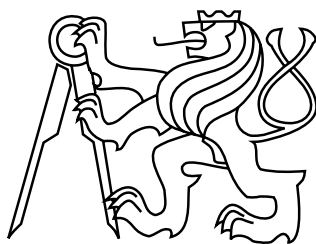


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
OBOR GEOINFORMATIKA



DIPLOMOVÁ PRÁCE

MOŽNOSTI INTERAKTIVNÍ PREZENTACE
PROSTOROVÝCH MODELŮ NA INTERNETU

THE POSSIBILITIES OF INTERACTIVE PRESENTATION OF SPATIAL MODELS
ON THE INTERNET

Vedoucí práce: Ing. Petr Soukup, Ph.D.
Katedra mapování a kartografie

leden 2013

Bc. Miroslav KOPECKÝ



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

studijní program: Geodézie a kartografie
studijní obor: Geoinformatika
akademický rok: 2012/2013

Jméno a příjmení diplomanta: Bc. Miroslav Kopecký
Zadávající katedra: Katedra mapování a kartografie
Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Soukup, Ph.D.
Název diplomové práce: Možnosti interaktivní prezentace prostorových modelů na internetu
Název diplomové práce
v anglickém jazyce: The possibilities of interactive presentation of spatial models on the internet

Rámcový obsah diplomové práce: Přehled dostupných technologií tvorby a prezentace 3D modelů terénu a budov. Možnosti propojení jednotlivých prvků modelů s externími datovými zdroji. Praktická aplikace získaných poznatků při webové prezentaci vybraných modelů.

Datum zadání diplomové práce: 24.9.2012 Termín odevzdání: 21.12.2012
(vyplňte poslední den výuky přísl. semestru)

Diplomovou práci lze zapsat, kromě oboru A, v letním i zimním semestru.

Pokud student neodevzdal diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat diplomovou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu diplomovou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č.111/1998 (SZŘ ČVUT čl 21, odst. 4).

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Soukup
vedoucí diplomové práce

Kopecký
vedoucí katedry

Zadání diplomové práce převzal dne: 24.9.2012

Kopecký
diplomant

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x diplomant, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Nejpozději do konce 2. týdne výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání DP na studijní oddělení a provede zápis údajů týkajících se DP do databáze KOS.

DP zadává katedra nejpozději 1. týden semestru, v němž má student DP zapsanou.

(Směrnice děkana pro realizaci stud. programů a SZZ na FSv ČVUT čl. 5, odst. 7)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Možnosti interaktivní prezentace prostorových modelů na internetu“ jsem vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych vyjádřit poděkování vedoucímu práce Ing. Petru Soukupovi, Ph.D. za pomoc, cenné připomínky, ochotu a především trpělivost v průběhu zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat pánům Ing. Janu Dvořákovi, Ph.D. a Ing. Vladimíru Hamatovi, CSc. z Výpočetního a informačního centra ČVUT za užitečné rady a příklady.

ABSTRAKT

Cílem této práce je vytvořit přehled o dostupných technologiích interaktivní prezentace prostorových modelů v prostředí internetu. Současně jsou také zjišťovány možnosti propojení modelů s externími datovými zdroji, kterými mohou být například informace o daném objektu či internetový odkaz. Získané poznatky jsou prakticky aplikovány a prezentovány na nově vytvořených webových stránkách.

KLÍČOVÁ SLOVA

virtuální realita, interaktivní prezentace, prostorový model, internet

ABSTRACT

The goal of this thesis is to make summary of available web technologies for spatial model interactive presentation. Simultaneously, there are also investigated possibilities of linking models with external data sources as information about the object or hyperlink. The acquired knowledge is applied and presented with the newly created web pages.

KEYWORDS

virtual reality, interactive presentation, spatial model, internet

Obsah

Úvod	8
1 Virtuální realita	9
2 Vybrané souborové typy virtuální reality	11
2.1 VRML	11
2.1.1 Struktura VRML97	12
2.1.2 VRML a interaktivita	13
2.1.3 Ukázka VRML	13
2.2 X3D	15
2.2.1 Zápis X3D	16
2.3 Collada	17
2.4 KML & KMZ	17
3 Tvorba a úprava prostorových modelů	19
3.1 SketchUp	19
3.1.1 Building Maker	20
3.1.2 SketchUp Pro	22
3.2 Cinema 4D	22
3.3 CAD systémy a jejich nadstavby	23
3.4 ArcGIS	24
3.5 Atlas DMT	25
3.6 Shrnutí	27
4 Interaktivní prezentace modelů na webu	28
4.1 Google Earth & Google Earth API	28
4.1.1 3D Warehouse	28
4.1.2 Google Earth - aplikace	29
4.1.3 Google Earth API	32
4.2 SketchUp Web Exporter	33
4.3 Spread3D	33

4.4	Sketchfab	34
4.5	VRML prohlížeče pro web	36
4.6	HTML5	36
4.7	Shrnutí	37
5	Praktické ukázky	38
5.1	Ukázkové scény	38
5.2	Ukázka Google Earth API	40
5.3	Ukázka Web Exporteru	43
5.4	Ukázka Spread3D	43
5.4.1	Zobrazení prostřednictvím lightboxu	44
5.4.2	Zobrazení ve vnořeném okně	45
5.5	Ukázka Sketchfab	45
5.6	Ukázka VRML v prostředí webu	46
5.6.1	VRML s aktivními odkazy	47
	Závěr	49
	Literatura	51
	Seznam zkratk	53
	Seznam obrázků	54
	Seznam příloh	55
A	Elektronická příloha (CD)	56
B	Zdrojové kódy	57
B.1	EarthSkript.js	57
B.2	tvary.wrl	59

Úvod

Jednou z mnoha úloh geodetů, potažmo fotogrammetrů, je i zaměřování a dokumentace stávajících stavebních objektů nebo digitálních modelů terénu (či povrchu). Výstupem mohou být nejrůznější seznamy souřadnic, mapy, příčné řezy, fotoplány anebo také trojrozměrné modely. Právě poslední zmíněná možnost v posledních letech získává na popularitě. To je dáno především rapidně rychlým vývojem dostupné počítačové techniky a možnostmi internetu.

Tato práce si klade za cíl zmapovat a následně prakticky vyzkoušet volně dostupné možnosti, jak interaktivně prezentovat prostorové modely prostřednictvím webových stránek. Slovem „interaktivně“ je míněno to, že zobrazovaný model může uživatel volně otáčet nebo jej popř. přibližovat/oddalovat. Naopak neinteraktivními způsoby prezentace mohou být 2D snímky vytvořeného objektu nebo takzvaný průlet ve formě videa.

Jistou přidanou hodnotu, kterou prostorové modely mohou nabídnout, jsou možnosti přiřadit k jednotlivým částem modelu datovou část (např. metadata). Z tohoto hlediska se tento text snaží nalézt volně dostupné technologie, jak obohatit již existující interaktivní scénu o další, především informativní prvky. Vzhledem k tomu, že by se obecně mělo jednat o statické modely, dynamické možnosti (např. otevírání dveří či proměny modelu v čase) nejsou v oblasti zájmu této práce.

Po představení vhodných typů souborů virtuální reality a programů použitelných při jejich vytváření se tento text zabývá technologiemi interaktivní prezentace vytvořených modelů na webu. Praktické zkušenosti s těmito postupy jsou popsány v poslední kapitole. K tomuto účelu byly zřízeny webové stránky

<http://geo3.fsv.cvut.cz/dp/kopeccky>,

kde jsou ke shlédnutí výsledky praktické části.

Jistým omezením je, že se tato práce zabývá možnostmi, které jsou dostupné pro operační systémy Windows a výhradně pro PC. Jinými slovy, získané poznatky nejsou vyzkoušeny na jiných operačních systémech či např. mobilních telefonech.

1 Virtuální realita

Virtuální realita je pojmem, který se objevuje stále častěji ve slovnících nej-různějších počítačových uživatelů. Ještě poměrně nedávno si většina lidí pod tímto pojmem představila hi-tech laboratoř s vědcem v helmě a v kombinéze, poseté nej-různějšími senzory, ponořeným do uměle vytvořeného světa. Tato představa je však z dnešního pohledu poněkud extrémní.

Co si tedy pod pojmem virtuální realita (VR) představit? Leccos napoví samotný význam jednotlivých slov. Pojem „virtuální“ značí něco zdánlivého, neskutečného, „realita“ se dá vyjádřit jako skutečný svět, ve kterém žijeme. Prakticky si tak VR můžeme vysvětlit jako „blízkou realitu“, která v menší či větší míře napodobuje skutečnost a která nějakým způsobem reaguje na podněty jejího návštěvníka (tzv. avatara¹).

V počítačovém světě tak VR může na jedné straně představovat propracovaný svět některé z MMORPG² her, na straně druhé jednoduché diskusní fórum zaměřené např. na zahrádkářství nebo se také může jednat o trenažér dopravního letadla za milióny korun, který piloti používají při výcviku. Ke vstupu do virtuálního světa však mnohdy stačí obyčejná myš, klávesnice, monitor, popř. reproduktory, tedy základní vybavení běžného počítače či laptopu. Ve složitějších případech je potřeba např. joystick, 3D brýle, helma pro virtuální realitu, rukavice nebo oblek pokrytý senzory [1].

S virtuální realitou se dnes můžeme setkat v nejrůznějších oborech lidské činnosti:

- *armáda a letectví*
- *medicína*
- *vzdělávání a věda*
- *architektura*
- *zábavní průmysl*
- *obchod (reality, turismus, ...)*
- a další...

¹Reprezentace uživatele ve virtuálním světě

²Massively Multiplayer Online Role-Playing Game

Je tak nasnadě, že za virtuální realitu můžeme považovat i tvorbu a zobrazování výsledků geodetických či fotogrammetrických měření, a to jak ve dvou (geometrické plány, fotomapy), tak samozřejmě ve třech rozměrech (stavební objekty, digitální modely terénu). Rapidní vývoj procesorů, pamětí a grafických karet běžných počítačů a především možností internetu v posledních letech umožnil vytvářet, upravovat a interaktivně si prohlížet vlastní či převzaté trojrozměrné modely prakticky z pohodlí domova.

2 Vybrané souborové typy virtuální reality

Prakticky každá firma, která se kdy zabývala 3D aplikacemi, si vyvíjela vlastní souborový formát pro popis scén a objektů. Vesměs se jedná o binárně kódované soubory, které jiné, než „domovské“ programy, přečtou velmi obtížně. S rozvojem internetu a vzájemné komunikace mezi aplikacemi vznikla snaha o vytvoření formátů, které mají textový zápis a jsou tak jednoznačně čitelné pro všechny. O některých z nich, z hlediska zaměření této práce, bude tato kapitola.

