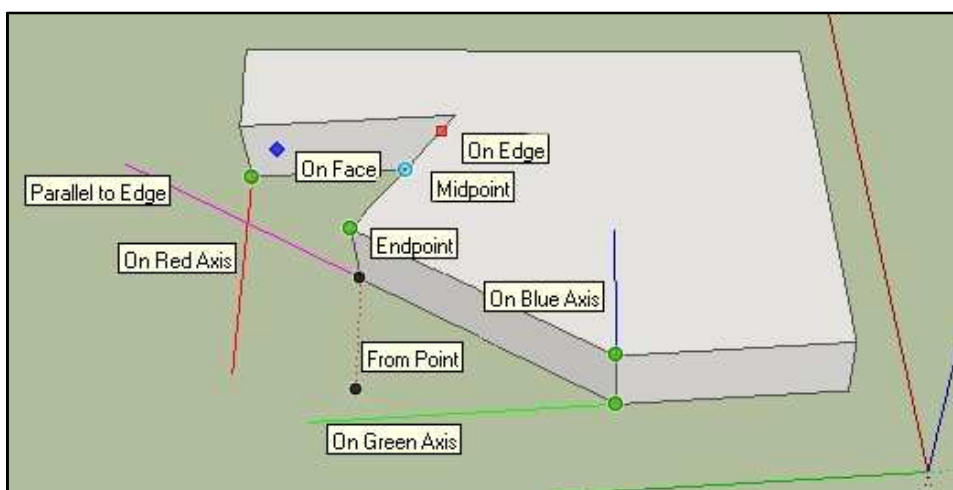
Na práci s tímto panelem většinou navazuje použití panelu Modifikace, jež je v Obr. 6 zobrazen červenou barvou a obecně umí převést 2D tvary do jejich 3D podoby. Jedná se o nástroj „move/copy“, „push/pull“, rotace, změna velikosti, „follow me“ a nástroj „offset“.

Nejvíce zajímavým nástrojem je „push/pull“, na něž získala společnost Last@ Software patent. Tato vlastnost je pro samotné modelování velmi silným nástrojem a umožňuje vytvořit 3D těleso z jednoduchého 2D tvaru pouze tažením do prostoru. Tažení je vždy ve směru kolmém na rovinu vybraného tvaru. Pro tažení do více směrů je tu k dispozici zmiňovaný nástroj „follow me“, jenž dokáže promítnout požadovaný profil po vybrané cestě. Použití obou nástrojů je demonstrováno v dalších kapitolách.

Fialově označený výřez na Obr. 6 je náhled na panel Konstrukce, který je vybaven funkcemi pro měření, kótování, přidávání popisků, měření úhlů či změnu postavení os vzhledem k jakémukoli objektu.

Poslední dvě zvýrazněné části slouží pro manipulaci s kamerou (modrý okraj na Obr. 6), jež umožňuje využít různé typy přiblížení a oddálení objektu, a pro funkci procházení se v modelu (zelený okraj na Obr. 6), jež nabízí různé pohledy na model z různých úhlů.

Kreslení obecně je zjednodušeno díky speciální vlastnosti, jež předvídá, co chce uživatel kreslit. Dokáže tedy odvozovat jak body (např. koncový bod, bod přesně ve středu úsečky, bod umístěný na stěně objektu či na jeho hraně), tak umístění úseček (úsečky rovnoběžné s osami, kolmé či paralelní), viz Obr. 7. Pomocí této vlastnosti se tedy kreslení v Google SketchUp stává velmi snadné, přesné a rychlé. Samozřejmostí je také možnost nastavení délek stran objektů.



Obr. 7 - Lineární odvozování a odvozování bodů, zdroj vlastní

3.2.3. Použití Google SketchUp

Google SketchUp je vhodný pro větší množství odvětví a jeho využití je tedy jak z hlediska komerčního, tak z hlediska nekomerčního velmi velké.

V této kapitole je prezentováno několik českých i zahraničních projektů tak, aby bylo možné vytvořit si představu o použití modelů Google SketchUp. Vzhledem k velkému množství aktuálních projektů zde budou zahrnuty pouze některé vybrané.

Modely, které byly kdy vytvořeny a jejichž tvůrci umožnili jejich sdílení, jsou zpřístupněny na webových stránkách aplikace. Obecně je používáno označení „Galerie 3D objektů“, která obsahuje množství sbírek a v rámci nich nesčetné množství modelů.

Asi největším projektem, který je možné v galerii najít a také se do něho aktivně zapojit, je projekt „Města ve výstavbě“. V rámci této sbírky modelů je používáno rozdělení Země na sedm částí a to: Antarktika, Oceánie, Afrika, Asie, Evropa, Jižní Amerika a Severní Amerika. Vnitřní struktura těchto sbírek je ještě dále dělená na jednotlivé státy (pokud je to alespoň trochu možné). Aby bylo modelované město do těchto sbírek zahrnuto, musí obsahovat alespoň 12 modelů s texturami, které jsou správně geograficky umístěny v aplikaci Google Earth. Před tím, než budou modely přiřazeny k požadované sbírce popř. ke sbírce nové, musí být ještě schváleny. [28]

Vzhledem k náročnosti procesu přijímání modelů nemá Česká republika ještě žádné vlastní modely vedené v rámci sbírky „Města ve výstavbě“ (informace platná k březnu 2009). Ale začínají vznikat první modelované objekty, jež jsou umístěny v Google Earth, např. Petřínská rozhledna, Karlův most, katedrála sv. Víta a další.

Google SketchUp nemusí být nutně používán pouze pro modelování staveb, ale je ho možno použít i pro modelování bytového vybavení. I tato kategorie má samozřejmě své vytvořené sbírky, ať už se jedná o sbírky přímo výrobců či dodavatelů nábytku, kteří zde prezentují skutečný nábytek a vybavení, nebo sbírky uživatelů, kteří pouze prezentují svou tvorbu a fantazii.

Další velkou sbírkou je sbírka Doprava. Tato sbírka je rozdělena na několik dalších sbírek, kde je možné nalézt dopravní prostředky všech druhů a značek. Největší sbírka této oblasti, jejíž podmnožinou je dalších 111 sbírek, se jmenuje Automotive Manufacturers Around the World of All Times a její název zcela jasně vyjadřuje, co je zde možné nalézt.

Samotné modelování je ulehčeno dostupností již vytvořených komponent. Kolekce komponent obsahují komponenty potřebné pro konstruktéry (jako např. konstrukce pro střechy, stěny, okenice a další) a také pro architekty (např. dveře, okna, vodoinstalatérské vybavení atd.)

Obecně se dá Google SketchUp použít pro vizualizace interiérů i exteriérů, vytváření 3D modelů a i jiných možností, které byly zmíněny v kapitole 2.3 Využití vizualizace.

3.2.4. Další software pro tvorbu modelů

Tato podkapitola obsahuje výčet několika dalších software, které jsou k dispozici, avšak neklade si za cíl porovnání všech dostupných či jinak specifikovaných nástrojů, jelikož je jich velké množství a pro komplexní porovnání zde není prostor.

Cílem této kapitoly je uvést pouze výčet několika nástrojů, díky nimž je možné vytvořit si představu o možnostech modelovacích nástrojů na současném trhu.

Allplan BIM (Business Information Modelling) **Architektura** je podle [29] objektově orientovaný 3D projekční software. Umožňuje snadno vytvořit digitální model budovy, ze kterého jsou vytvářeny výkresy půdorysů, vizualizace a lze z něj také odvozovat asociativní pohledy, řezy a výkazy. Allplan umožňuje vytvářet model budovy z inteligentních stavebních dílů, které mohou mimo grafické podoby obsahovat informace například o cenách jednotlivých dílů nebo prací.

Program **ArchCAD**, na základě informací z [30], pracuje s technologií virtuální budovy. Uživatel „staví“ dům z konstrukčních prvků jako jsou stěny, desky, okna. Z takto vzniklého modelu, virtuální budovy, jsou následně generovány 2D výkresy, půdorysy, řezy, pohledy. ArchiCAD je tedy nástrojem pro zpracování technické dokumentace budovy a rovněž pomůckou pro pochopení konstrukce staveb. Produkt je možné použít pro návrhy budov, exteriérů, interiérů a design předmětů. Produkt také umožňuje statické i dynamické animace, jako např. oblet či průlet objektem, zastínění a další.

Architech.PC je kompletní CAD software pro stavební projekci, architekturu a návrhy interiérů. Je vybaven konstrukčními nástroji (2D i 3D), včetně nástrojů pro prezentaci vytvořených 3D modelů stavby. Pracuje s inteligentními prvky (stěny, střechy, desky, okna, dveře, schodiště, terén, atd.), které i při kreslení půdorysu již automaticky vytvářejí 3D model stavby. Je možné automaticky vygenerovat pohledy, řezy (vertikální i horizontální) a fotorealistické perspektivní pohledy (včetně povrchových textur a vržených stínů). Program obsahuje knihovnu parametrických stavebních prvků. [24]

Autodesk **Architectural Desktop** je podle [24] CAD systém pro navrhování budov s pomocí inteligentních stavebních prvků. Pracuje v prostředí AutoCADu a s inteligentními stavebními objekty, jako jsou dveře, zdi, okna, stropní desky a podobně. Ty mají vlastnosti odpovídající prvkům reálného světa a automaticky se aktualizují podle prováděných změn projektu. Architectural Desktop obsahuje nástroje pro zvýšení produktivity, jako jsou efektivnější uživatelské rozhraní nebo přímá manipulace s architektonickými objekty, funkce pro koordinaci projektu včetně správy standardů a nástrojů. Pomocí Autodesk DWF (Design Web Format) lze projekty bezpečně publikovat ve 2D nebo 3D formátu.

DataCAD je podle [24] specializovaný 2D/3D systém pro stavaře, architekty, ale i návrháře interiérů, nábytkáře apod. Automatizuje všechny nejběžnější činnosti v práci projektanta. Proces projektování může být podle potřeby zjednodušen a doplněn o tzv. makra, která vznikala „na míru“ dle požadavků uživatele, některá se již stala součástí programu, o další je možno systém rozšiřovat. Za pomoci funkcí a entit obecného CADu je možno tvořit jakékoliv atypické tvary ve 3D modelu. Součástí je integrovaný vizualizační modul, který umožňuje vizuální kontrolu přímo při tvorbě 3D modelu za použití textur i různých způsobů zobrazení. Data CAD zvládá práci s texturami, umožňuje ovlivňovat základní vlastnosti materiálů – odraz, lesk, průhlednost, barevnost textury atd. Vizualizační modul využívá technologie O2C².

SoftCAD.3D nabízí návrhářům nástroje pro 3D modelování a rendering. Jak uvádí [24], je vybaven speciálními architektonickými nástroji a knihovny ideálními pro urbanistické návrhy, modelaci terénu, konstrukci staveb, komerční architekturu nebo návrhy interiéru. OpenGL navigace v reálném čase a rendering s ray-tracingem (jedna z metod rendering) tvoří z programu SoftCAD.3D vhodný nástroj pro prezentace. Program disponuje inteligentní vazbou na všechny programy svého výrobce. Vizualizace a vytváření animací (ve formátu AVI) využívá funkce jako anti-aliasing, mini-mapping nebo bump mapping. Využívá možnosti OpenGL rozhraní pro manipulaci, průchod kolem navrženého modelu stavby a skrz něj. Umožňuje také provádět zakomponování vytvořeného modelu stavby do fotografie stávající stavu.

² Technologie O2C umožňuje načtení O2C objektů přímo z Internetu. O2C objekt je "velký" pouze 10 kByte. Textury, které takto vytvořený objekt používá, jsou uloženy v něm, takže pouze přenést stačí tento soubor z Internetu. Objekty ve formátu O2C lze v design režimu vybrat přímo v ArCon-Exploreru a prostřednictvím Drag & Drop začlenit do projektu. Je tak možné získat při projektování konkrétní sortiment přímo z Internetu.[31]

4. ARCGIS

V rámci problematiky geografických informačních systémů je nutné zmínit se o systému, který je v současné době jedním z nejrozšířenějších. Tento systém se jmenuje ArcGIS a jeho výrobcem je společnost ESRI, jež má v České republice výhradní zastoupení společností ARCDATA PRAHA, s. r. o. Systém ArcGIS je mimo jiné používán v rámci výuky geografických informačních systémů a kartografie na Fakultě ekonomicko-správní Univerzity Pardubice, a proto je část práce také věnována možnosti propojení Google Earth a ArcGIS. Kapitola představuje systém ArcGIS, datové formáty používané při exportech a importech a možnosti zakomponování nových funkcionalit.

4.1. Charakteristika software ArcGIS

Jak již bylo naznačeno v úvodní části kapitoly, systém ArcGIS je geografický informační systém. Podle [32] je ArcGIS integrovaný a otevřený geografický systém, který umožňuje řešení problémů v oblasti GIS na různých úrovních. Díky jeho vlastnostem je možné přizpůsobit ArcGIS pro libovolně velké skupiny uživatelů (jeden uživatel či celá organizace).

V rámci celé sady ArcGIS je možné získat ArcGIS Desktop, jež je využíván v rámci testování v této práci. ArcGIS Desktop je sada tří integrovaných aplikací, které spolu vzájemně spolupracují. Umožňuje provádět různé úlohy, jako např. tvorbu map, správu dat, geografické analýzy, editaci dat a prostorových operací a další. [32]

Zmíněné tři aplikace jsou dle [32] následující:

- ArcMap – jedná se o centrální GIS aplikaci, jež je použitelná pro všechny mapově orientované úlohy, včetně kartografie, prostorových analýz a editace dat,
- ArcCatalog – nástroj pro správu a organizaci dat, pro prohlížení a vyhledávání geografických informací, zaznamenání a prohlížení metadat, prohlížená datových sad a vytváření struktury geografických vrstev,
- ArcToolbox – aplikace, jež obsahuje nástroje GIS pro prostorové operace.