2.1 VRML

VRML (*Virtual Reality Modelling Language*) [2], jak už výklad zkratky naznačuje, je jazyk, který byl navržen pro popis trojrozměrných scén v aplikacích pro zobrazování virtuální reality. Ty mohou obsahovat jak pasivní, tak i aktivní objekty, včetně popisu povrchových vlastností těles a jejich nasvícení a ozvučení. Soubory typu VRML, které mají většinou koncovku **.wrl** (popř. po komprimaci **.wgz**), jsou textové, což umožňuje přímý zásah do struktury souboru pomocí běžného textového editoru nebo jednoduché spojování více scén do jedné³.

Prvopočátky jazyka sahají do 80. let 20. století, na jejichž konci programátoři firmy Silicon Graphics, Inc. navrhli knihovnu pro práci s 3D objekty nazvanou *Inventor* jako nadstavbu grafické knihovny *GL*. Na začátku 90. let se vznikem nové grafické knihovny *OpenGL* přichází i nová aplikační knihovna *OpenInventor*. Právě na jejích základech definuje roku 1995 Silicon Graphics formát VRML verze 1.0, který *OpenInventor* rozšiřuje o možnost využívání prostorových dat z prostředí internetu. V roce 1997 vzniká verze 2.0, která zásadně rozšiřuje možnosti tohoto jazyka. Téhož roku je VRML97, jak je verze 2.0 běžně označována, přijat za normu ISO⁴.

³Zjednodušeně řečeno stačí pouze z připojovaných souborů odmazat hlavičku

⁴ISO/IEC 14772-1:1997

2.1.1 Struktura VRML97

Popis scény ve VRML je jakýmsi stromem s hierarchickou strukturou, kde samotné definice objektů jsou umístěny v uzlech a listech (ve VRML se rovněž nazývají uzly) tohoto stromu. Každý uzel může být potomkem a zároveň i rodičem jiných uzlů. Tento způsob zápisu tzv. vnořováním usnadňuje manipulaci jak s jednotlivými objekty, tak i s celou jejich skupinou.

Každý VRML soubor musí mít na prvním řádku zapsanou hlavičku, která obsahuje tři části: označení typu souboru, specifikaci verze a konečně specifikaci kódování. Dle standardu je vyžadováno kódování UTF-8. Pro verzi 2.0 by tak hlavička měla vypadat následovně:

```
#VRML V2.0 utf8
```

Uzly ve VRML je možno rozdělit na uzly *statické* a *dynamické* [3]. Přičemž každý má specifické atributy. Statické uzly lze následovně rozdělit:

- *geometrické*
 - popis geometrických parametrů (tvar a velikost)
- *vlastností*
 - definice vlastností objektů (barva, souřadnice)
- *vzhledu*
 - popis povrchu objektů (materiály, textury)
- *světlo a zvuk*
 - definice světelných a zvukových zdrojů
- *speciální*
 - uzly pro zvláštní použití
- *skupinové*
 - uzly sdružující jiné uzly do skupin

Dynamické uzly jsou schopny generovat události, které mohou přímo nebo zprostředkovaně změnit stav ostatních uzlů. Lze je rozdělit do tří skupin:

- *interpolátory*
 - převod vstupní hodnoty na hodnotu jiného typu

- *manipulátory*
 - převod posuvného pohybu myši na pohyb objektu
- *senzory*
 - generují výstupní události jako reakci na akci avatara

VRML, protože je svým způsobem programovací jazyk, definuje vlastní datové typy. Některé jsou obdobné jako u jiných jazyků (např. SFFloat, SFBool), jiné jsou specifické pro VRML (např. SFNode). Navíc se zde rozlišují datové typy, které mohou obsahovat pouze jednu hodnotu (předpona SF - *single field*) a které obsahují hodnot více (MF - *multiple field*).

2.1.2 VRML a interaktivita

Dynamické uzly tak umožňují interaktivní chování modelu v podobě nějaké akce (např. otevření dveří, spuštění zvukového efektu či změna světelného zdroje). Ovšem tyto interakce nejsou v oblasti geodézie a fotogrammetrie bezpodmínečně zapotřebí. Zde postačí jednoduchá reakce modelu, že po kliknutí na příslušnou jeho část se zobrazí např. text s příslušnými informacemi. A nezáleží, zda přímo v modelu či například v novém panelu webového prohlížeče.

Ovšem zásadním problémem na cestě k interaktivitě modelu je velká složitost zprovoznění jeho dynamických částí. V nekomerční sféře je tak prakticky jedinou možností dané reakce naprogramovat přímo ve zdrojovém kódu modelu. Zde však vyvstává další úskalí. Téměř každý editor prostorových modelů má vlastní způsob zápisu scény a export do VRML (či jiných výměnných formátů) je stále spíše na experimentální úrovni. Může se tak stát, že vytvořený model nemusí být úplně shodný s předlohou (např. špatně umístěné či chybějící textury) nebo vygenerovaný kód je natolik chaotický, že případný zásah programátora by si vyžádal nemálo času jen k samotnému rozluštění „co je co“.

2.1.3 Ukázka VRML

Následuje ukázka zápisu jednoduché scény (obr. 2.1), která obsahuje modrý kvádr, který vznikl transformací krychle:

```

#VRML V2.0 utf8
# metainformace o trojrozměrné scéně
WorldInfo {
    title "Kvádr"
    info ["autor: Miroslav Kopecký, 2012"
        "vytvořeno jako ukázka k diplomové práci"]
}

# nastavení barvy pozadí
Background {
    skyColor [0.5 0.5 0.5]
}

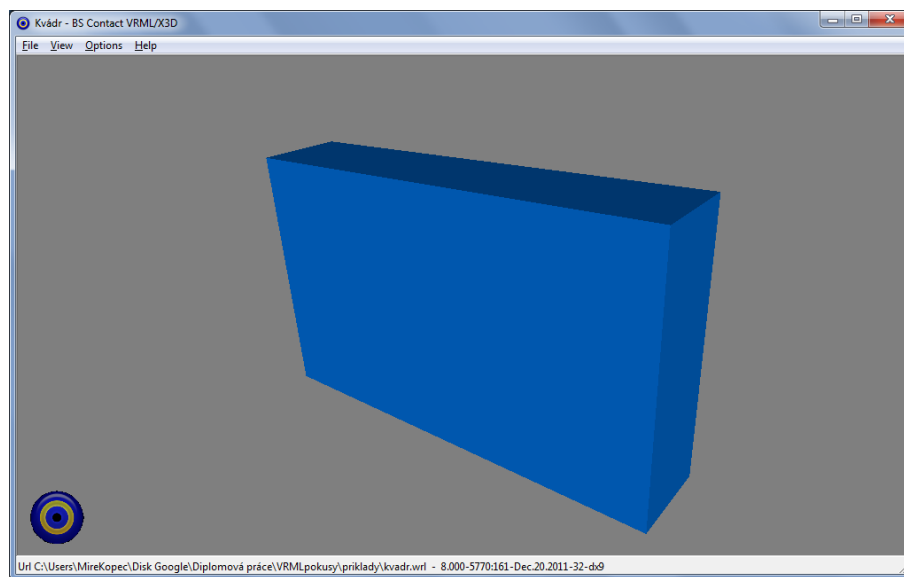
# transformace aplikována na všechny poduzly
Transform {
    translation 0 1 0          # posun
    rotation    0 1 0 0.785   # rotace o 45 stupňů podle osy y
    scale       1 3 5         # protažení os

    children [

        Shape {
            appearance Appearance {
                material Material {
                    diffuseColor 0.0 0.5 1.0
                    specularColor 1.0 1.0 1.0
                    shininess 0.8
                }
            }
        }

        # původní tvar – krychle 2x2x2 metry
        geometry Box {
        }
    ]
}

```



Obr. 2.1: Ukázka jednoduché VRML scény

V současné době, i díky nástupci X3D (následující oddíl), je formát VRML považován spíše za přežitý, ačkoliv je stále v hojné míře využíván jako výměnný formát.

Jednoduchý příklad interaktivního chování VRML modelu je popsán v rámci kapitoly 5.6.1.

2.2 X3D

VRML nabízí mnoho zajímavých možností, jak popsat danou scénu, nicméně v některých oblastech pokulhává. To se týká především nemožnosti popisu plošných tvarů nebo přímé podpory NURBS⁵. Proto byl krátce po vydání specifikace VRML97 představen nový formát pro popis prostorových scén *Extensible 3D*, známý také pod zkratkou X3D, který si s těmito nedostatky umí poradit [2], [4]. Tento jazyk byl roku 2004 přijat jako norma⁶.

Slovo „extensible“ v názvu napovídá, že se jedná o formát založený na obecně populárním značkovacím jazyce XML. Ve skutečnosti se však dá soubor X3D (s koncovkou **.x3d**) ukládat ve dvou možných formátech. První je založen na klasickém VRML97, druhý v běžné struktuře XML. Z praktického hlediska (uspořádání

⁵Non-Uniform Rational B-Splines/B-Surfaces - model pro generování obecných křivek/ploch

⁶ISO/IEC 19775

stromu) si jsou oba formáty rovnocenné, snad jediným rozdílem, avšak nepodstatným, je větší „upovídánost“ souboru napsaného v XML. Výhodou tohoto dvojího uspořádání souboru je možnost u uživatelů, ať už z různých důvodů, preferujících VRML zachovat rutinu. U nově vznikajících aplikací je však vhodnější přejít na formát XML.

2.2.1 Zápis X3D

Jak už je napsáno v předchozím odstavci, scénu X3D je možno zapsat dvěma rovnocennými způsoby. Takto by vypadal zápis části scény, ve které je žlutý válec, podle zápisu VRML97:

```

Transform {
  children Shape {
    appearance Appearance {
      material Material {
        diffuseColor 1 1 0
      }
    }
    geometry {
      Cylinder {
        height 0.2
        radius 0.8
      }
    }
  }
}

```

A takto pomocí XML:

```

<Transform>
  <Shape>
    <Appearance>
      <Material diffuseColor="1 1 0"/>
    </Appearance>
    <Cylinder height="0.2" radius="0.8"/>
  </Shape>
</Transform>

```


2.3 Collada

Collada (*COLLAB*orative *DESIGN* Activity) [5] je dalším na XML založeným formátem, který umí popisovat prostorové objekty a také animace. Byl vyvinut v roce 2004 firmou Sony Computer Entertainment jako oficiální formát pro PlayStation 3 a PlayStation Portable. Nyní je tento formát spravován skupinou Khronos Group, která se zabývá otevřenými standardy pro API.

Collada se však uchytila i jako výměnný formát trojrozměrných dat a dnes je podporována všemi významnějšími 3D programy i některými VRML prohlížeči. Má koncovku **.dae** (*digital asset exchange*) a oproti X3D má poněkud striktnější, databázi podobnou, formu vnořování zápisu do klíčových uzlů, které mezi sebou vzájemně komunikují:

- `<library_geometries>` - geometrie
- `<library_materials>` - materiály
- `<library_light>` - osvětlení
- `<library_camera>` - pozorovatel
- a další...

2.4 KML & KMZ

KML, neboli *Keyhole Markup Language*, je jazyk rovněž založený na metajazyce XML. Byl vyvinut firmou Keyhole, Inc. jako rozhraní (API) pro její aplikaci virtuálního glóbu *Earth Viewer*. V roce 2004 byla firma zakoupena gigantem Google, Inc. a její produkt přejmenovala na *Google Earth*. KML tak primárně využívají aplikace firmy Google, především *Google Earth* (globus), *Google Maps* (webový mapový server) a také jejich mobilní verze.

Jazyk KML je tedy především určen pro publikaci a distribuci geografických dat. Jeho popularitu i mezi odbornou veřejností dokazuje rok 2008, kdy byl KML ve verzi 2.2 přijat jako standard OGC (Open Geospatial Consortium). K lokalizaci geoprvků je využíván celosvětový souřadnicový systém WGS84. Pokud je uvedena výška (implicitně se uvádí $H = 0$ m), tak ke vztažnému systému EGM96. Soubor

také může specifikovat směr pozorování i polohu samotného pozorovatele, což jsou informace využitelné především v aplikaci *Google Earth* a jeho API pro webové prohlížeče (více viz 4.1).

Soubor může nést informaci v podobě ukazatelů, geometrických prvků (bod, linie, polygon), jejich popisu, obrázků, časového určení a v neposlední řadě 3D modelů.

Soubory mají primárně příponu **.kml** a jedná se o textový soubor ve formátu XML. Geoinformace (včetně prostorových modelů) mohou však být distribuovány s příponou **.kmz**, což je vlastně datový archiv s přejmenovanou příponou **.zip**. Ten standardně obsahuje kořenový soubor "**doc.kml**", a také složku s dalšími daty (obrázky, ikony, 3D modely), na kterou odkazuje. Součástí souboru může být i tzv. vyskakovací bublina, která může obsahovat různé komentáře k danému jevu a také i hypertextový odkaz k dalším informacím.

Zde stojí za zmínku, že samotný prostorový model, na který kořenový soubor odkazuje, je uložen ve formátu Collada. KML je tak vlastně „pouze“ prostředníkem k vizualizaci modelu, který je uložen v jiném prostorovém formátu.

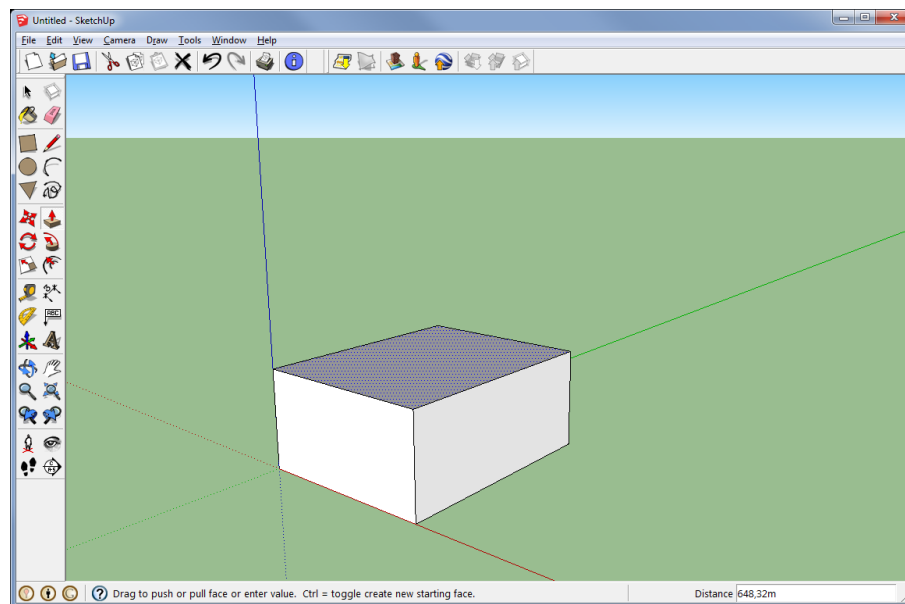
KML/KMZ je z hlediska zájmu této práce vhodný především pro prezentaci stávajících budov nebo například pro vizualizaci záměrů architektů či developerů v prostředí *Google Earth*.

3 Tvorba a úprava prostorových modelů

Nyní se následující text zaměří na vybrané programy, které mají možnost výstupu některého z výše uvedených datových typů. Některé jsou přímo zaměřeny na tvorbu a manipulaci s 3D modely, jiné, jako například mocný geoinformační nástroj ArcGIS (kap. 3.4), mají tuto možnost „jen tak mimochodem“.

3.1 SketchUp

SketchUp je desktopová aplikace pro tvorbu, úpravu a vizualizaci 3D modelů. Toho času (podzim 2012) je software spravován společností Trimble, která působí také v oblasti geodézie. Ta program odkoupila v létě 2012 od firmy Google, což se zatím naštěstí neprojevílo do funkčnosti propojení aplikace s dalšími produkty tohoto giganta. Jako zatím poslední byla uvedena verze s pořadovým číslem 8, která je dostupná jak pro operační systém Windows XP (a vyšší), tak pro Mac OS X [6].



Obr. 3.1: Prostředí aplikace Trimble SketchUp

Program je určen jak pro profesionály, ať už se jedná o architekty, stavební či strojní inženýry nebo filmové a herní tvůrce, tak i pro širokou škálu laické veřejnosti. Poměrně velká popularita tohoto nástroje tkví v jednoduchosti a intuitivním ovládní. Za přímo revoluční lze považovat nástroj *Push/Pull*, který jednoduchým

tažením udělá z dvourozměrné plochy 3D těleso. SketchUp je držitelem patentu [7] k této technologii.

Každý model je složen pouze ze dvou druhů prvků: hran a ploch. Hrany jsou rovné čáry, které když jsou spojeny do jednoho lomeného oblouku a zároveň leží všechny ve stejné rovině, vznikne plocha. Například trojúhelníková plocha vznikne spojením tří hran. Program obsahuje mnoho tradičních nástrojů pro tvorbu modelů, včetně možnosti polepení jednotlivých ploch texturami, nicméně intuitivita, která je umocněna povedeným videotutoriálem na webových stránkách programu, zajišťuje oproti jiným 3D editorům aplikaci SketchUp širokou fanouškovskou základnu.

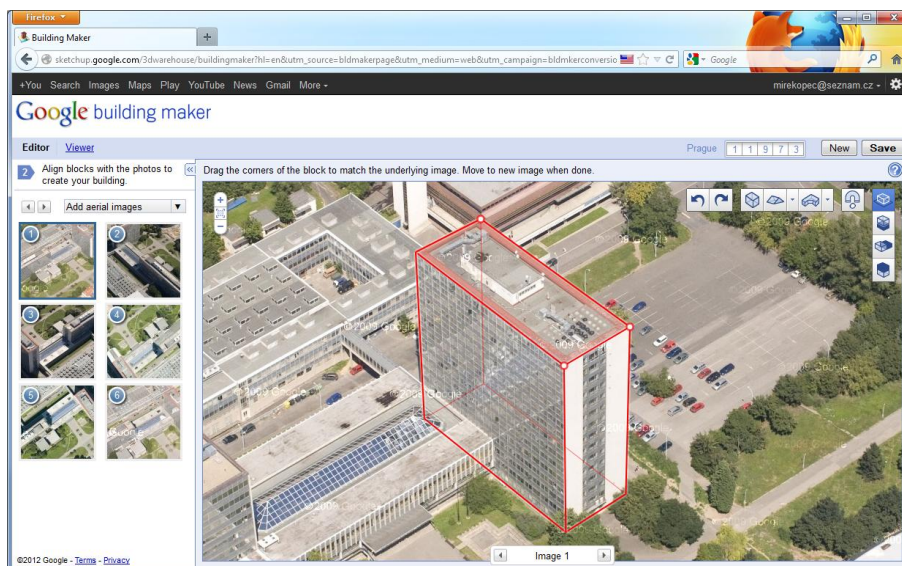
Program umožňuje hotové modely sdílet na webové galerii Trimble 3D Warehouse [8] a naopak si hotové modely (i od jiných autorů) do aplikace stáhnout. Což usnadní práci např. bytovým designerům, kteří jen umístí hotovou židli do vytvořeného interiéru, namísto aby tvořili vlastní. K přístupu do galerie stačí jen být registrován ve službách Google.

Základní volně dostupná verze nabízí export modelu buď formou screenshotů v klasických formátech jako TIFF, GIF, PNG nebo JPEG nebo v 3D formátech. Tím je buď Collada nebo KMZ. Export do posledně jmenovaného formátu je umožněn díky přímému propojení s aplikací Google Earth (více viz 4.1), kdy se nahraje pod model potřebný výřez ortofotomapy a tím je de facto model, samozřejmě po jeho pootočení a zarovnání v terénu, geolokalizován. Pokud v blízkosti modelu existují data ze služby *Street View*, je možno odtud získat reálné fototextury. Tato služba má jistě smysl pouze u existujících stavebních objektů

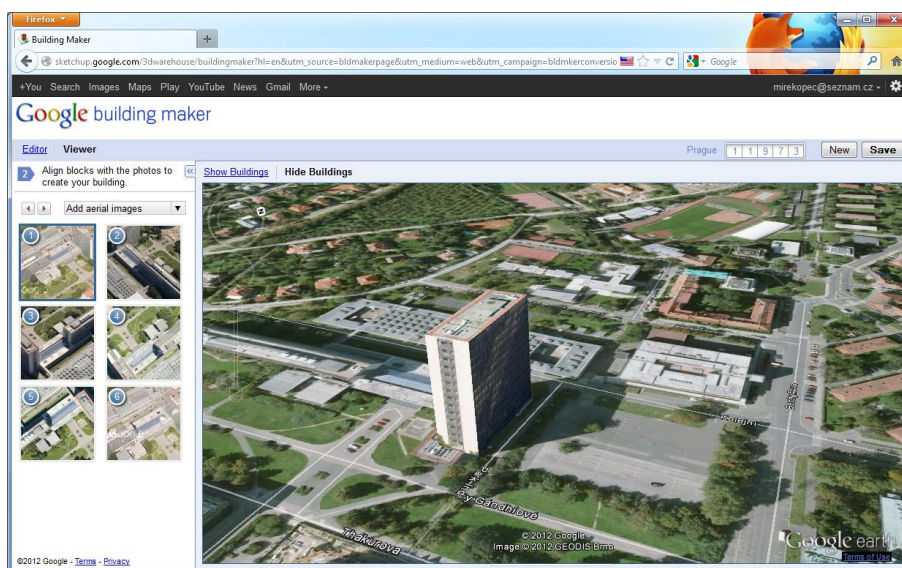
3.1.1 Building Maker

Jistým ulehčením práce při modelování reálné budovy je služba *Building Maker* [9], kterou spravuje společnost Google. Ta je založena na následujícím principu. Ve vybraných částech světa (včetně širšího centra Prahy) jsou k dispozici snímky z tzv. „ptačích pohledů“, které jsou známé např. i ze serveru *mapy.cz*, a sada geometrických primitiv (hranolů). Ty se umísťují do jednotlivých snímků (pohledů) a zarovnávají dle potřeby (obr. 3.2). Funguje to tak, že se na stěny hranolů „nalepí“ a natransformují textury z jednotlivých pohledů.