ArcGIS Desktop je dostupný v několika licenčních úrovních rozdílných dle úrovně funkcionality. Jedná se o verze ArcView, ArcEditor a ArcInfo. Jak uvádí [33], ArcView poskytuje nástroje pro tvorbu map, získávání informací z map a jednoduché nástroje pro editaci a prostorové operace. ArcEditor má plnou funkcionalitu ArcView a navíc rozšířené editační možnosti pro geodatabáze a shapefile. ArcInfo obohacuje funkcionalitu obou předchozích produktů o rozšířené prostorové operace.

4.2. Možnosti exportu a importu

Jelikož je součástí cíle práce zjistit možnosti vzájemného propojení aplikací Google a ArcGIS, byla zpracována tato kapitola, jež tvoří znalostní základ pro další práci.

ArcGIS podporuje celou řadu datových formátů, které je možné importovat či exportovat a dále s nimi pracovat. Tato kapitola je pro přehlednost rozdělena na dvě části, kdy první představí obecně podporované formáty v ArcGIS a druhá část se věnuje datovým formátům používaným při konverzích dat v ArcGIS.

ArcGIS podporuje širokou škálu datových formátů, kterou je možné obecně rozdělit na datové formáty založené na rastrové reprezentaci a datové formáty založené na vektorové reprezentaci.

Podporované datové formáty založené na vektorové reprezentaci dat jsou především následující [34]: shapefile, geodatabáze, formáty používané aplikacemi ArcGIS, vrstvy SDE, TIN, DXF, DWG, DGN a VPF.

Podporované datové formáty založené na rastrové reprezentaci jsou tyto [34]: LAN, GIS, RAW, BIL, BIP, BSQ, STK, CIB, CADRG, DT*, ERS, OVR, LGG, NTF, SID, CIT, COT a obrazové formáty IMG, BMP, GIF, JPG, TIF, PNG.

Ukotvitelné okno ArcToolbox obsahuje sadu nástrojů pro konverzi dat, např. pro převod souborů typu coverage, GRID nebo TIN do dalších podporovaných formátů. Nástroje jsou přehledně uspořádány do stromové struktury a rozděleny dle datového formátu konverze. [34] Součástí aplikace ArcToolbox je řada průvodců, jež uživatelům pomáhají s komplexnějšími konverzemi dat. Zpravidla je možné vytvořit i dávkové konverze dat.

4.3. Možnosti rozšiřování funkcionalit v rámci ArcGIS

Jelikož oblast použití geografických informačních systémů je velmi široká, není v možnostech tvůrců ArcGIS najít a připravit všechny potřebné nástroje. Díky otevřenosti tohoto software je možné v případě specifických požadavků uživatele připravit a doplnit potřebné nástroje přímo do aplikace.

ArcGIS má hned několik různých způsobů, jak zakomponovat nové nástroje a tak rozšířit svou funkcionalitu. Ačkoliv by se toto mohlo zdát velmi složité a pro běžného uživatele z hlediska obtížnosti nerealizovatelné, v tomto případě je to naopak.

Podle [35] je rozšíření funkcionality možné dělit podle dvou kritérií (prostředky v jednotlivých kritériích se prolínají):

- začlenění dle uživatelské náročnosti (převzetí, tvorba, vývoj),
- začlenění dle nutnosti editace programového kódu (bez editace, nutná editace).

Jak uvádí [35], nejjednodušší možností jak si rozšířit funkcionalitu, je převzetí již vytvořených sad funkcí. Obecně se jedná o dvě základní oblasti odkud čerpat. V případě, že instalace obsahuje sadu Developer Kit, je potom možné použít nástroje, jež jsou sice uloženy na disku, ale pouze ve formátu *.zip. Sada Developer Kit je však placeným rozšířením, a proto není součástí základní instalace. Díky tomu je však atraktivnější druhá možnost. Tou jsou volně šiřitelné skripty a součásti, jež je možné zdarma stáhnout z <http://support.esri.com/>. Obě tyto možnosti jsou dle předchozího dělení zařazeny do skupiny „převzetí“ a „bez editace“.

Dalším způsobem rozšíření je použití Model Builder, jež patří dle předchozího dělení, mezi prostředky nevyžadující editaci programového kódu. Na základě jednodušších nástrojů z ArcToolbox uživatel tvoří složitější procesy. To vše pouze jednoduchým a intuitivním ovládáním „drag and drop“. [35] Vytvořený model je možné díky použití proměnných zobecnit a zpřístupnit prostřednictvím grafického rozhraní, což je další výhodou.

Třetím způsobem, jak doplnit požadovanou funkci, je použít skriptování. ArcGIS podporuje relativně velké množství v současné době používaných skriptovacích jazyků, jako je Python, VBScript, JavaScript a Perl. Vývojové prostředí Python je také součástí běžné instalace. [35]

Poslední možností rozšíření je instalace extenzí. Extenze dostupné ke stažení jsou placené i neplacené a rozsah jejich funkcionality je široký. Této tématice je více věnována následující kapitola.

5. PROPOJENÍ GOOGLE A ARCGIS

Díky tomu, jak rychle se staly aplikace Google Earth a Google SketchUp oblíbené u uživatelů, začaly se vytvářet myšlenky, jak tyto dvě aplikace propojit aplikacemi společnosti ESRI, které jsou používané a známé po celém světě. Na základě tohoto popudu začaly vznikat různá rozšíření (extenze) či dopsané skripty, které toto umí v různém rozsahu a s odlišnými možnostmi.

V rámci této kapitoly je pojednáno o možnostech kooperace mezi zmíněnými aplikacemi se zaměřením na extenze, které mají vztah k 3D modelování a umožňují nějakým způsobem propojení aplikací Google a ArcGIS. Kapitola si neklade za cíl zmínit a popsat všechny existující možnosti.

5.1. Propojení mezi Google Earth a ArcGIS

Nejsnadnější cestou je provést pomocí různých nástrojů export z ArcGIS do formátu KML, s nímž je následně možné pracovat v Google Earth. K tomuto směru propojení budou v rámci této práce zmíněny tři nástroje od různých tvůrců, jež přidání této funkcionality do ArcGIS zajišťují. Jedná se o extenze Arc2Earth, Typeconvert + KMLer a Export to KML.

Jelikož však Google Earth neposkytuje tolik analytických nástrojů jako ArcGIS, pozornost byla věnována i tomuto směru exportu/importu. V této variantě je zmíněna extenze ET Geo Wizards.

5.1.1. Extenze Arc2Earth

Arc2Earth byl vytvořen pro potřeby konverze a publikace dat z ArcGIS a pro jejich zobrazení v aplikaci Google Earth, Google Maps nebo Virtual Earth. Je tedy zřejmé, že není omezen pouze pro export do jediného produktu. Pracuje na principu převodu dat do formátu KML a umí exportovat data v několika prostorových uspořádáních. [36] Všechna tato uspořádání jsou nějakým způsobem užitečná pro použití v Google Earth. Podle toho, jaké mají vlastnosti, je možné je použít pro zachování přesných kartografických vlastností, pro 3D zobrazení nebo pro interakci s uživateli. Metody lze kombinovat a vytvářet tak komplexní KML dokumenty.

Uspořádání, jež jsou k dispozici pro export, jsou dle [36] následující:

- export jednoduché mapy – používá prostý KML dokument, jež obsahuje informace o zobrazení celé mapy v Google Earth; vhodný pro vytváření překryvných vrstev;
- export jednoduché vrstvy – jedná se o nejrychlejší způsob exportu vybrané vrstvy z ArcMap do KML; vytvořený soubor neobsahuje ani přehledový panel obsahu,

ani legendu či další grafiku (toto může být použito jako část rozsáhlejšího KML dokumentu); vrstva může být exportována jako překryvná vrstva nebo jako samostatná vektorová data,

- export kompletní mapy – pro export používá speciální mapový rámec, kde je možné definovat vlastnosti jednotlivých vrstev; zahrnuje export panelu obsahu či legendu; díky panelu obsahu může uživatel rozhodovat o viditelnosti jednotlivých vrstev v Google Earth,
- export grafiky – ArcMap má k dispozici nástroje, které umožňují vložit značku místa bez nutnosti vytvoření nové vrstvy; tyto úpravy vrstev mohou být nové body, polylinie, polygony, text nebo obrázky; všechny zmíněné úpravy je možné exportovat do Google Earth samostatně nebo jako součást exportu kompletní mapy; možné jsou i následné úpravy všech jmenovaných prvků.

Arc2Earth je dostupný ve čtyřech variantách (Standart, Professional, Publisher a Enterprise), které se liší dle množství přístupných funkcionalit. Jedná se o placenou extenzi.

5.1.2. Extenze Typeconvert a KMLer

Další možností jak exportovat data z ArcGIS do Google Earth je pomocí extenze Typeconvert a extenze KMLer.

Typeconvert je nástroj pro práci s Google Earth. Pracuje stejně jako Arc2Earth na principu převodu do datového formátu KML. [37] Po instalaci do ArcGIS se jeví jako toolbox, se kterým je možné pracovat stejně jako se všemi ostatními. Je dostupný je stažení zdarma.

KMLer je složitější obdoba extenze Typeconvert a je určen pro profesionální práci s Google Earth. Jedná se však o komerční nástroj, a proto není k dostání zdarma. Pracuje rovněž, jak je již z názvu patrné, na principu převodu datového formátu do KML a samozřejmě podporuje i zkomprimovanou verzi KMZ. Je dostupný ve třech různých verzích, které se liší mírou zahrnuté funkcionality (Standard, Plus, Pro). [38]

Porovnání jednotlivých verzí a celkové shrnutí možností, které KMLer nabízí, zobrazuje Tab. 3.

Tab. 3 - Komparace a funkcionalita verzí extenze KMLer, zdroj [38]

	KMLer Standard	KMLer Plus	KMLer Pro
Export rychlých rámců	ano	ano	ano
Export do KML	ano	ano	ano
Description builder	ne	ano	ano
Expression builder	ne	ano	ano
Vytváření tagů LOD a oblastí	ne	ne	ano
Uživatelské 3D nastavení	ne	ne	ano
Import z KML	ano	ano	ano
Vytváření překryvných vrstev	ano	ano	ano
Export formátu TIN	ano	ano	ano
Operace s obrazovkou	ano	ano	ano
Navigace	ano	ano	ano
Operace s terénem	ano	ano	ano

Nástroje, které dle Tab. 3 poskytují různé verze extenze KMLer, mají všestranné použití. Např. zmíněné vytváření tagů Level-of-Detail (dále jen LOD) a tagů oblastí nabízí možnost zobrazení vybraných prvků pouze při předem definované úrovni detailů (resp. při dané úrovni rozlišení). [39]

5.1.3. Extenze Export to KML

Export to KML je extenze pro ArcGIS 9.x, jež umožňuje uživatelům exportovat GIS data do KML formátu a následně je zobrazovat v aplikaci Google Earth. Pomocí této extenze je možné exportovat body, polylinie a polygony v jakékoliv definované projekci. [40] Objekty mohou být exportovány buď jako 2D nebo jako 3D, k nimž je přidána výšková informace.

Extenze po instalaci vytvoří stejně jako předchozí zmíněné extenze nový nástroj v nabídce ArcToolbox, který je však nutné před prvním použitím aktivovat. Po aktivaci je však již ihned možné začít využívat nové možnosti. Jak uvádí [41] dokáže Export to KML exportovat i více vrstev současně na rozdíl od extenze Typeconvert či KMLer, kde je možné exportovat pouze vybranou vrstvu.

V procesu exportu je k dispozici rozhraní pro další nastavení vlastností exportu, kde je možné nastavit transparentnost exportované vrstvy, změnit vlastnosti popisků dat či rozšířit exportovaná data o třetí rozměr. [41]

Tento export je připraven k dokončení a kotevření a další práci pomocí Google Earth. Samozřejmostí je také možnost následného zásahu do vyexportovaného KML dokumentu.

5.1.4. Extenze ET Geo Wizards

Extenze ET Geo Wizards má rozdílný cíl než předchozí tři zmíněné extenze. Krom mnoha jiných užitečných funkcí umožňuje import datového formátu KML, popř. KMZ do ArcGIS, tedy umí propojit Google Earth a ArcGIS opačným směrem než předchozí zmíněné extenze.

Cíleně poskytuje ET Geo Wizards rozšíření pro ArcView, kde doplní mimo jiné nástroje, jež jsou standardně nabízené pouze ve verzi ArcInfo. [42] Avšak v licenční verzi ArcInfo neobsahuje všechny nástroje, které je možné získat instalací extenze ET Geo Wizards.

Pomocí nástroje ET Geo Wizards je možné importovat do ArcGIS ve formátu KML či KMZ body, linie i polygony z Google Earth. Díky tomuto se otevírají i další varianty použití dat z Google Earth, jako např. možnost použít obrázky z Google Earth v ArcGIS. Pomocí nástroje pro umístění značky je třeba umístit tři či více značek do požadované oblasti v Google Earth. Pomocí funkce Soubor -> Uložit obrázek je získán obrázek zájmového území, který je snadno importován do ArcGIS, avšak nenesení žádnou informaci o umístění v souřadnicovém systému. Jak uvádí [43], k tomu poslouží značky, které, pokud jsou importovány do ArcGIS a pokud je pomocí nich následně provedena digitalizace importovaného obrázku, již obrázku předají informaci o poloze a provedou jeho správné umístění v souřadnicovém systému.