Výsledný model (obr. 3.3) je velmi jednoduchou, ale mnohdy dostačující, reprezentací modelované budovy. Registrovaný uživatel může takto vytvořený model buď uložit přímo do galerie 3D Warehouse nebo jej může dále upravovat v prostředí SketchUp.



Obr. 3.2: Tvorba modelu v Building Maker



Obr. 3.3: Preview modelu v Building Maker

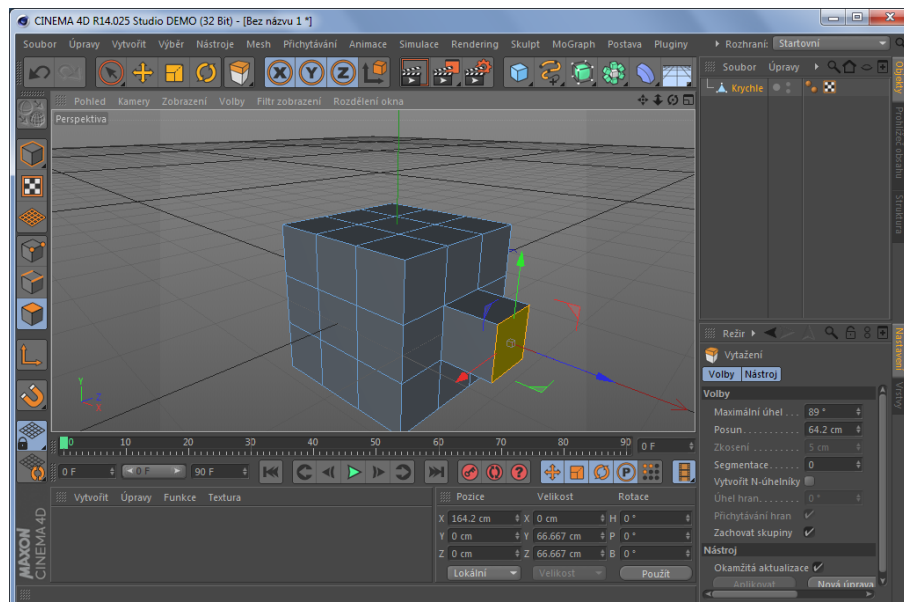
3.1.2 SketchUp Pro

SketchUp nabízí i profesionální verzi, která přidává k základním (ale v mnoha ohledech dostačujícím) funkcím další možnosti. Za poplatek 495 USD tak uživatel může získat mj. podporu dalších podporovaných grafických formátů jak na vstupu (např. CAD formáty jako DWG nebo DXF), tak i na výstupu (z našeho pohledu je nejzajímavější VRML). Dále aplikace umožňuje tvořit dynamické prvky a nastavit tak specifické chování modelu včetně animací. Profesionální verze také nabízí širokou podporu v tvorbě dokumentace a tiskových výstupů.

Na stránkách programu je možno si stáhnout plně funkční trial verzi na osm hodin běhu.

3.2 Cinema 4D

Cinema 4D [10] vyvíjený firmou MAXON je komplexní nástroj pro modelování, vizualizaci a animování v 3D prostředí. V současné době je na trhu verze R14, která je odstupňovaná dle jednotlivých možností na 4 produkty: *Prime* (základní), *Broadcast*, *Visualize* a *Studio*.



Obr. 3.4: Prostředí aplikace Cinema 4D R14

Software umožňuje tvorbu jak 2D, tak 3D primitiv včetně složitějších NURBS útvarů. Dále umožňuje do scény přidávat světelné zdroje, nastavovat samotné prostředí scény či umísťovat kamery pro potřeby animace. Texturování jednotlivých povrchů je samozřejmostí. Je tak vhodný především pro architekty, designéry či animátory.

Samotné ovládání, i díky nesčetnému množství funkcí a zadavatelných parametrů, se jeví v porovnání se SketchUpem poněkud složitě. Program má však širokou podporu v podobě nesčetného množství článků, výukových materiálů, testů a videonávodů. Pod na první pohled velmi tvrdou slupkou se tak skrývá velmi mocný nástroj v oblasti 3D modelování, zvláště, pokud je uživatel znalý problematiky a úskalí virtuální reality.

Software je nabízen i v české mutaci a je možno si ze stránek programu stáhnout a vyzkoušet demoverzi (obr. 3.4), ovšem bez možnosti ukládat.

3.3 CAD systémy a jejich nadstavby

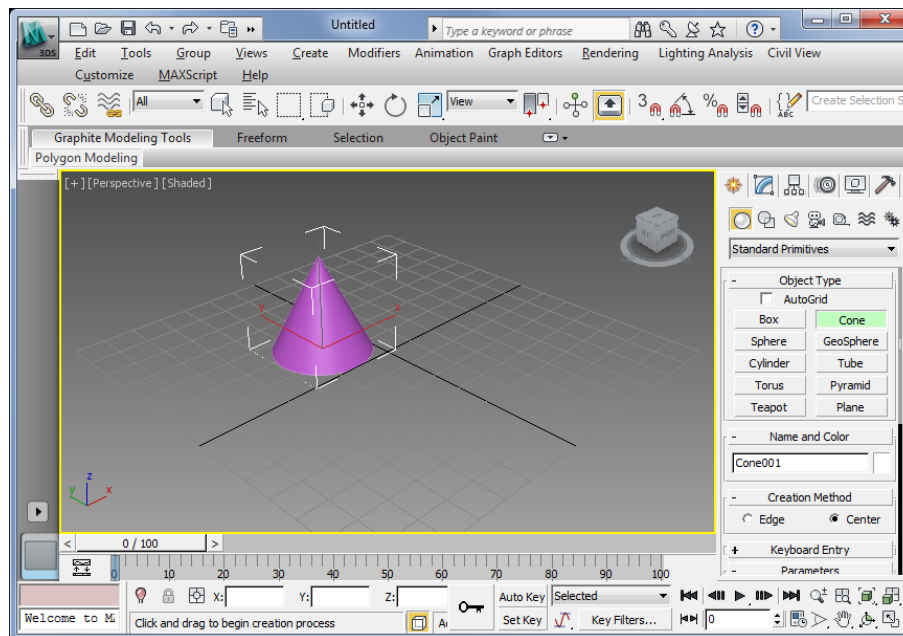
Zkratku CAD (*Computer-Aided Design*) si lze v češtině vyložit jako „počítačem podporované projektování“. CAD programy, obsahující grafické, geometrické či matematické nástroje, se zabývají tvorbou plošných výkresů a také modelováním objektů a dějů. Obecně tak lze CAD rozdělit na 2D a 3D systémy. Díky velkému rozšíření a nejrůznějším specializacím lze s nadsázkou tvrdit, že CAD způsobil ústup rýsovacích prken a stolů do ústraní.

V současné době existuje v této oblasti mnoho softwarových hráčů⁷ se svými produkty:

- AutoCAD
- ArchiCAD
- Allplan
- Microstation
- ProgeCAD
- a další...

⁷Někdy je mezi CAD programy zařazován i SketchUp

Mnoho výrobců CAD systémů nabízí i specializované programy přímo pro tvorbu 3D scén. Například softwarová společnost Autodesk, výrobce AutoCADu, nabízí mezi svými produkty nástroje Maya nebo 3ds Max (obr. 3.5).



Obr. 3.5: Prostředí aplikace 3ds Max Design

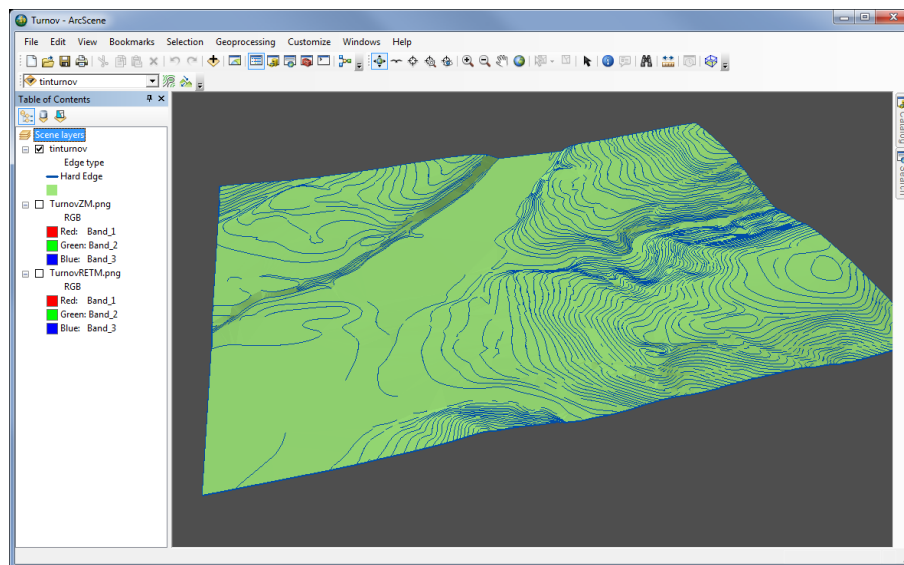
3.4 ArcGIS

Zatímco předchozí zmíněné programy byly vhodné spíše pro prostorové modely typu budova či socha, pro tvorbu digitálního modelu terénu jsou vhodné spíše programy typu GIS. Patrně celosvětově nejpoužívanějším nástrojem v této oblasti je sada aplikací ArcGIS for Desktop [11] vyvíjená ESRI, která zvládá širokou škálu nejrůznějších úloh z oblasti geoinformatiky od výpočetních analýz po profesionální kartografickou prezentaci výsledků. ArcGIS umí pracovat jak s rastrovými, tak i vektorovými daty.

Toho času je na trhu verze 10.1, kterou si mohou studenti Stavební fakulty ČVUT nainstalovat a zaktivovat v rámci školní licence. Základními (vzájemně propojenými) nástroji jsou:

- *ArcMap*
 - Aplikace pro veškeré mapové úlohy a tvorbu kartografických výstupů
- *ArcGlobe*
 - Digitální globus
- *ArcScene*
 - Aplikace pro zpracování a prohlížení 3D dat (především DMT)
- *ArcCatalog*
 - Organizace a správa geografických dat

Pro tvorbu výstupu v podobě souboru VR lze použít aplikaci ArcScene, která umožňuje export do VRML. Jediné, co je tak k tvorbě modelu terénu potřeba, je výšková TIN, čili trojúhelníková síť. Tu lze dle libosti osadit georeferencovaným rastrovým podkladem či hypsometricky vyznačit jednotlivé výškové stupně.



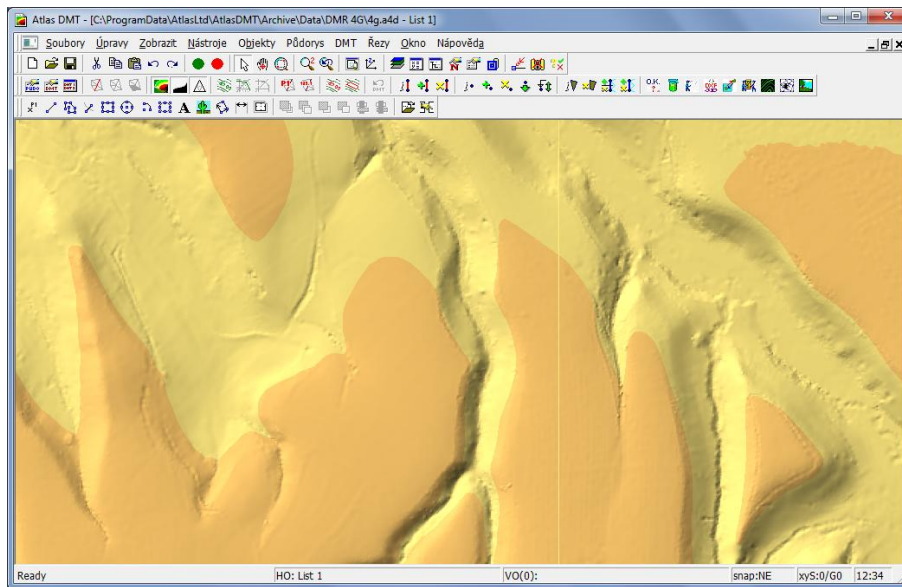
Obr. 3.6: Prostředí aplikace ArcScene 10.1

3.5 Atlas DMT

Atlas DMT [12] je původní český softwarový systém, který je hojně využíván geodety a projektanty v oblasti vodohospodářství, stavebnictví či těžebních prací. Umožňuje uživateli vytvořit digitální model reliéfu, který lze prezentovat mnoha

způsoby (vrstevnice, hypsometrie, expozice či sklonitost terénu). Nad takovýmto modelem lze aplikovat mnoho úloh jako jsou výpočty kubatur, řešení zátopových čar, projektování liniových staveb nebo generování terénních profilů. Funkcionalita je zajištěna pomocí specializovaných modulů.

Software umožňuje zpracovávat výškopisná data (obr. 3.7). Může se například jednat o textové výstupy z totálních stanic nebo z jiného geodetického programu Kokeš. Rozšířeným vstupním formátem je také DXF (prostorové body či čáry \simeq vrstevnice). Základem zpracovávání dat je nepravidelná trojúhelníková síť (TIN), na kterou jsou aplikovány nejrůznější úlohy.



Obr. 3.7: Prostředí aplikace Atlas DMT 5

Atlas DMT umožňuje tvorbu grafických výstupů v podobě řezů, půdorysných plánů a map. Díky technologii OpenGL a vizualizačnímu modulu je možno si zobrazit 3D pohled na model. Ten může být pokryt texturami či ortofotem a zároveň být osázen prostorovými objekty jako jsou budovy či stromy. Konečnou vizualizací může být statický pohled formou obrázku, video ve formě přeletu anebo jako soubor virtuální reality, konkrétně VRML⁸.

⁸Na rozdíl od verze 4 lze provést export ve verzi 5 jen díky použití zakoupeného přídatného modulu 3D VIZUALIZACE DMT. Z tohoto pohledu je tedy vhodnější používat starší verze Atlasu.

3.6 Shrnutí

Možností, jak vytvořit prostorový model, se nabízí mnoho. Nebyly například zmíněny programy pro zpracování dat z laserového skenování (Cyclone, Geomagic Studio) či jiné fotogrammetricky specializované programy (PhotoModeler, Blender). Vyjmenování všech možných produktů není konečnou ani cílem této práce.

Většina zejména komerčních produktů má široký záběr 3D tvorby a v určitých oblastech jsou pro běžného uživatele naddimenzované. Všeobecně, ať už z hlediska dostupnosti nebo intuitivního ovládání, se SketchUp jeví (3.1) jako nejvhodnější nástroj pro modelování stavebního objektu. Co se týče tvorby digitálních modelů terénu, zde je vhodnější užít některého z nástrojů GIS.

4 Interaktivní prezentace modelů na webu

Je velmi pěkné, když vytvořený model může uživatel interaktivně prohlížet v prostředí aplikace, která jej vytvořila, nebo prostřednictvím jiného desktopového programu. Většina takových programů, zvláště těch sofistikovanějších, je však dostupná pouze za (většinou nemalý) poplatek. Jistou alternativou může být vložení interaktivního 3D modelu přímo do PDF. Poté není k zobrazení modelu potřeba aplikace, ve které byl vytvořen, ale pouze PDF prohlížeč (např. Adobe Reader).

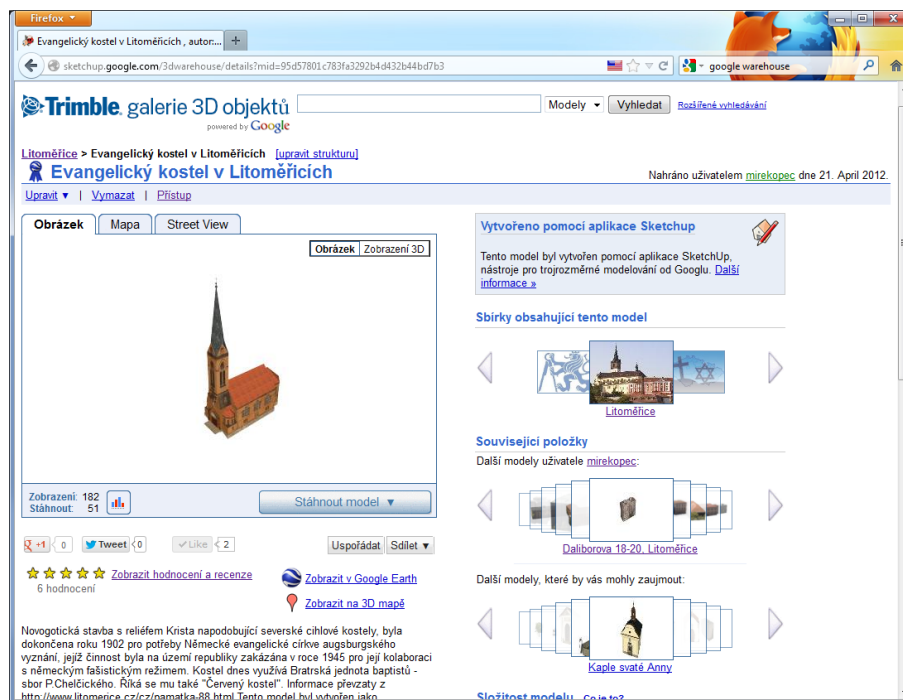
Zájmem tohoto textu je však nalézt možnosti, jak daný objekt interaktivně prezentovat v prostředí webu jen za pomoci freeware aplikací a pluginů webových prohlížečů. Tato kapitola se právě těmito možnostmi zabývá. Jediné, co je potřebné, je připojení k internetu.

4.1 Google Earth & Google Earth API

Činnost společnosti Google jako velkého hráče na poli světového softwarového trhu se projevila i do možností práce s virtuální realitou. Rozsáhlá škála nejrůznějších nástrojů, jejich poměrně jednoduché a intuitivní ovládání a vzájemné propojení některých aplikací nabízí zajímavé možnosti, jak prezentovat nejrůznější prostorové modely.

4.1.1 3D Warehouse

Trimble 3D Warehouse [8] je webová galerie 3D modelů, které sem nahráli uživatelé registrovaní ve službách Google. Samotné modely, ať už se jedná o nábytek, dopravní prostředek či stavbu, byly vytvořeny buď v aplikaci SketchUp nebo za pomoci Building Makeru. Každý výtvar má vlastní stránku, na níž je možno si model jednoduše prohlédnout prostřednictvím jeho otáčení kolem svislé osy nebo, pokud se jedná o geolokalizovaný objekt, sofistikovaněji za pomoci Google Earth API (4.1.3). Pokud autor k modelu připojil nějaké informace, jsou zde také k přečtení. Výtvary jsou, pokud to jejich autor nezakázal, volně stažitelné a upravitelné ve SketchUpu. Další možností je model stáhnout ve formátu Collada nebo KMZ.



Obr. 4.1: Model zobrazený v galerii 3D Warehouse

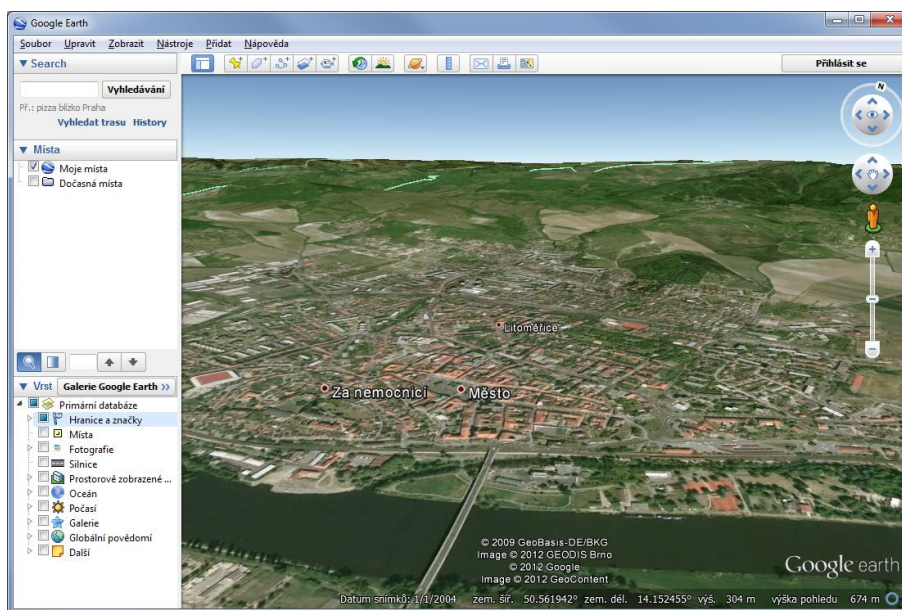
4.1.2 Google Earth - aplikace

Program Google Earth [13], který se vyvinul z původního Earth Vieweru, je vlastně standalone aplikace, která nemá s webovým prohlížečem nic společného. Nicméně připojení k internetu je nutné k jejímu zdárnému fungování. Aplikace nabízí možnost prohlížet prakticky celý povrch (nejen⁹) Země díky ortofotomapám, kterými je potažen vymodelovaný terén (obr. 4.2). Pohled na povrch si lze velmi jednoduše natáčet dle potřeby a tím vynikne jeho plasticita. V prosinci 2012 je nově k dispozici verze 7 a to v provedení Free, Pro a Enterprise. Zdarma je samozřejmě pouze první jmenovaná, nicméně pro běžné prohlížení je naprosto dostačující.