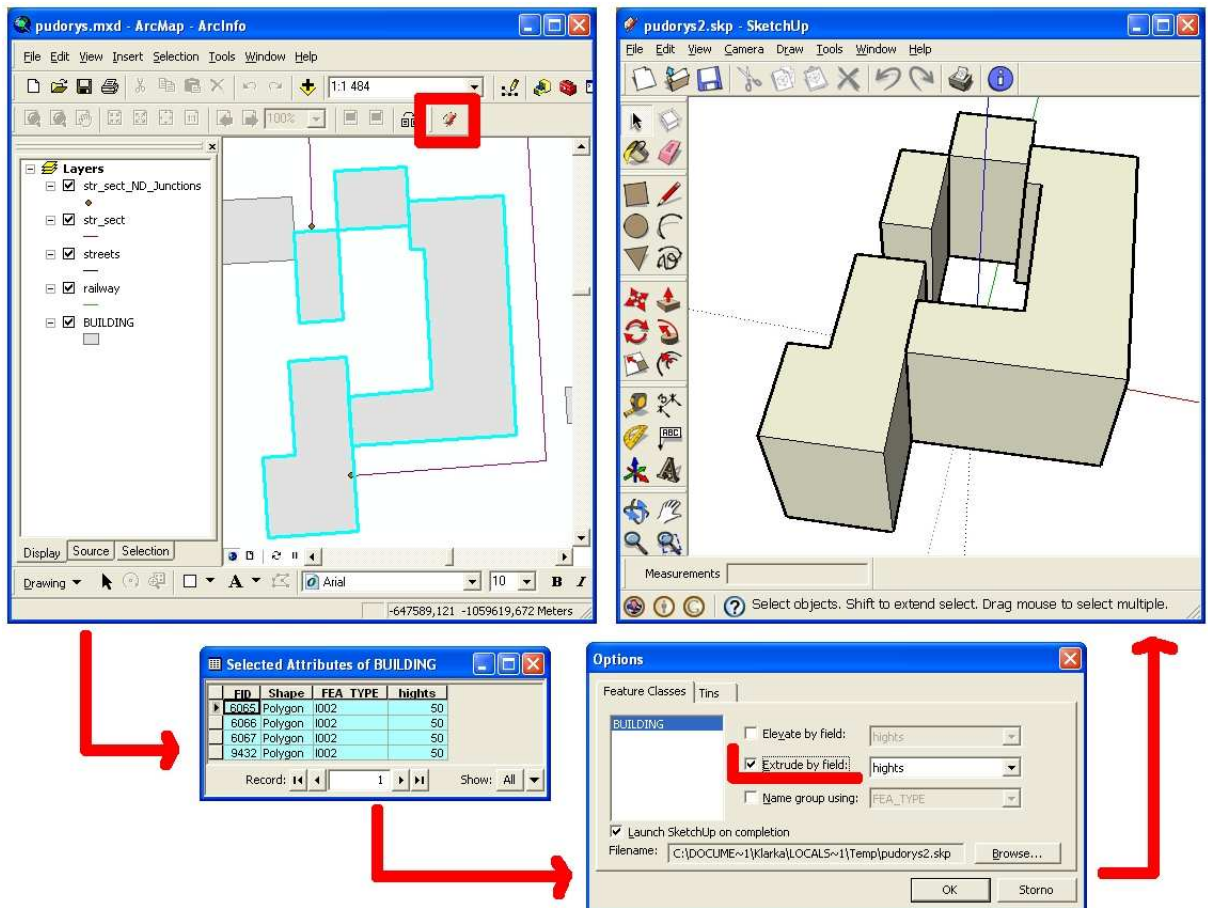
ET Geo Wizards není free či o opensource software, ale k získání jeho plné funkcionality je potřeby placená licence. Ke stažení je však k dispozici také neregistrovaná verze softwaru, která obsahuje všechny funkce jako verze placená, ale má jistá omezení. Jedná se např. o následující: GUI implementace funkcí může být použita pouze pro vrstvy, které obsahují 100 a méně charakteristických rysů (features). [42]

5.2. Propojení mezi Google SketchUp a ArcGIS

Rovněž se nabízí k zamyšlení otázka, zda je možné navázat spolupráci mezi Google SketchUp a ArcGIS. Odpověď na tuto otázku však již není tak jednoduché jako v předchozí kapitole, jelikož Google SketchUp má jistá omezení, které se týkají mimo jiné i exportu.

Google SketchUp ve verzi, která je zdarma dostupná, tedy nepodporuje exporty do formátů kompatibilních s ArcGIS. Verze komerční (Google SketchUp Pro), po instalaci plug-inu k tomu určenému, však dokáže exportovat do datového formátu (jaké datové formáty jsou k dispozici uvádí Tab. 2), který je kompatibilní s ArcGIS. Toto je především využitelné při nutnosti spolupráce Google SketchUp a ArcScene 3D, což je modul, jež umožňuje vizualizovat 3D data a tedy i 3D modely. [44] V ArcScene je pak možné referencovat vytvořený model do požadovaného souřadnicového systému. [45]

Pro export dat z ArcGIS byl vytvořen společností Google nový GIS Plug-in. Tento plug-in po instalaci rozšíří panel nástrojů ArcGIS o novou možnost exportu. Před prvním použitím je však nutné nastavit několik parametrů. [45] GIS Plug-in umí exportovat jakékoli vybrané části vrstev. V případě, že tyto vrstvy v sobě nesou v podobě atributu i informaci o výšce (např. u budov), jsou po otevření ve SketchUp zobrazeny již 3D. Názorné použití zobrazuje Obr. 8.



Obr. 8 - GIS Plug-in při exportu budov s informací o výšce, zdroj vlastní

Tato vlastnost je velmi užitečná pro práci s terénem, kde je pak možné snadno a rychle terén vytvářet či upravovat. [45] Pokud však není pracováno s verzí Google SketchUp Pro, nelze již provést export zpět pro další práci v ArcGIS.

6. MODELOVÁNÍ VYBRANÝCH BUDOV UNIVERZITNÍHO KAMPUSU

Tato kapitola popisuje postupy a techniky, jaké byly použity při modelování vybraných budov, tedy konkrétně budovy EA na adrese Studentská 84 a budovy univerzitní auly a knihovny na adrese Studentská 519. Obě budovy jsou umístěny v univerzitním kampusu Univerzity Pardubice. Budova EA byla vybrána z důvodu, že právě zde většinou probíhá výuka předmětů vyučovaných na Fakultě ekonomicko-správní a sídlí zde děkanát této fakulty. Budova univerzitní auly a knihovny byla vybrána především z důvodů reprezentace univerzity, jelikož právě zde se koná většina důležitých událostí jako např. bakalářská sponze, promoce a nejrůznější konference a přednášky.

Kapitola zmiňuje celý proces vizualizace postupně od samotného sběru dat, přes postupy, techniky a technologie využívané při vytváření modelů budov. Dále se kapitola věnuje vizualizaci vytvořených modelů pomocí Google Earth a také aplikaci textur, jež samotné vizualizaci předchází.

Vytvořené modely jsou ve formátu jak SKP pro prohlížení pomocí Google SketchUp, tak ve formátu KMZ pro prohlížení vizualizovaných modelů pomocí Google Earth. Minimální hardwarové a softwarové požadavky pro obě aplikace shrnuje (parametry pro vytvoření tabulky byly poskytnuty z [17] a [46]), operační systém Windows.

Tab. 4 - Hardwarové a softwarové požadavky, zdroj vlastní

	Google SketchUp	Google Earth
Operační systém	Microsoft Windows® 2000, XP nebo Vista	Windows 2000, Windows XP, Windows Vista
Procesor	Pentium 3, 600MHz	Pentium 3, 500 Mhz
Operační paměť	128 MB (minimum), 2GB (doporučeno)	256 MB (minimum), 512 MB (doporučeno)
Pevný disk	128MB (minimum), 500 MB (doporučeno) volného místa	400 MB volného místa
Rychlost sítě	není potřeba	128 kb/s
Grafická karta	3D s 512 MB vyhrazené paměti	3D s 16 MB vyhrazené paměti
Monitor	není specifikováno	1024x768, High Color (16 bitů) (doporučeno)

6.1. Použitá data

Hlavním datovým zdrojem při modelování byla aplikace Nahlížení do KN. Aplikace poskytuje několik základních nástrojů pro práci se zobrazeným katastrálním územím. Jedná se o přiblížení a oddálení mapy, posun, informace o objektu, měření vzdálenosti, měření obsahu plochy, obnovení zobrazení, aktuální měřítko a aktuální souřadnice.

Jak uvádí [49], jsou popisné údaje aktualizovány zpravidla denně a čas poslední aktualizace je uveden vždy na sestavě. Katastrální mapa je pro 1/3 území České republiky vedena v digitální formě a na zbývajících částech je platná mapa na plastové fólii, která je uložena na jednotlivých katastrálních pracovištích. Data digitálních katastrálních map jsou aktualizována v periodě 14 dní a data katastrálních map digitalizovaných jsou aktualizována v periodě 3 měsíců.

Podle [49] je u území, která mají platnou katastrální mapu vedenou na plastové fólii, pořizován rastrový obraz této mapy s periodou skenování 1 rok. Tato doba může být kratší v případech, kdy na mapovém listu došlo k velkému počtu změn a katastrální úřad rozhodl o přeskenování. Pokud je nutné zavést nějaké změny do map vedených na plastové fólii ještě před novým skenováním, jsou obrazy map doplněny o informativní kresbu změn z geometrických plánů staveb.

Aplikace Nahlížení do KN je k dispozici na adrese <http://nahliznidokn.cuzk.cz/>.

V práci byla také použita okrajově datová vrstva od společnosti Central European Data Agency, a.s. s názvem „ČR Města“. Jedná se o soubor mapových podkladů v datovém formátu ESRI Shape file v souřadném systému S-JTSK. Mapové podklady jsou zpracovány na základě snímků v měřítku 1:10000 a nabízejí základní polohopisné a prostorově identifikační údaje českých měst a okolí. [50] Původním záměrem bylo použít datovou vrstvu BUILDINGS (tedy budovy). Využití těchto dat nebylo pro samotné modelování vhodné, jelikož zastavěné plochy vykazovaly při měření příliš velké odchylky a již na první pohled bylo patrné, že rozměry jsou spíše orientačním náčrtem. Z tohoto důvodu byla tato data použita pouze pro demonstraci využití GIS Plug-inu v kapitole 5.2 Propojení mezi Google SketchUp a ArcGIS.

Pro inspiraci při vytváření samotných modelů byla používána bakalářská práce Stanislava Popelky s názvem Google a ArcGIS: Nové možnosti v 3D vizualizaci, jež byla vytvořena roku 2008 na Katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Vedoucím této práce byl Mgr. Kamil Vykopal.

6.2. Sběr dat

Příprava před samotným modelováním sestávala ze zjištění možností získání potřebných údajů, na základě kterých by bylo modelování založeno. Jelikož samotná data jsou nejdůležitějším prvkem v procesu vytváření modelu, byla sběru dat věnována největší pozornost.

6.2.1. Možnosti získání vstupních hodnot

Obecně by se dalo říci, že pro vznik modelu je v první fázi nejdůležitější získání půdorysu budovy a jejich rozměrů. V praxi jsou tyto informace získány nejčastěji na základě technických výkresů modelované budovy, které mohou být ve formátu papírovém či elektronickém.

Jak uvádí Ivan Kábele ze společnosti Vizualstudio – Ivan Kábele je elektronický formát pro potřeby modelování mnohem vhodnější a začátek práce na modelu je tak snadnější a rychlejší. Většinou se jedná o materiály vytvořené v aplikacích určených k tomuto účelu, jako např. computer-aided design software (dále jen CAD software), který pracuje např. s datovým formátem DWG. Velkou výhodou tohoto formátu je fakt, že většina software určených pro vytváření modelů (včetně Google SketchUp) tento formát podporuje, a proto je možné dokumenty v této formě ihned do aplikace importovat a dále s nimi pracovat.

Technické výkresy v papírové formě poskytují pro budoucí model stejnou informační hodnotu jako výkresy v elektronickém formátu, avšak pro jejich zpracování je potřeba ještě jejich převod do elektronické podoby.

Pokud nejsou k dispozici technické výkresy objektu, jsou zde ještě mimo jiné dvě možnosti, jak tyto informace získat. První je možnost manuálního přeměření objektu, což může být velmi komplikované, druhou možností je získání půdorysu ze serveru Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního, kde k tomuto účelu slouží aplikace Nahlížení do KN.

6.2.2. Měření vstupních hodnot

Pro potřeby této práce byla data získána na základě dat z aplikace Nahlížení do KN. Součástí této aplikace jsou také nástroje, které umožňují měření délek, měření obsahu ploch a další nástroje, které byly rovněž využity.

Pro ověření přesnosti získaných dat bylo navíc provedeno měření v terénu. Toto měření bylo uskutečněno na budově EA na adrese Studentská 84. Komparace získaných výsledků je zobrazena na Obr. 9.



Obr. 9 - Porovnání měření délek stěn objektu (v metrech), zdroj vlastní

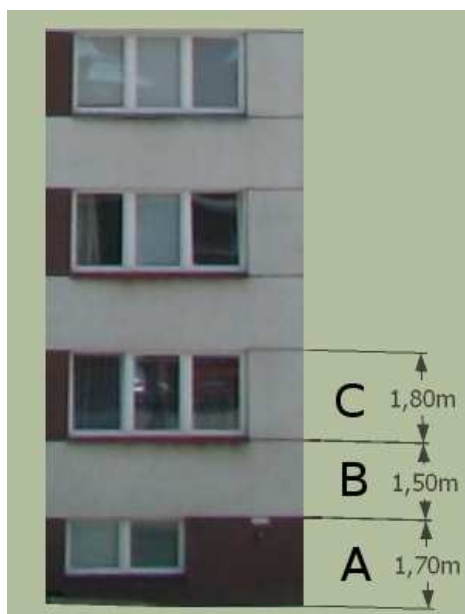
Po posouzení výsledků měření v terénu bylo potvrzeno, že porovnání měření z aplikace Nahlížení do KN vykazuje jisté odchylky. I přesto byla pro vytvoření modelů použita data z aplikace Nahlížení do KN.

6.2.3. Výpočet výšky budov

Dostupné zdroje používané pro vytvoření vybraných objektů neposkytují informaci o výškách jednotlivých objektů, a proto bylo nutné najít řešení pro získání těchto parametrů. Postup získání výšky objektu je vysvětlen na budově EA.

Velkou výhodou této budovy je to, že se jedná o budovu postavenou z pravidelných panelů. Základem výpočtu tedy byla informace o výškách jednotlivých typů panelů a také o jejich množství. Pro získání těchto informací bylo použito rovněž měření v terénu, na jehož výsledcích byl poté postaven výpočet výšky celého objektu.