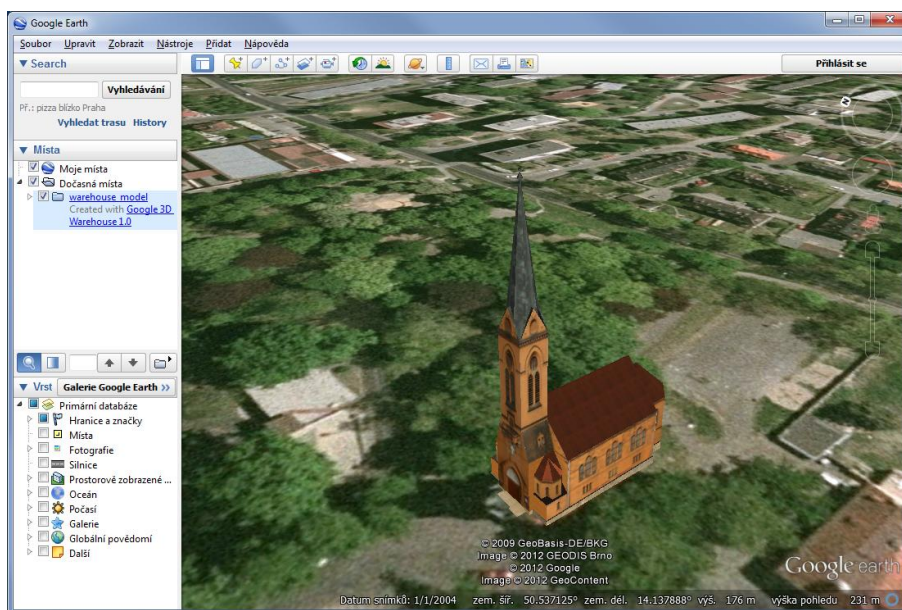
Program pro drtivou většinu uživatelů slouží jako tzv. virtuální globus, kdy podrobné zobrazení určité lokality nebo možnost zobrazení ulic pomocí služby Street View může posloužit např. při plánování dovolené. Ovšem, jak už bylo dříve zmíněno, aplikace umí pracovat s daty v KML. Zde se ukazuje na první pohled skrytá síla, a to zobrazování geografických dat v nejrůznějších podobách, které KML (potažmo KMZ) umožňuje. V Google Earth jsou vybrané datové vrstvy (např. správní

⁹V současné době je na výběr i Měsíc, Mars a hvězdná obloha

hranice, silniční síť, fotogalerie Panoramio a v neposlední řadě i vrstva 3D budov) předdefinované a lze je dle libovlnosti zapínat či vypínat.



Obr. 4.2: Prostředí aplikace Google Earth



Obr. 4.3: KMZ model zobrazený v Google Earth

Protože aplikace umí pracovat se soubory typu KMZ, nabízí se zde možnost zobrazení prostorových modelů v jimi předdefinované lokalitě. Model v KMZ lze získat buď přímým exportem z programu SketchUp nebo z databáze 3D Warehouse

stažením modelu jako KMZ. Model se pak po nahrání do Google Earth stane součástí prostředí aplikace a lze jej prohlížet ze všech dostupných úhlů (obr. 4.3). Tímto způsobem lze zobrazit prakticky jakýkoliv model v jakékoliv lokalitě, stačí jej pouze geograficky umístit.

Druhou možností, jak prezentovat příslušný model v aplikaci Google Earth, je vytvořit jej tak, aby se stal trvalou součástí vrstvy 3D budov. Nicméně takovýto model, aby byl přijat, musí splňovat určitá pravidla [14]:

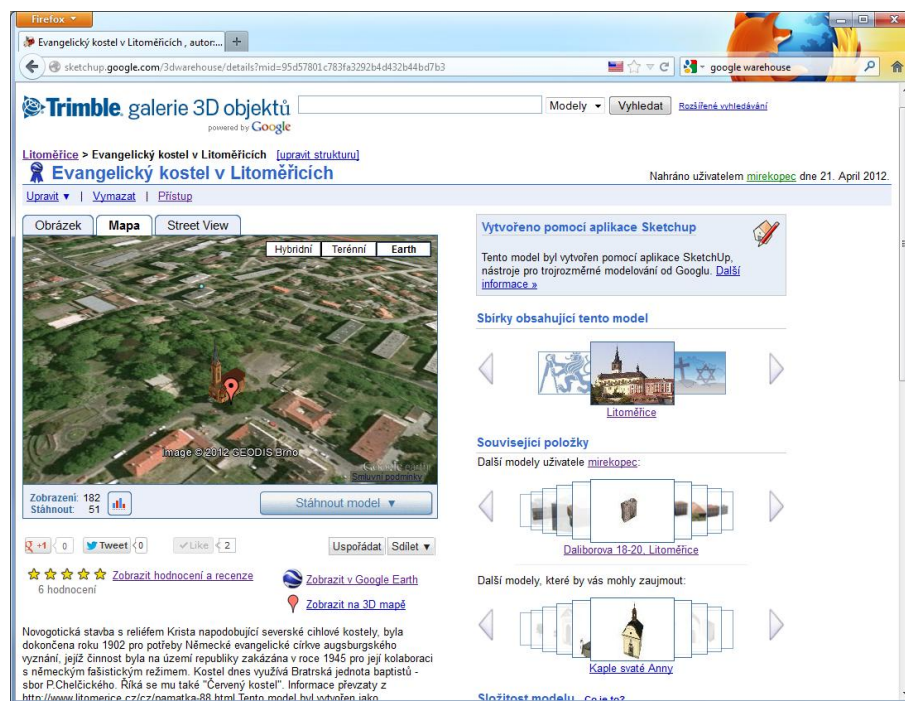
- *Musí reprezentovat reálné a trvalé stavby - jde o to zrcadlit reálný svět*
- *Musí být lepší než všechny ostatní alternativy*
- *Musí být texturován fotografiemi*
- *Musí být v aplikaci Google Earth správně zarovnán se snímky*
- *Nesmí obsahovat více než jednu samostatnou stavbu*
- *Nesmí se vznášet nad zemí nebo být ponořený do povrchu*
- *Nesmí obsahovat příliš mnoho konstruovaného terénu*
- *Nesmí obsahovat připojené prvky - např. okolní stromy*
- *Musí mít správnou výšku a měřítko*
- *Nesmí v něm docházet k prolínání více ploch - tzv. z-fighting*
- *Nesmí obsahovat reklamu nebo spam*
- *Musí být úplný*
- *Nesmí být příliš složitý - max. 10 MB*

Zároveň musí být model nahrán do galerie 3D Warehouse a musí být zaškrtnuta možnost, že je model připraven být součástí 3D vrstvy trvalých budov. Posléze trvá několik dní až týdnů, kdy je model posuzován. Pokud splňuje výše vyjmenované podmínky, měl by být bez problému přijat, pokud ne, je uživateli oznámen výčet nedostatků, aby je mohl popřípadě odstranit.

4.1.3 Google Earth API

Každý se jistě setkal s nějakou webovou stránkou, jejíž součástí bylo i okénko s mapovým rozhraním, které zobrazuje určitou lokalitu (např. sídlo společnosti). Na stejném principu nabízí Google rozhraní Earth API, díky němuž je možno ve webovém prohlížeči zobrazit zmenšené prostředí stejnojmenné aplikace.

Ke zdárnému zobrazení zmenšeného modelu Země je však nutno mít v prohlížeči nainstalovaný Google Earth plugin. Pokud však v počítači není nainstalován, je uživateli nabídnuto si jej stáhnout a zprovoznit.



Obr. 4.4: Model zobrazený v galerii 3D Warehouse za pomoci Earth API

Ke zprovoznění tohoto rozhraní na vlastních internetových stránkách stačí základní znalost HTML a JavaScriptu. Nutno zmínit, že na stránkách projektu [15] je rozsáhlý tutoriál s dokumentací a příklady použití. Zde se tedy opět nabízí možnost zobrazení určitého modelu či skupiny modelů pomocí připojení souborů KMZ (obr. 4.4).

4.2 SketchUp Web Exporter

Další možností, jak model vytvořený ve SketchUpu interaktivně prezentovat, je za pomoci jeho pluginu *SketchUp Web Exporter (Beta)*, který je jako jeden z mála oficiálních pluginů volně stažitelný. Princip, na jakém funguje, je v podstatě velmi jednoduchý - „vyfotografování“ modelu v kruhu 360° a následný přechod mezi jednotlivými obrázky.

Nejprve se přímo ve SketchUpu natočí pohled na model, nejlépe jeho přední část. Po stisknutí tlačítka Web Exporter se objeví okno s nastavením exportu: rozlišení jednotlivých obrázků, jejich počet (8-72) a také umístění exportu. Po spuštění se do cílové složky nahrají jednotlivé „fotografie“ a HTML soubor s oknem, které umožňuje jen za pomoci levého tlačítka myši a jejího pohybu hladce přecházet mezi jednotlivými pohledy kolem dokola [16].

Ve finále se tak vlastně nejedná o interaktivní prohlížení modelu v některém z 3D formátů, ale o prostý přechod mezi již předdefinovanými a uloženými pohledy. Nicméně, zejména u méně složitých a podrobných modelů, naprosto dostačující.

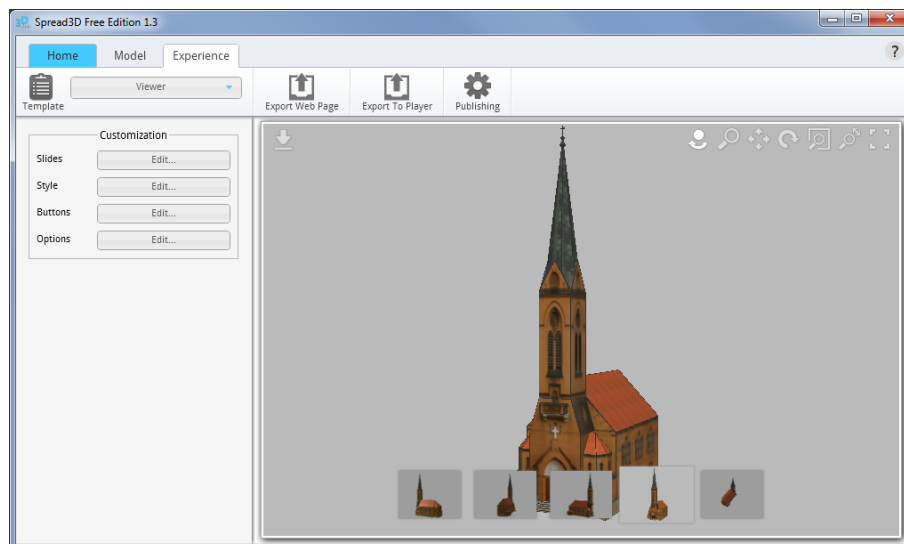
4.3 Spread3D

Spread3D [17] je softwarový produkt, který umožňuje prezentovat modely vytvořené ve SketchUpu. Jedná se o standalone aplikaci, která v základní free verzi umí načíst soubor s koncovkou **.skp** a zobrazit jej ve vlastním pracovním prostředí (obr. 4.5). Pokud měl model předdefinovány pohledy, je možné je zde upravit, odebrat či dokonce přidat další. Z nich lze posléze vygenerovat malé náhledy jako volitelné ovládací prvky. Scénu lze ještě například vylepšit nastavením světelné expozice či volbou barvy pozadí. Výstupem může být buď samostatný **.v3d** soubor, který lze zobrazit ve Spread3D Playeru, který je rovněž volně dostupný, nebo kostra HTML stránky s plnou funkčností prohlížení modelu. Modely zobrazené za pomoci free verze jsou čistě pasivní a neměly by být určeny pro komerční účely.