Naměřené hodnoty, které zobrazuje následující obrázek (viz Obr. 10), vedly k jednoduchému výpočtu dle spočítaných množství jednotlivých typů panelů. Část budovy, označená na Obr. 10 jako A, se vyskytovala pouze jednou. Část budovy, označená jako B, byla na celé budově použita 14x a část C 13x. Díky těmto jednoduchým výpočtům byla odhadnuta výška budovy na 46,1 metrů (výpočet konkrétně vypadal takto: $1,7 \text{ m} + (14 \times 1,5 \text{ m}) + (13 \times 1,8 \text{ m})$). Tento rozměr byl následně použit pro vytváření model.

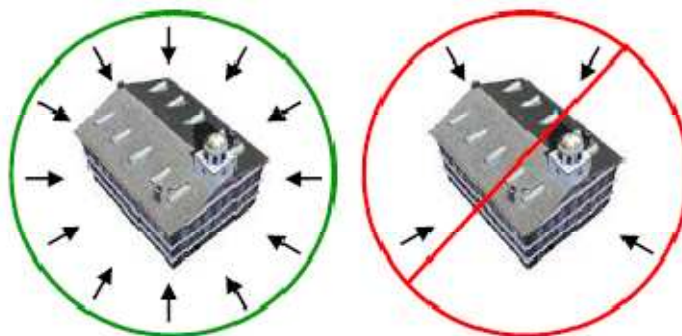


Obr. 10 - Měření výšek panelů, zdroj vlastní

Zjištění výšky budov na základě měření dostupných částí a následného odhadu na základě fotografií bylo použito i pro vytváření dalších modelů univerzitního kampusu.

6.2.4. Pořízení textur pro modely

Aby mohly být modely fotorealistické, bylo nutné získat pro potřeby modelování také dostatečné množství fotografií zachycujících objekty ze všech možných úhlů, tak jak doporučuje Obr. 11.



Obr. 11 - Doporučení k získávání fotografických snímků, zdroj [47]

Fotografování bylo prováděno fotoaparátem Canon Powershot S5. Vzhledem k výšce budovy EA bylo nutné pro získání fotografií této budovy použít i sousední výškové panelové domy. Díky tomu bylo možné získat fotografie, na kterých jsou budovy zachycené celé. Ne vždy však takto přístupná místa dovolila eliminovat na fotografiích nevhodné prvky, jako jsou auta, lidé, stromy a další. Tyto prvky komplikují další zpracování textur, které v takové případě potřebují ještě „vyladit“ pomocí grafického software.

6.3. Modelování

Pokud jsou připraveny všechny potřebné podkladové materiály, je možné přejít ke druhé fázi procesu vizualizace objektů, kterou je samotné 3D modelování vybraných objektů.

V rámci této kapitoly je kladen důraz na objasnění postupů používaných při práci na obou vzniklých modelech s důrazem na postupy využívající klíčových vlastností aplikace Google SketchUp. Kapitola je rozdělena do čtyř částí, které se jednotlivě budou zabývat optimalizací postupů, vytvořením půdorysu budov, sestavením 3D modelu a v poslední části aplikací textur.

6.3.1. Optimalizace postupů a technik modelování

Vzhledem k tomu, že vytvořené modely budou vizualizovány pomocí Google Earth, je před samotným začátkem důležité, aby byla dodržována jistá doporučení. Tyto doporučení zajistí to, že vzniklé modely budou vhodné pro import do aplikace.

Jedná se především obecně o dvě základní pomůcky. Jednak doporučení používat obrázkové textury na jednoduché struktury. Je doporučeno používat datový formát JPG a v případě, že uživatel potřebuje obrázek v některých částech transparentní, je možné použít datový formát PNG, který tuto vlastnost podporuje. Velikost použitých obrázků by měla být 640 x 480 a menší. [48]

Druhým způsobem, jak udržet model optimální, je mít stále na mysli zachování minimálního množství ploch. [48] S tímto souvisí i doporučení, aby model obsahoval jen důležité detaily. Ostatní detaily jako např. okna či dveře, je lepší nahradit fotorealistickými texturami.

Rovněž se doporučuje minimalizovat použití oblouků v modelu, jelikož jsou pro zobrazení v Google Earth velmi náročné a komplikované. Jak uvádí [48], je každý oblouk složen ze stejného množství ploch (konkrétně z dvanácti), a proto pokud jsou v modelu potřebné častěji, je doporučeno, aby byl při vytváření oblouku počet ploch manuálně přenastaven.

S těmito doporučeními je již možné přejít k samotné přípravě podkladů, čemuž se věnuje následující kapitola.

6.3.2. Příprava půdorysů objektů

Na základě naměřených dat získaných z aplikace Nahlížení do KN bylo možné sestavit půdorysy obou modelovaných budov.

Vzhledem k tomu, že zmíněná aplikace poskytuje pouze náhledy jednotlivých půdorysů, nedoposkytuje data ve formě importovatelné do aplikace Google SketchUp, bylo nutné oba půdorysy manuálně překreslit do aplikace Google SketchUp. Náhledy obou půdorysů, jež byly použity jako předloha, jsou k dispozici k nahlédnutí jako Příloha 1.

V rámci přípravy půdorysů v aplikaci Google SketchUp bylo nejčastěji využito možnosti přímého zadání délky kreslených linií. Díky této vlastnosti pouze stačí zakreslit počáteční bod zanášené úsečky a udat její směr. Délky je možné zadávat v několika nastaveních a jednotkách (palce, stopy, milimetry, centimetry a metry). Je tedy zřejmé, že práce v Google SketchUp nemusí být pouze zaměřena na modelování budov, ale je také možné modelovat mnohem menší a jemnější detaily či objekty.

Díky automatickému zvýrazňování linií, které jsou rovnoběžné s jednou z os používaného souřadnicového systému, nebylo potřebné odměřování úhlů, jež byly rovny 90°. Tato užitečná vlastnost aplikace velmi urychluje práci a měření pomocí úhloměru je pak nutné pouze při potřebě zakreslení jiné velikosti úhlu.

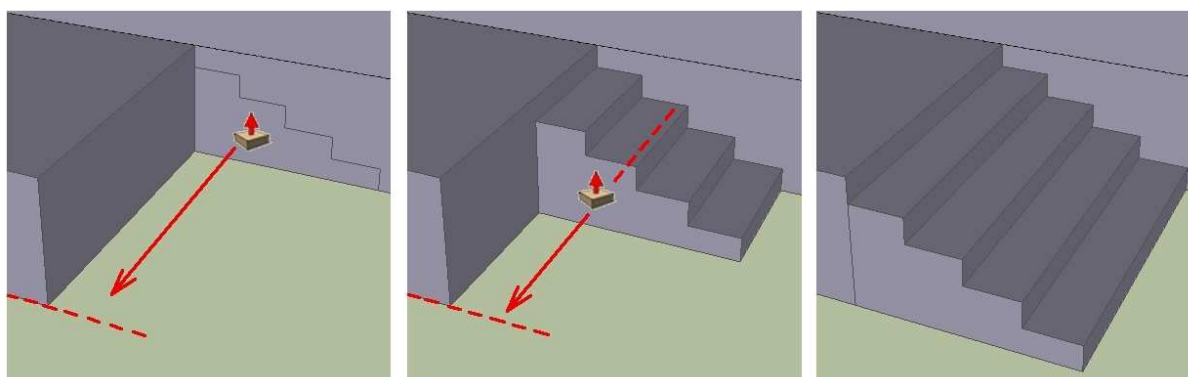
Výsledkem pak byly již použitelné půdorysy, na kterých byly vytvořeny modely objektů.

6.3.3. Nástroje použité při modelování

S přihlédnutím k náročnosti vytváření modelů byly vybrány jen části postupů, které mají za cíl nastínění problematiky při vytváření modelů. Jedná se především o poskytnutí dostatečného vysvětlení používaných technik a postupů, na základě nichž je možné vytvořit si představu o celém procesu modelování, jeho časové náročnosti, o nárocích na data a znalosti práce s aplikací Google SketchUp.

Nástroj „Push/pull“

Základním používaným nástrojem v rámci modelování byl zajisté nástroj „Push/pull“, jehož funkcionalita byla již nastíněna v kapitole 3.2.2 Uživatelské rozhraní a základní funkcionality. Příklad, na kterém je použití tohoto nástroje vysvětleno, je zobrazen na Obr. 12, kde byly vytvářeny schody.



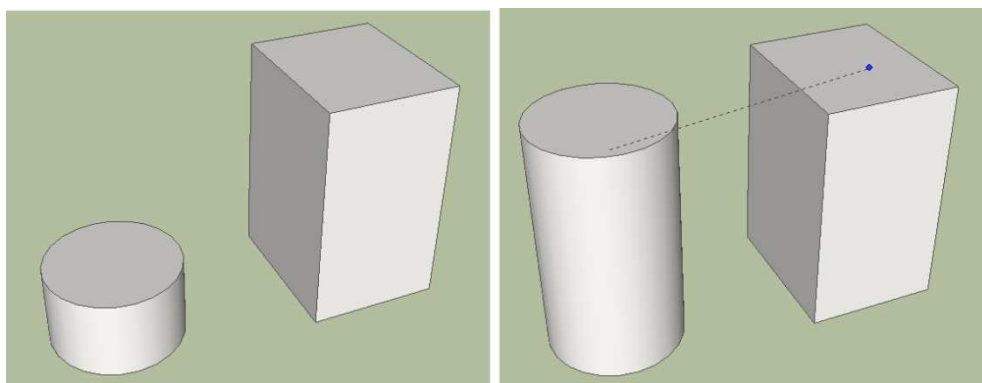
Obr. 12 - Použití nástroje "Push/pull" při vytváření modelů, zdroj vlastní

Jak již naznačuje schéma na Obr. 12, nástroj „Push/pull“ je možné použít k vytvoření trojrozměrného objektu na základě jeho půdorysu či vykresleného profilu. Půdorys či profil, na kterém je nástroj při modelování použit, může být libovolných rozměrů a tvarů.

Podmínkou pro použití tohoto nástroje je, že připravený půdorys musí být uzavřený (tedy všechny jeho linie na sebe v libovolném pořadí navazují) a také musí ležet v jedné rovině, resp. všechny linie náležící danému půdorysu musí ležet v jedné rovině.

Pokud jsou splněny výše zmíněné podmínky, je možné nástroj „Push/pull“ použít a to vždy ve dvou směrech, které jsou kolmé na rovinu, v níž půdorys leží. Samozřejmě je také opětovné použití tohoto nástroje na trojrozměrný objekt, a to vždy na kteroukoli jeho stěnu, pokud splňuje výše uvedené podmínky.

Stejně jako při kreslení půdorysu je u aplikace nástroje „Push/pull“ možné zadat přesný rozměr, o který má být objekt „povytažen“, což odbourává zakreslování orientačních bodů a přeměrování modelu. Z hlediska měření je také vhodné zmínit možnost převzetí rozměrů z již vytvořených objektů. Názornou ukázkou pro snazší pochopení zobrazuje Obr. 13. Při používání nástroje „Push/pull“ je potřebné přesunout kurzor na místo modelu, podle kterého se má nastavit rozměr (v tomto případě je to výška) zpracovávaného objektu. Tímto je pak tedy možné docílit převzetí již použitého rozměru ihned bez žádného dalšího nastavování.



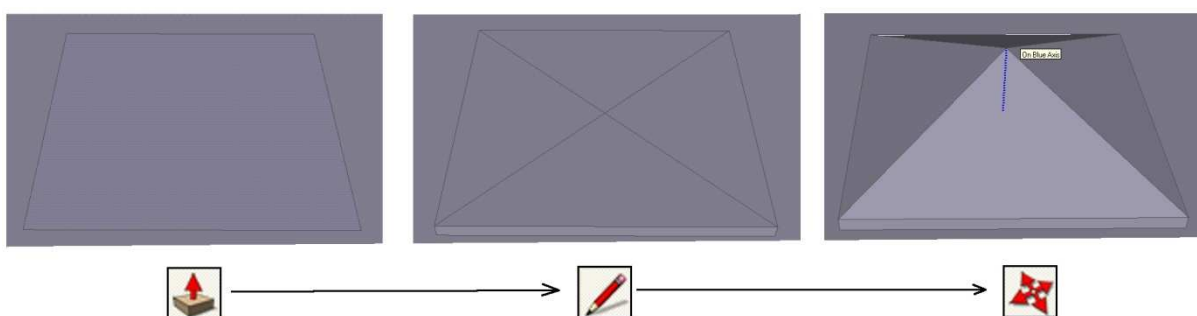
Obr. 13 - Převzetí rozměru dle výšky jiného objektu, zdroj vlastní

Jak je z předchozího textu patrné, využití tohoto nástroje je velmi široké, a proto byl pro sestavení modelů budov využíván nejčastěji. Pokud by měl být zmíněn další konkrétní příklad, kde byl tento nástroj použit, tak se jedná hlavně o prvotní vytvoření trojrozměrných objektů na základě zakreslených půdorysu z předchozího kroku modelování. Takto vytvořené objekty byly následně použity jako základní prvek, resp. byl použit „neopracovaný kámen“, do kterého byly následně „vytesány“ detaily.

Nástroj „Move/copy“

Jak již z překladu názvu nástroje vyplývá, nástroj „Move/copy“ slouží k práci s kopírovanými prvky a k přesunování vybraných prvků, což by samo o sobě bylo standardním nástrojem. Velkou výhodou tohoto nástroje však je to, že pokud jsou na přesouváný bod či linii navázány nějaké plochy (resp. další body či linie), tyto plochy se automaticky přizpůsobují.

Vlastností tohoto nástroje bylo také v průběhu práce využíváno a to například při vytváření střešních oken univerzitní auly a knihovny, které mají tvar pětistěnného jehlanu. Postup vytvoření znázorňuje Obr. 14.



Obr. 14 - Použití nástroje „Move/copy“ při vytváření modelů, zdroj vlastní

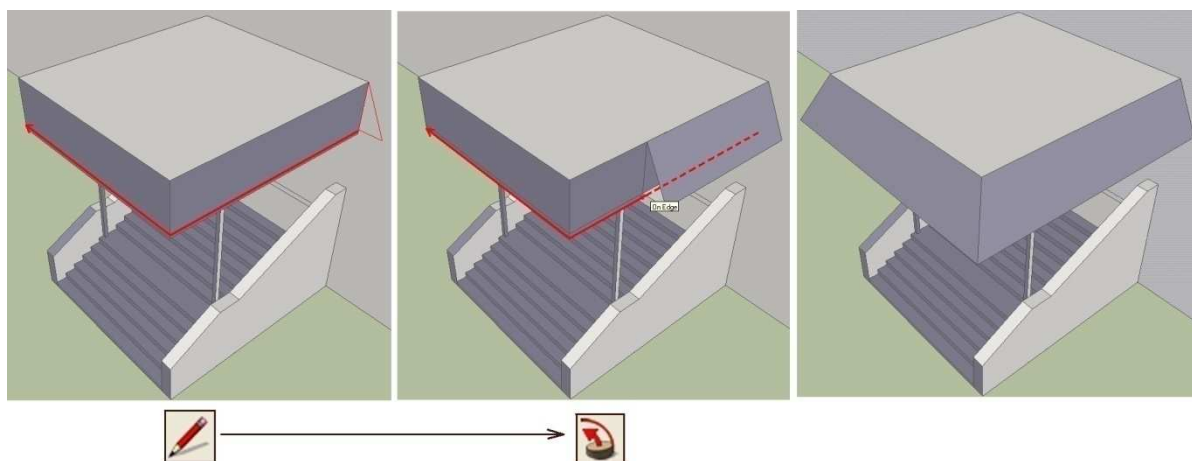
Nejprve byl na střeše budovy zakreslen čtverec, ze kterého byla pomocí nástroje „Push/pull“, vytvořena podsada pro střešní okno. Druhým krokem byly zakresleny úhlopříčky na vrchní stěně vzniklého kvádru, které dále tvořily čtyři stěny pětistěnného jehlanu. Posledním krokem bylo pouze již uchopení středu (vzniklého průnikem úhlopříček) pomocí nástroje „Move/copy“ a přemístění tohoto bodu o požadovanou výšku.

Nástroj „Move/copy“ není na rozdíl od nástroje „Push/pull“ omezen žádným směrem posunu, avšak při použití nejsou dodržována téměř žádná pravidla (výjimkou je sledování směru podle jednotlivých os používaného systému souřadnic), která by zajišťovala přesnost provádění (např. pokud je potřeba vytvořit pravý úhel). Použitím tohoto nástroje je tedy možné vytvořit libovolné tvary.

Nástroj „Follow me“

Nástroj „Follow me“ je velmi užitečný pro vytváření složitějších obrysů objektů, upraví tvar objektu podle vybraného a zakresleného profilu.

Tento nástroj byl např. použit při vytváření střechy nad vstupním schodištěm do budovy EA. Postup při použití je zobrazen na následujícím obrázku (viz Obr. 15).



Obr. 15 - Použití nástroje „Follow me“ při vytváření modelů, zdroj vlastní

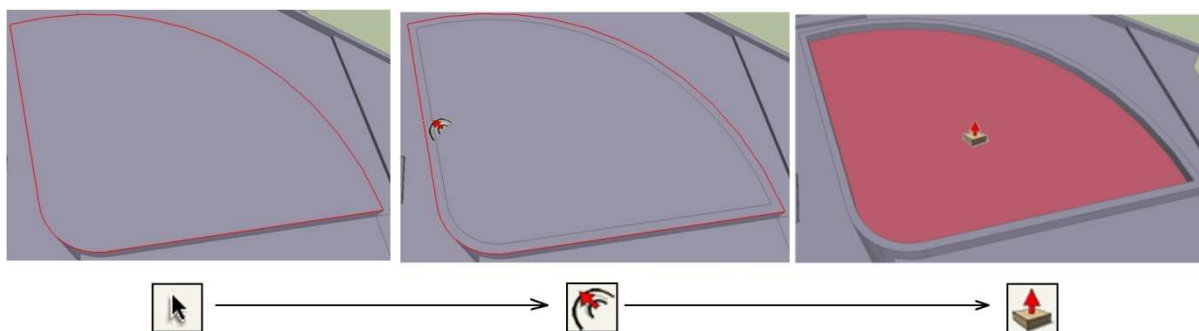
Nejprve byl vytvořen jednoduchý kvádr. Dále byl na stěně budovy zakreslen trojúhelník, který zastupuje profil, jež má být přidán ke kvádru. Pomocí nástroje „Follow me“ byl tento trojúhelník uchopen a následně přemísťován po vybrané cestě (na Obr. 15 je tato cesta znázorněna červenou šipkou). Takto byly označeny tři hrany kvádru, na kterých má být převis střechy. Dle potřeb modelování je možné zvolit cestu po libovolném množství hran a jejich směr nemusí být nutně stejný. Vybrané cesty mohou svírat ostrý či tupý úhel nebo mohou být oblé.

Nástroj „Follow me“ se, dle vyzkoušených možností, hodí spíše pro modelování detailních prvků objektů, kde je jeho potenciál velmi vysoký a možná i nenahraditelný jinými jednoduše použitelnými nástroji.

Nástroj „Offset“

Jako poslední představený nástroj v rámci této práce byl vybrán nástroj „Offset“. Tento nástroj umožňuje vytváření kopií linií a stěn, což je velmi potřebné pokud je nutné vytvořit totožný tvar, jenž obsahuje např. oblouky, s nimiž je náročné pracovat.

V rámci modelování vybraných budov byl tento nástroj použit při vytváření detailu střechy největší univerzitní posluchárny A1, která má atypický tvar. Posluchárna má půdorys čtvrtiny kruhu a vzhledem ke své velikosti vystupuje nad úroveň střechy ostatních částí budovy, a proto bylo nutné použít tento nástroj.



Obr. 16 - Použití nástroje „Offset“ při vytváření modelů, zdroj vlastní

Jak znázorňuje Obr. 16, v prvním kroku je nutné vybrat jaké linie či stěny mají být kopírovány. Poté je aplikován nástroj „Offset“, který umí vytvořit kopii vybraného jak směrem ke středu, tak i druhým směrem. U tohoto nástroje je také možné nastavit vzdálenost nového objektu od objektu původního.

S takto vytvořenou kopií je možné po drobných úpravách (např. odstranění přečnávajících hran) ihned dále pracovat. V tomto příkladě bylo posledním krokem snížení úrovně nově vytvořeného tvaru tak, aby na okrajích byla vytvořena obruba.

6.3.4. Tvorba modelů

Pomocí nástrojů zmíněných v předcházející kapitole a dalších byly vytvořeny dva modely budov, které budou sloužit jako vstup pro další práci.

Obecně by se dalo říci, že model budovy EA je modelem jednodušším, jelikož budova je minimálně členitá a jednotlivá patra budovy se téměř neliší. Největším problémem při vytváření tohoto modelu bylo získání dostatečných informací pro sestavení střešní části modelu, jelikož výška budovy znemožnila jakékoli pozorování či měření ze země.

Model budovy EA (připravený pro další práci) obsahuje 416 hran a 177 ploch. Příloha 2 obsahuje pohledy na stěny objektu.

Model univerzitní auly a knihovny byl na rozdíl od modelu budovy EA podstatně složitější. Především díky modernímu a netradičnímu vzhledu je budova mnohem členitější než předchozí model. I zde se při modelování vyskytovaly problémy, které sestávaly většinou z častého přeměrování a ověřování jednotlivých detailů, které bylo potřeba do modelu zapracovat.

Model budovy univerzitní auly a knihovny (připravený pro další práci) obsahuje 1644 hran a 608 ploch. Znázornění vytvořeného modelu poskytuje Příloha 3.

6.3.5. Aplikace textur

Dalším krokem v procesu vizualizace objektů je aplikace textur. Textury byly vytvořeny na základě fotografií, jak popisuje kap. 6.2.4 Pořízení textur pro modely.

Ačkoliv byly fotografie pořizované v několika dnech bez ohledu na to, zda bylo nebe zatažené či svítilo slunce, nebylo potřeba dále upravovat či nastavovat světlost, jas, či kontrast fotografií díky kvalitnímu vybavení fotoaparátu.

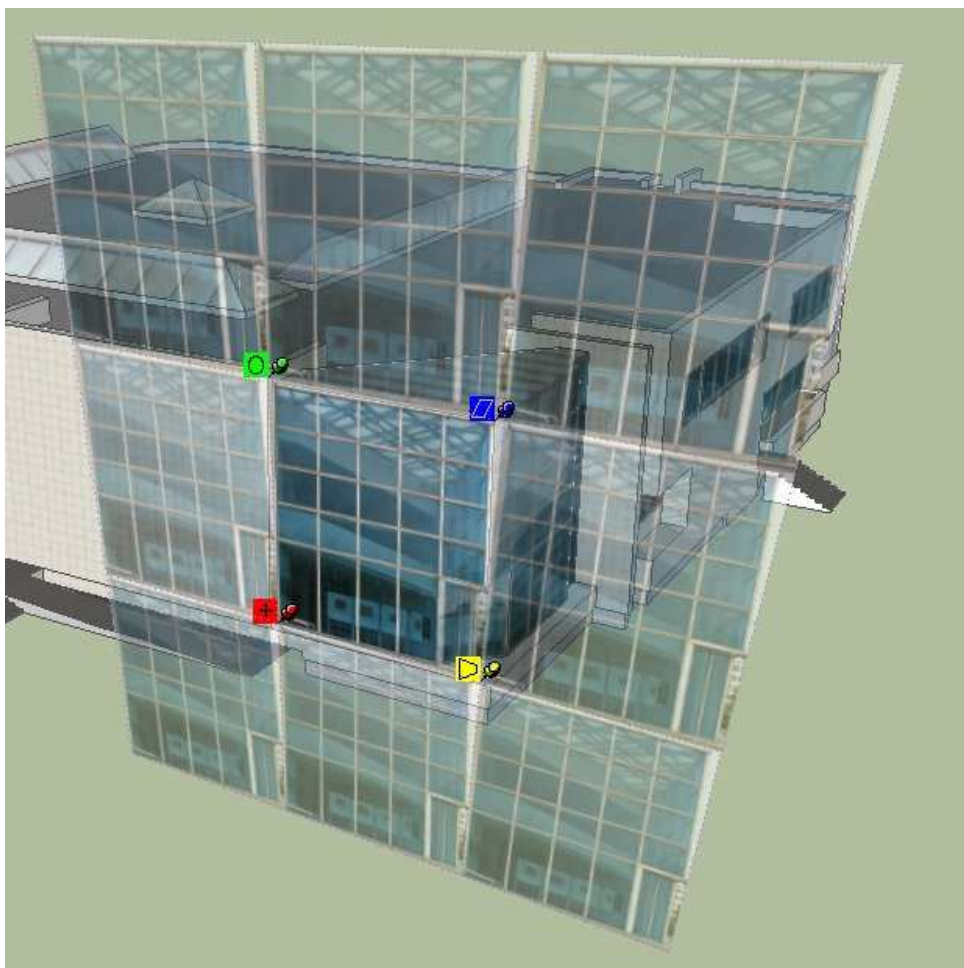
Vyhotovené fotografie (v digitální formě) nebylo možné použít kompletně celé, ale v prvním kroku práce s texturou bylo potřebné pomocí grafického software fotografie ořezat. Také se při vytváření fotografií nepodařilo zcela potlačit výskyt nežádoucích prvků (auta, lidé, stromy, ...). Z tohoto důvodu musely být některé fotografie částečně retušovány či některé jejich části nastavovány, jelikož dostupné pohledy nebyly dostačující.

Všechny tyto úpravy byly prováděny pomocí GNU Image Manipulation Program neboli GIMP, což je volně distribuovaný software vhodný pro práci s obrázky všeho druhu.

Pro umístění textury je potřeba provést několik kroků. Prvním krokem je vybrání vhodné fotografie, ze které mají být použité části na otexturování části budovy. Kritéria, na která je při výběru kladen důraz, jsou následující: hledaný objekt je na fotografii celý se všemi rohy a hranami, na fotografii se v její zájmové ploše nevyskytují žádné nechtěné předměty a jsou preferovány ty fotografie, které zachycují ideálně čelní pohled. Není tedy nutností, aby byl hledaný objekt zachycen čelně, ale práce s takovou texturou je rychlá a snadná.

Pro aplikaci textury, jak již bylo uvedeno výše, je třeba oříznout přebytečné části fotografie. Ne vždy je však možné oříznout všechny přebytečné části, a proto jsou pro import do Google SketchUp vhodné i takové obrázky, které toto nesplňují. Při importu obrázku do aplikace Google SketchUp je důležité vybrat možnost *Use as texture*. Takto naimportovaný obrázek pak již stačí přichytit k ploše, na kterou je určen.

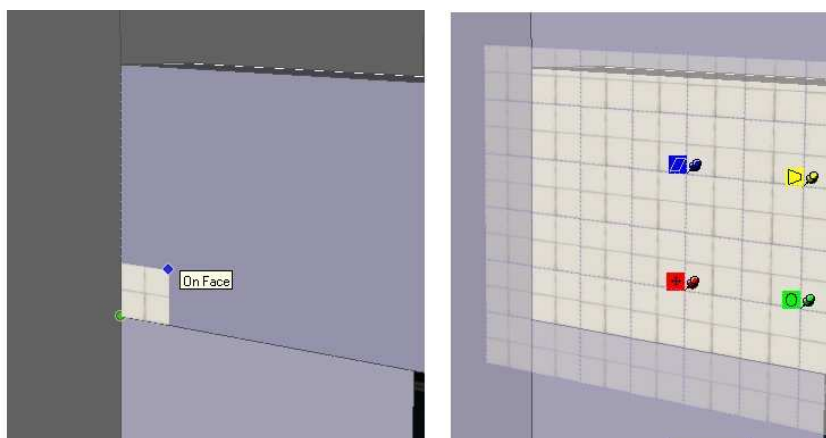
Pokud obrázek nesedí přímo na vybranou plochu či obsahuje ještě nějaké přebytečné části, je možné ve kterékoli fázi práce s texturou nastavit její pozici. Příklad, na kterém je tato funkcionality vysvětlena, je uveden na následujícím obrázku (Obr. 17).