Co se týká placené Pro verze¹⁰, ta umožňuje přidat do modelu interaktivní prvky, jako jsou animace, zvuky či informativní bubliny k vybraným částem modelu.

¹⁰Cena 199€

Nespornou výhodou Spread3D je, že není nutné do webového prohlížeče doinstalovat jakýkoliv speciální plugin. Je založen na Flashi, takže by výstupy měly být snadno zobrazitelné ve všech webových prohlížečích nebo např. v Power Pointu.



Obr. 4.5: Prostředí aplikace Spread3D

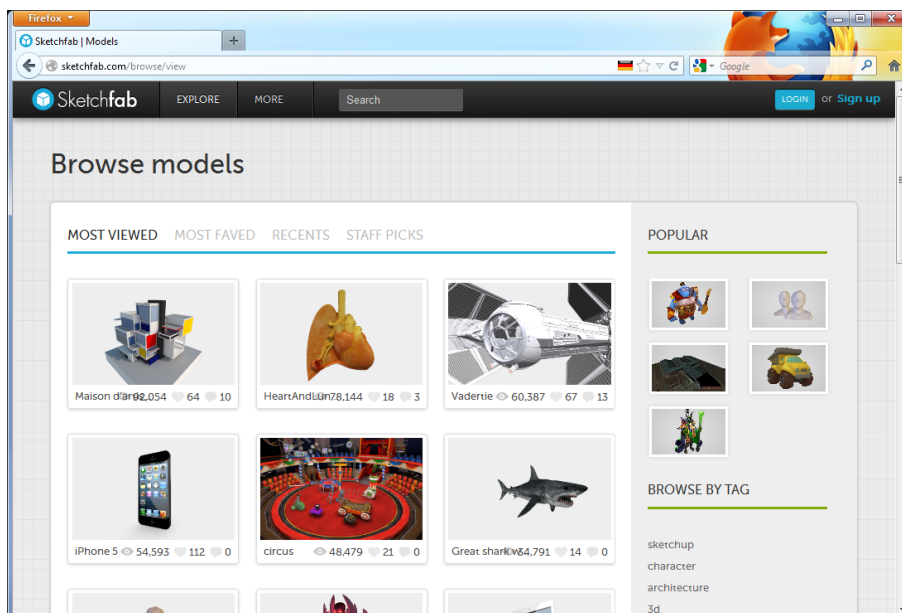
4.4 Sketchfab

Ačkoliv samotný název k tomu svádí, s programem SketchUp má Sketchfab [18] pramálo společného. Jedná se, alespoň jak tvůrci tvrdí, o 3D obdobu videoserveru youtube.com. De facto oba weby fungují na stejném principu, kde registrovaní uživatelé nahrávají své modely do externí databáze (obr. 4.6), aby si je mohli ostatní prohlédnout.

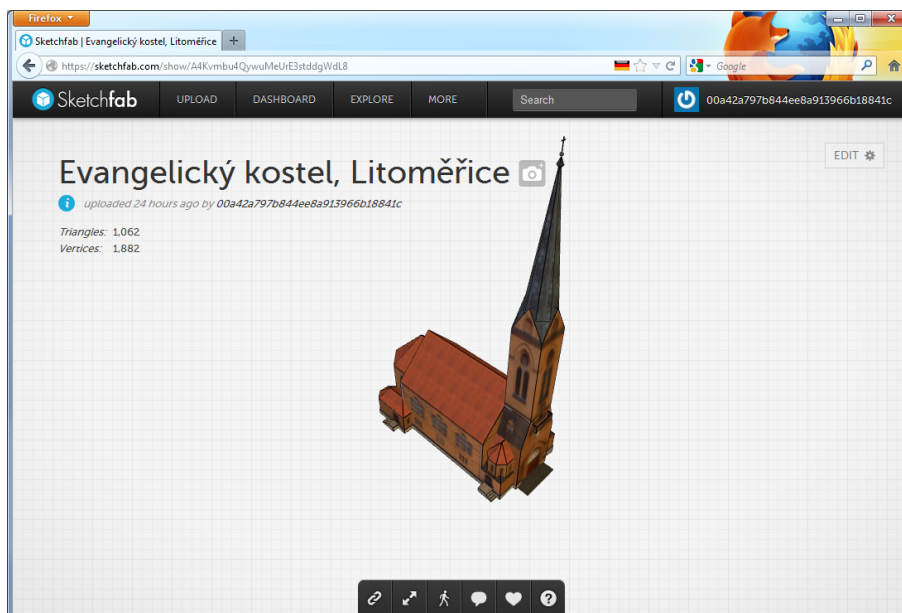
Databáze přijímá až 25 různých nativních 3D formátů (včetně VRML nebo KMZ), ovšem přímo soubory SKP přijmout neumí. To lze obejít doinstalováním pluginu do SketchUpu (stejně tak i do jiných přímo nepodporovaných 3D vývojových prostředí), který umožní nahrání modelu přímo do databáze Sketchfab. Potřebné zásuvné moduly jsou k dispozici na stránkách projektu.

Po kliknutí na vybraný model si jej lze libovolně natáčet a přibližovat/oddalovat (obr. 4.7). Nutno dodat, že se vždy jedná o model statický bez možnosti integrování jakékoliv animace. Další analogií s youtube je možnost umístit vybraný model,

stejně jako video, na vlastní webové stránky. Ovšem samotný model musí být součástí databáze. Opět není zapotřebí žádného pluginu, neboť Sketchfab je založen na technologii HTML5 a knihovně WebGL. Bohužel, aktuální verze (s pořadovým číslem 9) prohlížeče Internet Explorer Sketchfab nepodporuje¹¹.



Obr. 4.6: Webová databáze Sketchfab



Obr. 4.7: Model zobrazený v databázi Sketchfab

¹¹Tento problém lze vyřešit instalací doplňku Google chrome frame

4.5 VRML prohlížeče pro web

Za posledních 15 let se vyvinulo mnoho komerčních i volně dostupných programů, které umí zobrazit populární 3D formáty, především VRML. Obdobně pak vznikaly i zásuvné moduly (pluginy) pro zobrazení prostorových modelů uvnitř webového prohlížeče, které ovšem nemusí dosahovat plné funkčnosti jako jejich standalone obdoby. Některé například nemusí podporovat animace, jiné zvuky apod. Statický model pokrytý texturami by však měly umět zobrazit všechny.

Jako jeden z nejpobulárnějších pluginů lze považovat **Cortona3D Viewer** [19]. Je podporován jen operačním systémem Windows, ale za to všemi rozšířenými prohlížeči. Navíc je podporován programy balíku Microsoft Office (PowerPoint, Word). Co se týče uživatelské přívětivosti, je ovládání prohlížeče poněkud těžkopádné a trvá nějakou dobu, než si na něj uživatel přivykne.

Naopak přívětivějším, alespoň co se ovládání týče, je prohlížeč **BS Contact** od společnosti Bitmanagement. Na stránkách stahování [20] si lze vybrat (trial) verzi dle operačního systému, je tedy multiplatformní. Prohlížeč by měl bez problémů zobrazit formáty jako jsou VRML, X3D, MPEG-4 nebo dokonce i Collada. Jediné, co tak mírně obtěžuje, je logo pluginu, které se pohybuje po zobrazované scéně.

Ačkoliv na internetu existuje několik dalších pluginů, je z osobní zkušenosti doporučeno používat jeden ze dvou výše uvedených.

4.6 HTML5

Budoucnost interaktivního prohlížení prostorových modelů a vůbec dalších grafických vylepšení se může skrývat v nové webové specifikaci HTML5 [21]. Ačkoliv tato verze není stále oficiálním standardem¹², všechny populární webové prohlížeče ji podporují.

Jedním z cílů tohoto projektu je redukovat nutnost užívání externích pluginů (především Flashe), zvýšit nezávislost na jednotlivých platformách nebo zrychlit zápis zkrácením a zjednodušením značek a nahradit tak nepříliš populární XHTML.

¹²Dle W3C (World Wide Web Consortium) se očekává zavedení na konci roku 2014

Dále zavádí multimediální tagy (např. typu video, audio či bitmapa), které ve stávajících verzích neexistují a které, mimo jiné, umožňují i 3D grafiku.

Nicméně, protože není verze číslo 5 přijata jako standard a stále se vyvíjí, je zatím psaní HTML5 stránek doménou experimentů a zábavy. Ovšem některé stránky již možnosti verze 5 využívají, jako např. Sketchfab. Několik dalších poměrně povědomých stránek, které ukazují možnosti HTML5 v praxi, si lze prohlédnout ve sbírce <http://mrdoob.com/>.

4.7 Shrnutí

V této kapitole uvedené způsoby interaktivní prezentace prostorových modelů můžeme rozdělit dle různých kritérií. Jedním z nich je, zda je potřeba mít v prohlížeči nainstalovaný plugin. Google Earth API například potřebuje ke svému používání Google Earth plugin nebo k zobrazení VRML modelu je potřeba mít také jeden z výše zmíněných zásuvných modulů. Naopak výstupy ze Spread3D nebo prohlížeč Sketchfab fungují na základě standardních webových technologiích (Flash, knihovna WebGL, HTML5).

Jiným kritériem by mohlo být umístění modelu. Modely zobrazované pomocí Sketchfab musí být nahrány do stejnojmenné databáze. KMZ modely mohou, ale také nemusí, být součástí databáze Warehouse. K oběma úložištím pak lze přistupovat pomocí unikátních odkazů. Naopak jiným prohlížečům prakticky na cestě k zobrazovaným souborům nezáleží.

Zřejmě na nejjednodušším principu pracuje výstup z Web Exporteru, který vlastně díky předdefinovaným pohledům 3D prohlížení jen imituje. Naopak asi nejvíce možností nabízí propojení webu a Google Earth díky stejnojmennému API.

Bohužel mimo komerční sféru jsou možnosti propojení modelů s externími daty velmi omezené. V tomto směru je asi nejvíce otevřenou možností pracovat s KML soubory v prostředí Google Earth.