Obr. 17 - Upevňování textury, zdroj vlastní

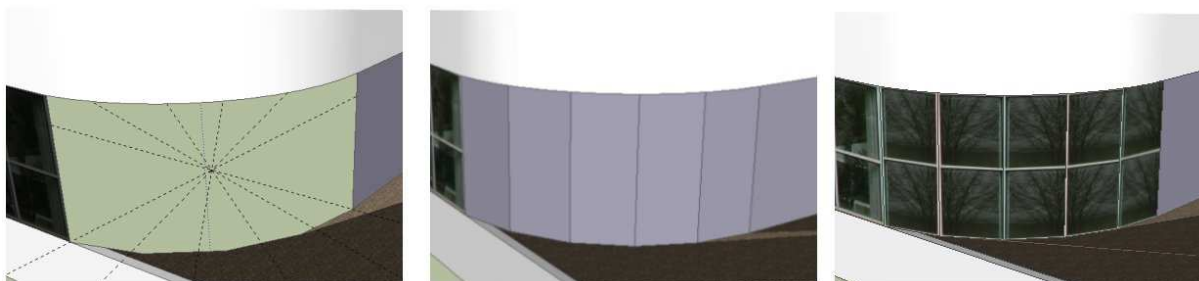
Na Obr. 17 je znázorněno přichycení textury na stěny univerzitní galerie. Při aktivaci nástrojů pro práci s pozicí se v rozích textury zobrazí čtyři různě barevné připínací špendlíky (v originále označené jako *pins*). Každý špendlík umožňuje jiný typ práce s texturou. Červený špendlík slouží k přemístování obrázku, ale pouze po ploše, ke které přichycen. Zelený špendlík dokáže obrázek rovnoměrně zvětšit nebo zmenšit a mimo to také poskytuje možnost rotace s přesným nastavením úhlu otočení. Modrý špendlík umí obrázek zkosit v požadovaném směru a rozsahu a poslední žlutý špendlík nabízí možnost libovolné transformace (mimo možností, které umějí ostatní špendlíky). Poslední jmenovaný špendlík byl při práci s texturami používán nejčastěji.

Jak je rovněž vidět na Obr. 17, obrázek je umístěn kolem původního obrázku ještě osmkrát okolo. Toto je praktické pro případ, kdy je obrázek pro vytvoření textury menší než plocha, na kterou je umisťován. V tomto případě pak dojde k rovnoměrnému rozložení obrázku na určené ploše. Této vlastnosti bylo použito například při vytváření stěn, na kterých je použit motiv dlažby (viz Obr. 18).



Obr. 18 - Upevňování textury menší než je plocha, zdroj vlastní

Při aplikaci textur na vzniklé modely bylo také potřebné některé části modelů přepracovat, jelikož jejich použití pro aplikaci textur nebylo možné. Takovýto problém vznikl při potřebě vložit texturu oken na místo oblouku budovy univerzitní auly a knihovny. Pro potřeby texturování bylo nutné z oblouku vytvořit polygonu, na který již bylo možné umístit importovanou texturu. Na základě informací bylo zjištěno, že oblouk se skládá z pěti navazujících stěn tvořených okny. Pomocí úhloměru byl změřen úhel oblouku, který byl následně rozdělen na pětiny, a přidáním několika dalších linií byly vytvořeny stěny, na něž již mohl být proveden import. Postup při řešení tohoto problému je graficky vyjádřen na Obr. 19.



Obr. 19 - Problematika texturování oblouku, zdroj vlastní

Pomocí výše zmíněných postupů byly vytvořeny textury na všech plochách obou budov. Budova EA obecně používala díky své jednotvárnosti menší množství velkých ploch textur. Naproti tomu budovu univerzitní auly a knihovny bylo nutné díky její členitosti rozdělit pomyslně do několika skupin, do nichž byly textury vkládány ve většině případů jako malé obrázky, které se na jedné stěně několikrát opakovaly.

Po zásazích, úpravách a vložení textur obsahují modely počty prvků, jež uvádí Tab. 5.

Tab. 5 - Počty jednotlivých prvků modelů, zdroj vlastní

	budova EA		budova univerzitní auly a knihovny	
	původní	nové	původní	nové
hrany	416	468	1644	1888
plochy	177	197	608	704
materiály	1	25	1	42
použité snímky	-	40	-	13

Náhledy na vyhotovené modely s texturami jsou k dispozici jako Příloha 4 (pro budovu EA) a Příloha 5 (pro budovu univerzitní auly a knihovny).

6.4. Vizualizace vzniklých modelů

Vizualizace v Google Earth je posledním krokem celého procesu. Vstupem do této fáze jsou modely s aplikovanými texturami. Výstupem této kapitoly budou modely vizualizované v Google Earth se správným umístěním dle skutečných souřadnic.

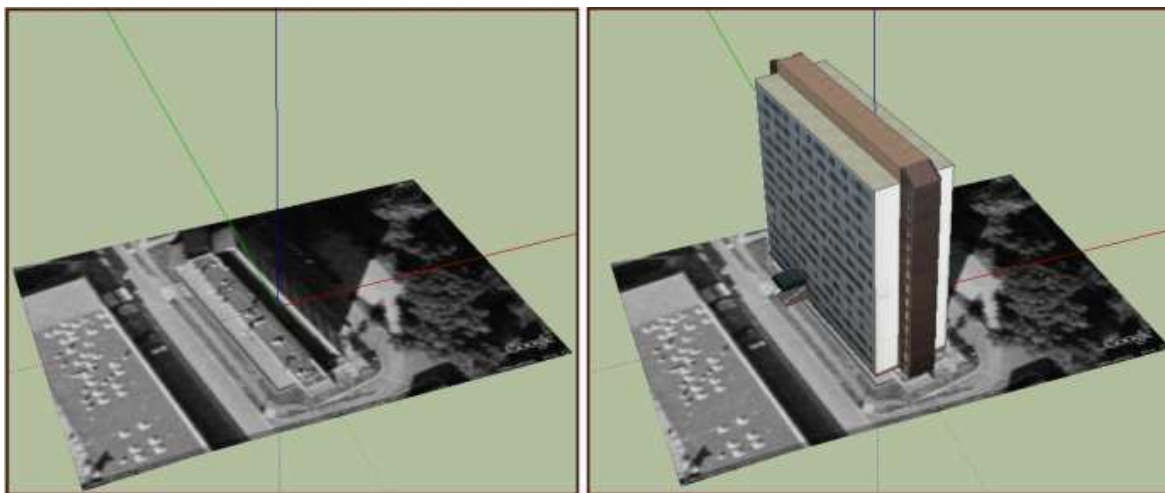
Pro samotnou vizualizaci je nutné mít otevřen současně Google Earth a také Google SketchUp (ten by měl být otevřen jako první, aby nevznikl problém s propojením obou aplikací). Pomocí manuální navigace popř. pomocí vyhledávání bylo nalezeno místo, kam má být budova umístěna. Měřítko použité při tomto vyhledávání není podstatné, ale je důležité zobrazit si náhled tak, aby sever směřoval nahoru monitoru. Obě vybraná umístění jsou zobrazena na Obr. 20.



Obr. 20 - Umístění budov pro vizualizaci, zdroj [51]

Pokud je požadované místo připraveno, je možné použít funkci aplikace Google SketchUp pro import náhledu. Funkce se jmenuje „Get Current View“ a zajistí import vybrané části

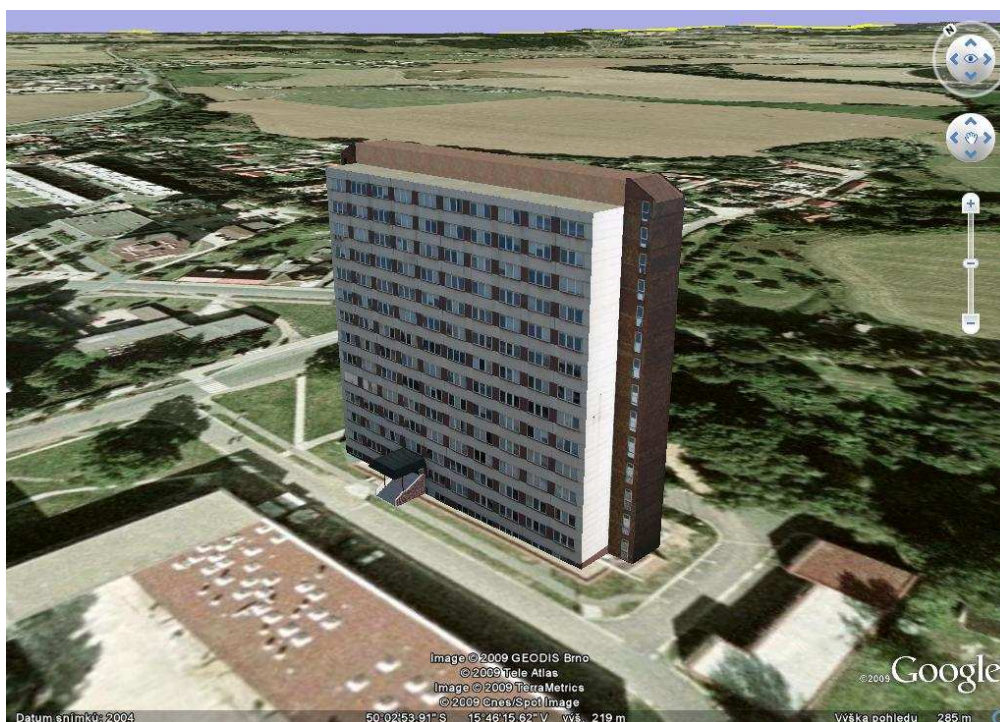
ortofotomapy z Google Earth do Google SketchUp. Jak je vidět vlevo na Obr. 21, importovaný snímek se zobrazí černobíle, ačkoliv byl původně barevný. Je to z důvodu, že barevné snímky terénu nemají licenci pro export. [52] Toto malé omezení však na další práci nemá vliv, jelikož snímky importované do Google SketchUp jsou určeny pouze pro správné umístění modelu. Snímek se vloží do středu souřadnicového systému, jenž používá Google SketchUp, bez ohledu na to, kde se v prostoru model nachází. Následně je na uživateli, aby umístil svůj model podle předlohy na správné místo. Toto umístění zobrazuje pravá část Obr. 21.



Obr. 21 - Import ortofotosnímku (vlevo) a umístění modelu, zdroj vlastní

Umístěním modelu do správného místa ortofotosnímku dojde k převzetí zeměpisných souřadnic a k jejich provázání s modelem. Posledním krokem je již samotná vizualizace v Google Earth. To je možné provést dvěma způsoby. Jednak je za tímto účelem v aplikaci Google SketchUp vytvořená funkce s názvem „Place Model“, která převede snímek s modelem zpět a zobrazí ho správně umístěný v aplikaci Google Earth. Druhou možností je exportovat model společně se snímkem do formátu KMZ, který je přímo podporován aplikací Google Earth, a k jeho zobrazení stačí pouze otevření exportovaného souboru.

Náhled na vizualizovanou budovu EA zakomponovanou v okolí poskytuje Obr. 22. Obdobným postupem byla provedena vizualizace budovy univerzitní auly a knihovny. Pohledy na obě budovy jsou umístěny v přílohách práce (viz Příloha 6 a Příloha 7).



Obr. 22 - Vizualizace budovy EA v aplikaci Google Earth, zdroj vlastní

Aby byly budovy v aplikaci Google Earth viditelné, je potřeba mít zpřístupněnou vrstvu s názvem Prostorově zobrazené budovy. Vizualizované budovy je pak možné prohlížet si v různých měřítcích, z různých úhlů či z různých světových stran.

Vizualizace modelů vytvořených pomocí Google SketchUp je dle [53] v prostředí ArcGIS (ArcScene) možná dvěma způsoby. Prvním z nich je geodatabáze ve formátu ESRI Multipatch, druhým je použití 3D modelu jako symbolu pro bodový jev. Obě metody vizualizace ale vyžadují placenou verzi Google SketchUp Pro.

6.5. Nově vytvořená data

Výstupem práce jsou vizualizované modely vybraných budov univerzitního kampusu. Tyto modely byly umístěny na datové CD, které je přílohou této práce a obsahuje uživatelské rozhraní podporované prohlížeči Internet Explorer a Mozilla Firefox. CD nabízí přehledné odkazy na všechny nově vytvořená data řazená podle fáze zpracování.

Modely bez textur i s texturami, které jsou ve formátu SKP a je možné je otevřít v aplikaci Google SketchUp. Dále CD obsahuje vizualizované modely ve formátu KMZ, které je možné zobrazit v aplikaci Google Earth. Aby bylo možné zobrazit si modely, jsou na CD přiloženy i instalační soubory obou používaných aplikací (Google Earth a Google SketchUp) a to ve verzích, které byly pro práci s modely používané. Pro snazší zobrazení vizualizovaných modelů byla také vytvořena animace obou modelů, která je k dispozici ve formátu WMV. Poslední na CD dostupnou částí je kompletní verze této práce ve formátu PDF.

7. ZÁVĚR

Problematika modelování a vizualizace je velmi důležitá a její využití je velmi široké, ať už se jedná o 2D či 3D. Obecně je možné takto vzniklé modely využít pro vizualizaci interiérů a exteriérů, virtuální prohlídky či situace staveb a komplexů budov do jejich bezprostředního okolí.

K tomuto účelu je využíváno velké množství nástrojů. Ze stejné oblasti jsou i nástroje Google Earth a Google SketchUp, které byly v rámci práce podrobně popsány. V práci nebyl opomenut ani software společnosti ESRI, konkrétně geografického informačního systému ArcGIS, který je v oblasti GIS velmi často používaný. Bylo zjištěno, že jsou podporována propojení mezi zmíněnými aplikacemi a že ArcGIS podporuje možnosti rozšiřování funkcionality díky otevřenosti ArcGIS. Samotné propojení je možné provést pomocí extenzí, jež mají různou funkcionalitu, cenu i výrobce a při výběru záleží pouze na požadavcích uživatele.

V dalších částech práce byly vytvořeny pomocí Google SketchUp dva modely budov kampusu Univerzity Pardubice. Jednalo se o model budovy EA, kde sídlí Fakulta ekonomicko-správní a Fakulta filozofická, a model budovy univerzitní auly a knihovny. Tímto byly ověřeny v praxi teoretické poznatky získané v první části práce. Na vytvořené modely byly aplikovány textury a modely byly vizualizovány pomocí Google Earth.

Vytvořené modely mohou být v budoucnu užity pro usnadnění orientace v rámci virtuálních map univerzitního kampusu či podobných aplikací. Další možností modelů je použití v rámci prezentace a prezentačních materiálů Univerzity Pardubice.

Z uvedených závěrů vyplývá, že problematika byla komplexně popsána a byly vytvořeny konkrétní praktické aplikace, které mohou být v budoucnu dále využity. Cíle definované v úvodu práce tak byly naplněny.

8. LITERATURA

- [1] *Konceptuální popis prostoru* [online]. [2008] [cit. 2009-03-21]. Dostupný z WWW: <labis.vsb.cz/lablis/files/dokumentace/hruba/Prostor_final.doc>.
- [2] *4D* [online]. c2009 [cit. 2009-03-21]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/4D>>.
- [3] *2D vizualizace : Hotel Reflex* [online]. [2008] [cit. 2009-03-31]. Dostupný z WWW: <http://www.vizualizace.com/2d_vizualizace/Hotel_Reflex/hotel_reflex.htm>.
- [4] *Eclosion Design : Vizualizace rodinných domů pro firmu Arae s.r.o.* [online]. [2009] [cit. 2009-03-31]. Dostupný z WWW: <<http://www.eclosiondesign.cz/html/index.php?id=projekty&projekt=vizualizace>>.
- [5] *Cizí slova a pojmy : Studijní opory pro cvičení* [online]. c2009 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <<http://gis.vsb.cz/vojtek/index.php?page=dict/index>>.
- [6] ŽÁRA, Jiří, et al. *Moderní počítačová grafika*. 2. rozš. vyd. Brno : Computer Press, a.s., 2004. 609 s. ISBN 80-251-0454-0.
- [7] KADLČÍKOVÁ, Jana. DMR a jeho vizualizace. In HORÁK, Jiří, DĚRGEL, Pavel, KAPIAS, Adrian. *Symposium GIS Ostrava 2007 : Sborník symposia*. [s.l.] : [s.n.], 2007. Sekce 7. Dostupný z WWW: <http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2007/sbornik/Referaty/Sekce7/Kadlcikova_GIS-Ostrava07.pdf>. ISSN 1213-239X.
- [8] *Vizualizace interiérů* [online]. c2009 [cit. 2009-03-31]. Dostupný z WWW: <<http://www.vizualizace.cz/cz/vizualizace-produkty/vizualizace-interieru/>>.
- [9] *Vizualizace exteriérů* [online]. c2009 [cit. 2009-03-31]. Dostupný z WWW: <<http://www.vizualizace.cz/cz/vizualizace-produkty/vizualizace-exterieu/>>.
- [10] *Animace* [online]. [2008] [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <http://www.4f.cz/vizualizace_animace.html>.
- [11] *Vizualizace - 3D grafika, animace : Virutální prohlídka* [online]. [2008] [cit. 2009-03-31]. Dostupný z WWW: <http://www.4f.cz/vizualizace_virtualni_prohlidka.html>.
- [12] *IPIX Immersive Technology* [online]. c2007 [cit. 2009-03-31]. Dostupný z WWW: <<http://www.ipix.com/technology.html>>.
- [13] *Vizualizace : Vizualizace objekt, průmyslových výrobků, vizualizace schémat* [online]. [2008] [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <http://www.4f.cz/vizualizace_3Dobjekty.html>.
- [14] *Interaktivní 3D model* [online]. [2008] [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <[http://www.cenia.cz/__C12571B20041E945.nsf/\\$pid/MZPMSFGR04X7](http://www.cenia.cz/__C12571B20041E945.nsf/$pid/MZPMSFGR04X7)>.
- [15] *Google Earth* [online]. [2007] [cit. 2009-03-10]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Google_Earth>.

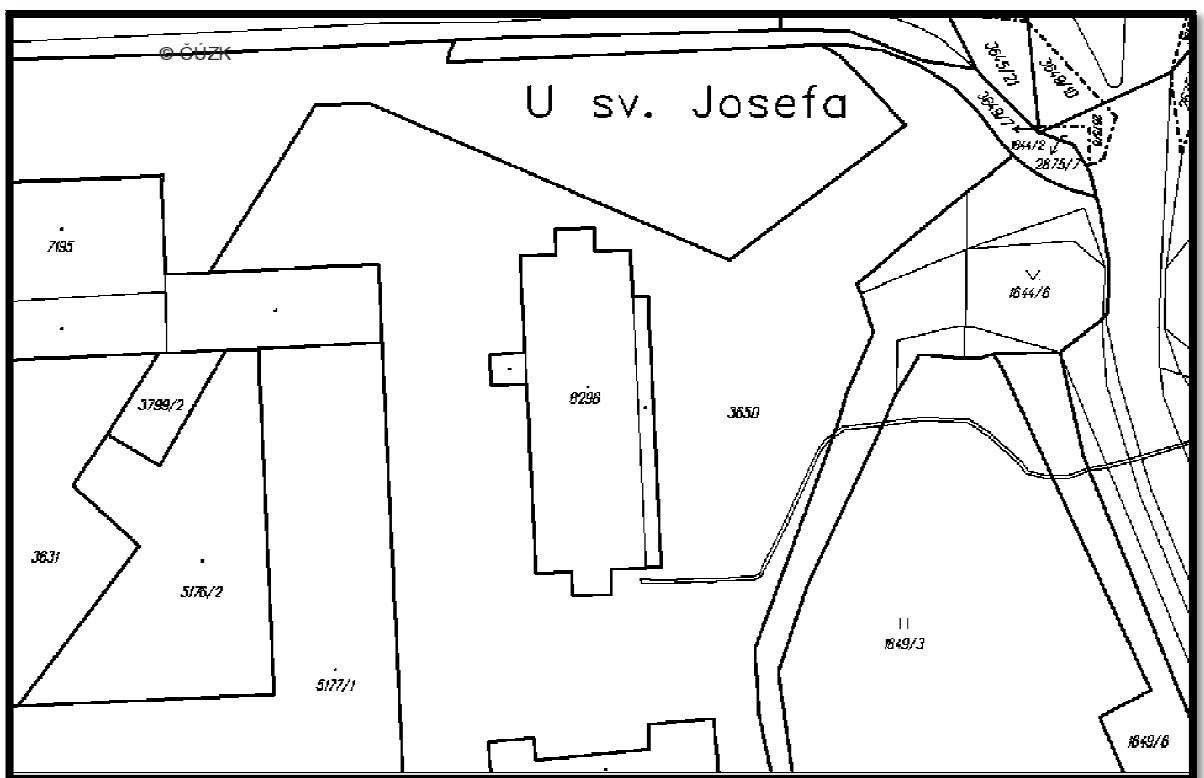
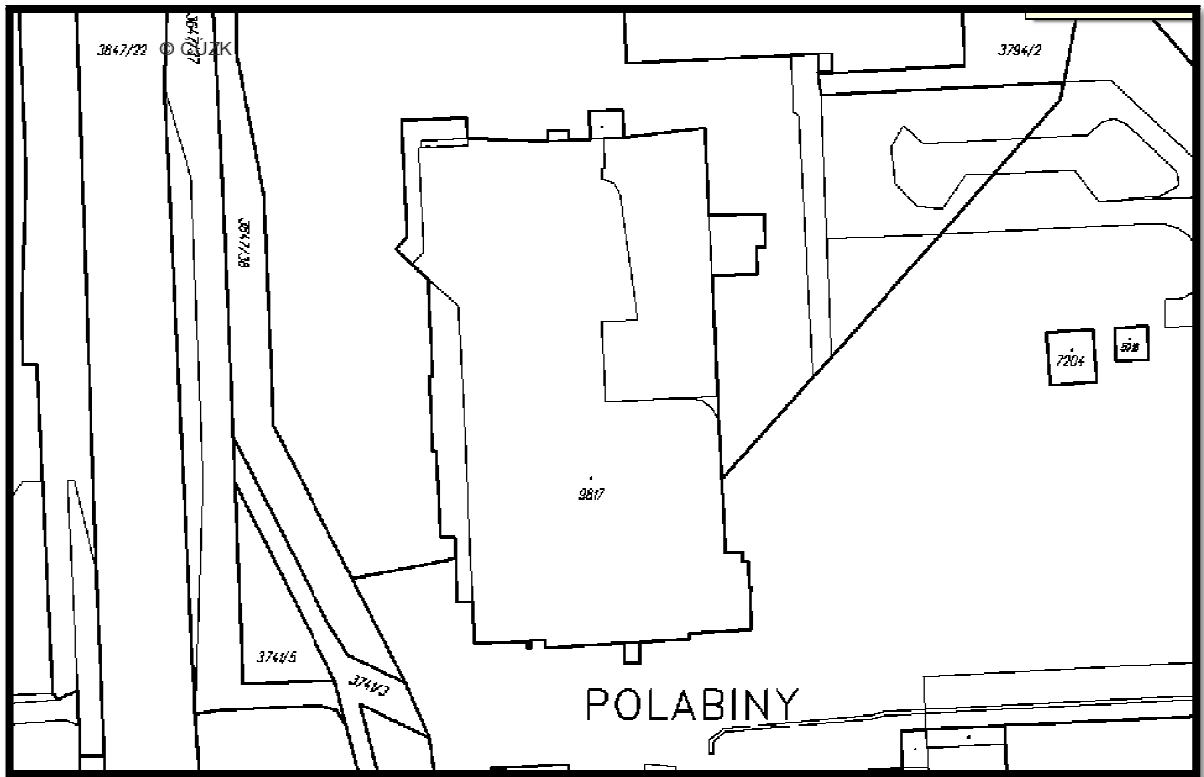
- [16] TAYLOR, Frank. *About Google Earth Imagery* [online]. 2008 [cit. 2009-03-10].
Dostupný z WWW:
<http://www.gearthblog.com/blog/archives/2008/02/about_google_earth_imagery.html>
- [17] *Uživatelská příručka aplikace Google Earth* [online]. c2009 [cit. 2009-03-10]. Dostupný z WWW: <<http://earth.google.com/intl/cs/userguide/v5/>>.
- [18] *Trojrozměrné rozhraní pro zobrazení planety : Co je to jazyk KML?* [online]. c2009 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW:
<<http://earth.google.com/intl/cs/kml/whatiskml.html>>.
- [19] *Open Geospatial Consortium* [online]. 2008 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Open_Geospatial_Consortium>.
- [20] *Keyhole Markup Language* [online]. 2009 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Keyhole_Markup_Language>.
- [21] *Earthquake Hazards Program : Latest Earthquakes: Feeds & Data* [online]. 2009 [cit. 2009-03-16]. Dostupný z WWW: <<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/catalogs/>>.
- [22] *Google Earth* [online]. c2009 [cit. 2009-03-10]. Dostupný z WWW:
<<http://earth.google.com/>>.
- [23] *Produkt a možnosti podpory: Porovnání produktů a podpory aplikace Google Earth* [online]. 2009 [cit. 2009-03-10]. Dostupný z WWW:
<<http://earth.google.com/support/bin/answer.py?hl=cs&answer=27571>>.
- [24] ŠPAČEK, Jiří. CADy pro architekty: Velký přehled systémů a řešení. *Computer Design*. 2005, č. 2, s. 37-44.
- [25] *SketchUp* [online]. [2007] [cit. 2009-03-22]. Dostupný z WWW:
<<http://en.wikipedia.org/wiki/Sketchup>>.
- [26] *3D for Everyone: LayOut2* [online]. c2009 [cit. 2009-03-22]. Dostupný z WWW:
<<http://sketchup.google.com/intl/cs/product/layout.html>>.
- [27] *3D for Everyone: Do you need Pro?* [online]. c2009 [cit. 2009-03-22]. Dostupný z WWW: <<http://sketchup.google.com/intl/cs/product/whygopro.html>>.
- [28] *Galerie 3D objektů Google : Evropa uživatele Google* [online]. c2009 [cit. 2009-03-29].
Dostupný z WWW:
<<http://sketchup.google.com/3dwarehouse/cldetails?mid=39c40f227db27ff6803bf82e60da2461>>.
- [29] *Allplan BIM 2008 Architektura* [online]. c2008 [cit. 2009-02-03]. Dostupný z WWW:
<<http://www.nemetschek.cz/allplan/shared/produkte/allplan-architektur.htm>>.

- [30] ŘEPÍK, Stanislav, PTÁČEK, Roman, POUR, Pavel. *ArchiCAD krok za krokem: 1. díl - studie*. Distributor: Centrum pro podporu počítačové grafiky ČR, s.r.o.. [s.l.] : [s.n.], 2008. 101 s.
- [31] RANDULA, Petr. *ArCon+ 5 : Objektové technologie pro architekty* [online]. [2000] [cit. 2009-02-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.cad.cz/site/architektura/5-00-34.htm>>.
- [32] *Seznamte se s ArcGIS* [online]. c2001 [cit. 2009-04-06]. Dostupný z WWW: <http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2002/char_ArcGIS.pdf>.
- [33] ARCDATA PRAHA : *ArcGIS Desktop* [online]. c2007 [cit. 2009-04-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/esri/arcgis-desktop/>>.
- [34] *Datové formáty v ArcGIS* [online]. [2006] [cit. 2009-04-08]. Dostupný z WWW: <<http://download.arcdata.cz/doc/2006/ArcView.pdf>>.
- [35] PANEC, Petr. *Ověřování možností uživatelského rozšiřování funkcionality aplikací ArcGIS*. [s.l.], 2006. 50 s. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí bakalářské práce Ing. Zdena Dobešová. Dostupný z WWW: <http://www.geoinformatics.upol.cz/studium/bakalarky/Panec2006/Bc_Pr_EB_OOK.pdf>.
- [36] *Arc2Earth* [online]. c2006 [cit. 2009-04-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.arc2earth.com/default.htm>>.
- [37] *Typeconvert : Features* [online]. [2006] [cit. 2009-04-11]. Dostupný z WWW: <<http://typeconvert.geoblogspot.com/Home/features>>.
- [38] *KMLer : Features* [online]. [2006] [cit. 2009-04-11]. Dostupný z WWW: <<http://kmler.geoblogspot.com/Home/features>>.
- [39] *KML Reference* [online]. c2009 [cit. 2009-04-11]. Dostupný z WWW: <<http://code.google.com/intl/cs/apis/kml/documentation/kmlreference.html#region>>
- [40] *ESRI Support Center : Export to KML 2.5.3* [online]. [2009] [cit. 2009-04-11]. Dostupný z WWW: <<http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=14273>>.
- [41] MARTIN, Kevin. *Creating Google Earth KMLs from ArcGIS* [online]. 2006 [cit. 2009-04-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.stolasgeospatial.com/tornado.pdf>>.
- [42] *Spatial Techniques : ET GeoWizards* [online]. [2008] [cit. 2009-04-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.ian-ko.com/>>.
- [43] *CAD to GIS : Ripping ang Georectifying Google Earth Images into ArcGIS* [online]. 2008 [cit. 2009-04-11]. Dostupný z WWW: <<http://cadtogis.blogspot.com/2008/01/ripping-and-georectifying-google-earth.html>>.
- [44] PACINA, Jan, JANEČKA, Karel. *Vizualizace 3D dat v ArcScene* [online]. [2007] [cit. 2009-04-12]. Dostupný z WWW: <<http://gis.zcu.cz/studium/ugi/cviceni/ch07s05.html>>.

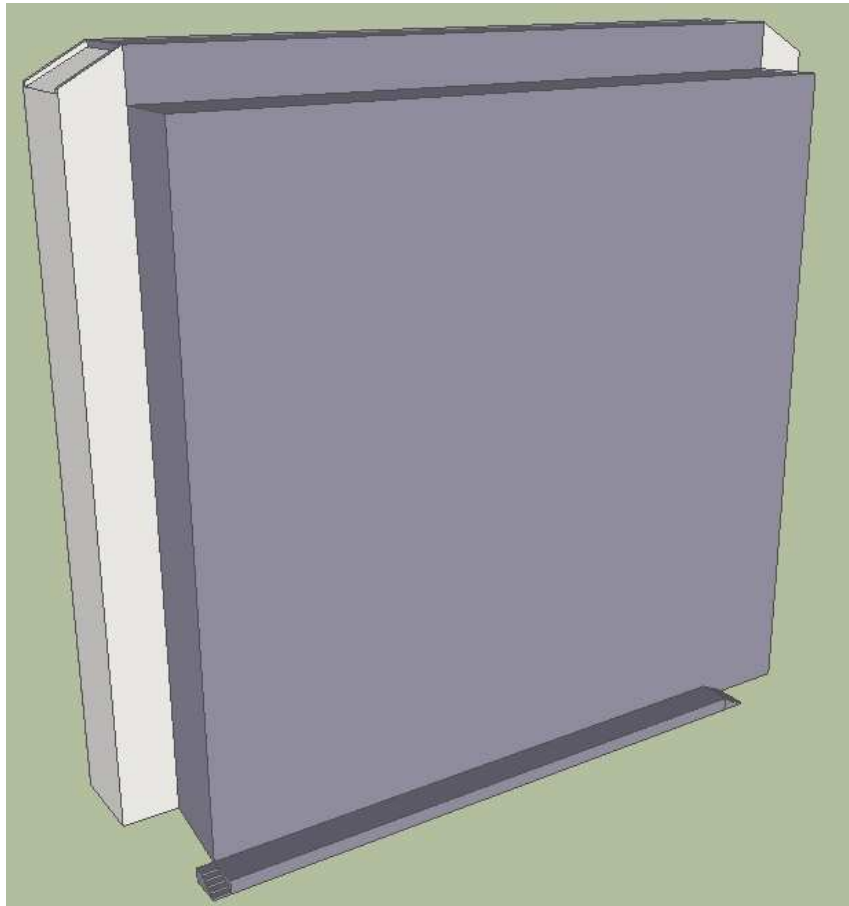
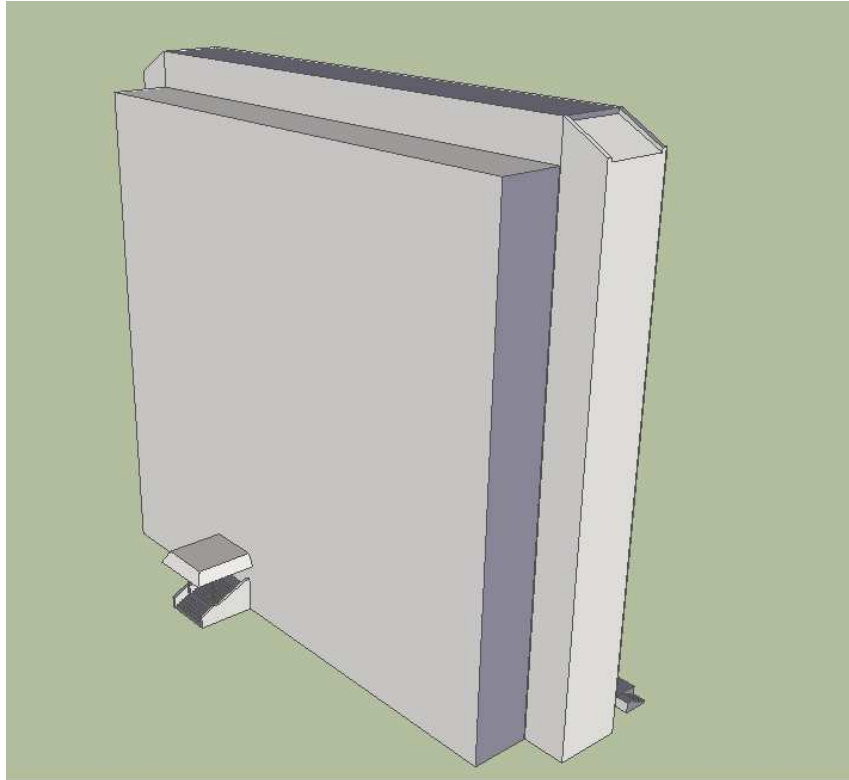
- [45] RYCHTERA, Roman. *ArcGIS Plug-in* [online]. [2007] [cit. 2009-04-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.redreaper.eu/school/AGI/ar01s07.html>>.
- [46] *Nápověda aplikace Google SketchUp a služby Galerie 3D objektů* [online]. c2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.google.com/support/sketchup/bin/static.py?page=faq.html&hl=cs#q5>>.
- [47] *Modeling a City : Tools and techniques for creating your city in Google Earth* [online]. [2006] [cit. 2009-04-15]. Dostupný z WWW: <<http://download.sketchup.com/nonav/images/sud/20061115/ModelingACity.pdf>>.
- [48] *How do I optimize a SketchUp model for Google Earth?* [online]. c2009 [cit. 2009-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://sketchup.google.com/support/bin/answer.py?hl=en&answer=41100>>.
- [49] *Informace k používání mapových služeb Nahlížení a k jejich obsahu* [online]. [2008] [cit. 2009-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://nahlizeni.dokn.cuzk.cz/Napoveda-grafika.aspx>>.
- [50] *Dokumentace k datovým vrstvám : ČR Města*. Vydala společnost Central European Data Agency, a.s.. [s.l.] : [s.n.], [200-]. 16 s.
- [51] *Google Earth* [počítačový program]. Verze 1.2.141.5 pro Windows. 2005 [cit. 2009-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://earth.google.com/>>
- [52] *Why is the Google Earth terrain images black and white in SketchUp?* [online]. c2009 [cit. 2009-04-23]. Dostupný z WWW: <<http://sketchup.google.com/support/bin/answer.py?hl=en&answer=38610>>.
- [53] POPELKA, Stanislav. *Google a ArcGIS : Nové možnosti v 3D vizualizaci*. [s.l.], 2008. 60 s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Kamil Vykopal.

PŘÍLOHY

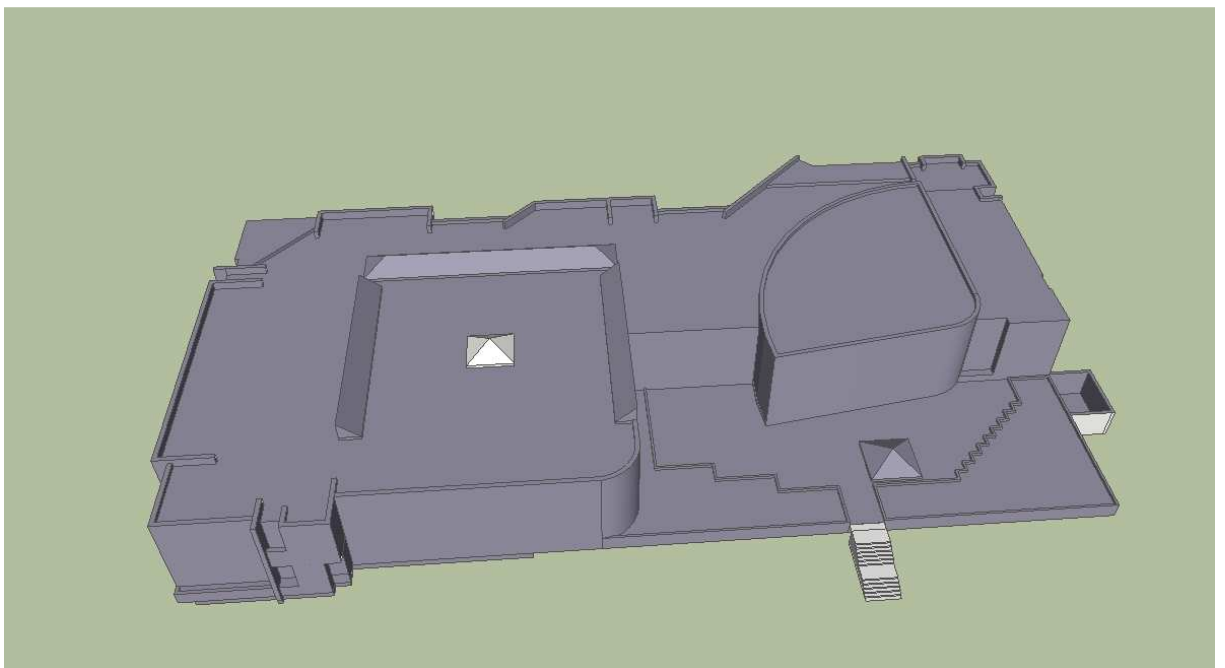
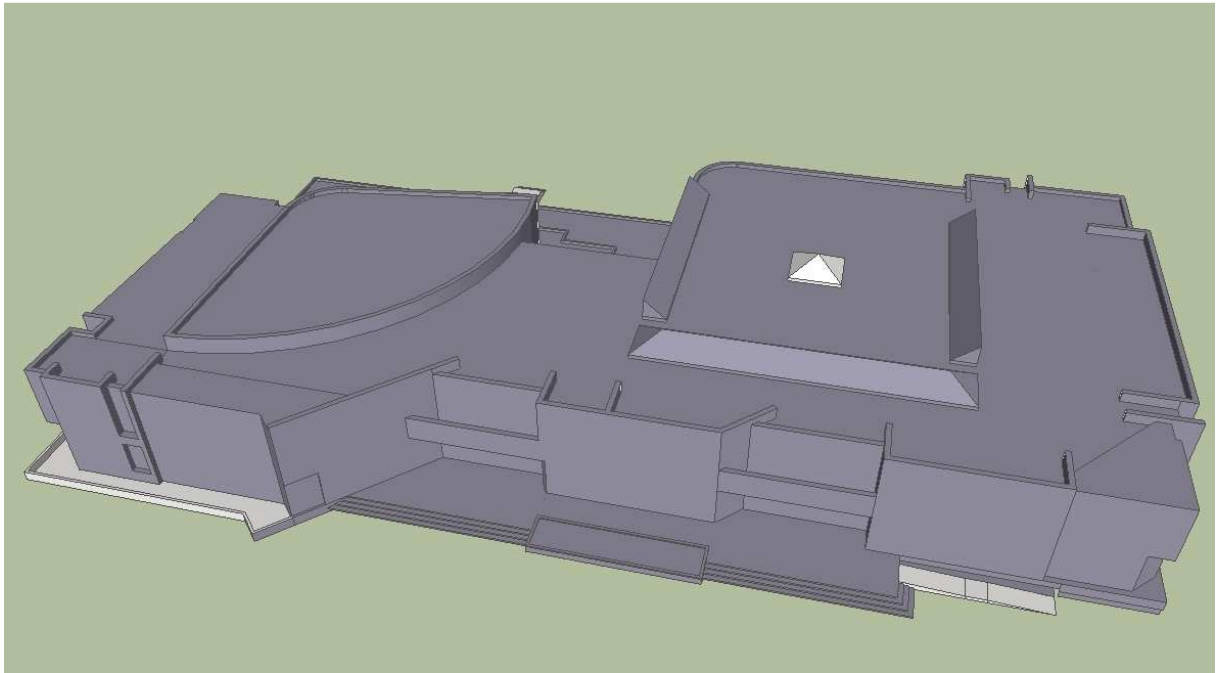
Příloha 1



Příloha 2



Příloha 3



Příloha 4



Příloha 5





Příloha 6



Příloha 7