5 Praktické ukázky

Získané poznatky byly prezentovány na poskytnuté internetové adrese:

<http://geo3.fsv.cvut.cz/dp/kopeccky>

Webové stránky byly napsány v textovém editoru PSPad. Vzhled je zajištěn poupraveným souborem kaskádového stylu „*consistent*“, který byl získán z databáze volně dostupných CSS souborů na <http://www.freecsstemplates.org/>. Stránky by se měly korektně zobrazovat ve webovém prohlížeči Mozilla Firefox (verze 17), pro který byly optimalizovány. Pro jiné prohlížeče (Google Chrome, Opera a především Internet Explorer) není zaručena plná funkcionality. Tato komplikace je zapříčiněna neustálým rozvojem a mírou podpory 3D zobrazování v jednotlivých prohlížečích.

5.1 Ukázkové scény

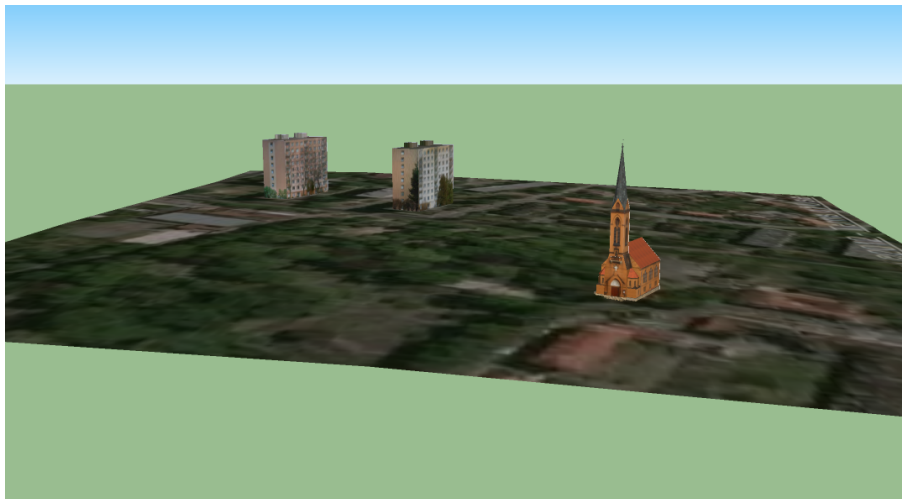
Jako ukázkové modely byly zvoleny tři reálné scény.

Scéna 1 První scénou je model evangelického kostela, který se nachází v Litoměřicích (obr 5.1). Ten byl vytvořen v rámci semestrální práce předmětu Vizualizace a distribuce prostorových dat při magisterském studiu pomocí editoru SketchUp (3.1).



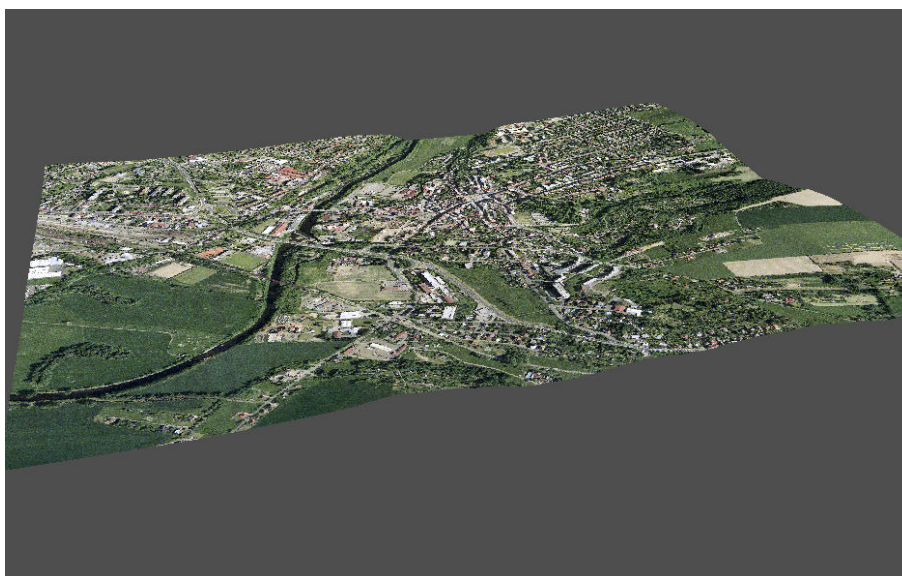
Obr. 5.1: Evangelický kostel v Litoměřicích

Scéna 2 Druhou scénou (obr. 5.2) je skupina geograficky umístěných modelů - výše zmíněného kostela a dvou nedalekých panelových domů vytvořených rovněž pomocí programu Trimble SketchUp.



Obr. 5.2: Skupina modelů v Litoměřicích

Scéna 3 Jako třetí ukázková scéna byl zvolen digitální model terénu z okolí města Turnova (obr. 5.3). Ten byl vytvořen jako VRML soubor v prostředí ArcScene (3.4), který byl jedním z výstupů úlohy vypracovávané v rámci předmětu Vizualizace a distribuce prostorových dat.



Obr. 5.3: Digitální model terénu v blízkosti Turnova

Čtvrtý ukázkový model byl napsán v jazyce VRML97. Jedná se o geometrická primitiva, která po kliknutí umí otevřít daný soubor. Chování modelu je více popsáno v části (5.6.1).

5.2 Ukázka Google Earth API

Postup integrace okénka s prostředím Google Earth do vlastních webových stránek je poměrně jednoduchý [15]. Je ovšem nezbytné mít nainstalovaný Google Earth plugin ve vlastním webovém prohlížeči.

Do hlavičky `<head>` se vloží následující tagy s odkazem na předdefinovaný a také na vlastní JavaScript, kde jsou definovány vlastnosti a metody prostředí Google Earth okna:

```
<script type="text/javascript" src="https://www.google.com/jsapi">
  </script>
<script type="text/javascript" src="EarthSkript.js"> </script>
```

V tomto případě byl onen vlastní skript nazván `EarthSkript.js`.

Na místo, kde chceme mít umístěno okno s prostředím Google Earth se vloží následující tag:

```
<div id="map3d" style="height: 500px; width: 750px;"> </div>
```

Skript, který musí uživatel vytvořit by měl obsahovat sadu funkcí. První (`init()`) by měla vytvořit novou instanci pluginu, druhá (`initCB()`) by se měla volat, když je instance úspěšně vytvořena a třetí (`failureCB()`) v případě opačném. Základní funkční skript by tak měl vypadat nějak takto:

```
var ge;
google.load("earth", "1");

function init() {
    google.earth.createInstance('map3d', initCB, failureCB);
}

function initCB(instance) {
    ge = instance;
```



```

    ge.getWindow().setVisibility(true);
  }

function failureCB(errorCode) {
}

google.setOnLoadCallback(init);

```

Takto vytvořený skript by měl v případě správné funkčnosti pluginu zobrazit celou planetu Zemi bez jakýchkoliv přidávaných vrstev a ovládacích prvků. Proměnná `ge` zde vystupuje jako vytvořená instance, metoda `google.load("earth", "1")` zajišťuje volání modulu `earth` a číslo poslední stabilní verze API. Poslední zobrazená metoda `google.setOnLoadCallback(init)` spouští první funkci.

Veškeré následující funkce a metody jsou vepsány do funkce `initCB()`. Je možné například do okna přidat ovládací prvky, které se mohou hodit při absenci myši:

```

ge.getNavigationControl().setVisibility(ge.VISIBILITY_AUTO);

```

Nastavení `AUTO` zde zajišťuje zobrazení ovladače pouze při přiblížení myši. Dalšími možnostmi jsou `TRUE` (stále zobrazení) a `FALSE` (ovladač vypnut).

Dále je také vhodné doplnit zobrazení planety o nějaké datové vrstvy. Zde je příklad přidání vrstev hranic s označeními sídel a silniční sítě:

```

ge.getLayerRoot().enableLayerById(ge.LAYER_BORDERS, true);
ge.getLayerRoot().enableLayerById(ge.LAYER_ROADS, true);

```

Jako zobrazovaná scéna byla zvolena skupina budov (evangelický kostel a dva panelové domy) v okolí Daliborovy ulice v Litoměřicích (scéna 2). Všechny tři modely budov jsou nahrány v databázi Warehouse (4.1.1) a mj. jsou také součástí stálé 3D vrstvy budov pro Google Earth. Jejich nahrání do prostředí API probíhá prostřednictvím metody `google.earth.fetchKml()`, která připojuje k instanci odkaz na požadovaný model v databázi přes URL.

V našem případě je načítání jednotlivých modelů řešeno pomocí cyklu, který čte jednotlivé odkazy (konkrétněji unikátní části odkazů) z externího souboru. Takto je omezen případný zásah do samotného skriptu v případě potřeby přidání dalšího

modelu. Kompletní zápis tohoto řešení je patrný v příloze B.1, kde je celý výpis použitého skriptu.

V případě zahrnutí výše uvedených metod opět okno s prostředím Google Earth zobrazuje celou planetu Zemi, přičemž jsou však načteny modely, stejně jako zadané datové vrstvy. Stále je však potřeba se na danou lokalitu přiblížit ručně. Stejně tak modely jsou pouze pasivní.

Ony dva výše zmíněné problémy lze vyřešit (a obejít) načtením KML souboru, který obsahuje informace o modelech a stejně tak i nastavení pohledu na scénu. Ovšem menším zádrhelem je způsob, jak onen KML soubor jednoduše vytvořit. Jako nejjednodušší způsob se tak ukázalo založit si v databázi Warehouse soukromou kolekci, do které patřily právě ony tři modely. Automatickou součástí kolekce je pak i KML soubor, který obsahuje informace o obsažených modelech a vygenerovaný pohled na celou scénu.

Protože API umí pracovat jen s KML, které mají pevnou a veřejnou URL¹³, byl onen datový soubor stažen do lokálního počítače a posléze nahrán na školní server. Na něj již je možné skript odkázat.

```

var link = ge.createLink('');
var href = 'http://geo3.fsv.cvut.cz/dp/kopecky/EarthAPI/placemarks.kml';
link.setHref(href);

var networkLink = ge.createNetworkLink('');
networkLink.set(link, true, true);

ge.getFeatures().appendChild(networkLink);
  
```

Tento úryvek kódu pak v praxi umožní automatický pohled na scénu a zobrazí implicitní KML značky (modrá kolečka) v blízkosti modelů. Po kliknutí na vybranou značku se zobrazí bublina s informacemi převzatými z databáze Warehouse.

Celý výsledný JavaScript, který využívají ukázkové webové stránky je možné si prohlédnout v příloze B.1, celkový výsledek pak na stránkách pod záložkou *3D prezentace - Google Earth API*.

¹³API z určitých důvodů nedovolí pracovat s lokálním či neveřejným odkazem, jako je např. KML soukromé sbírky

5.3 Ukázka Web Exporteru

Postup, jak vytvořit základní HTML soubor s prohlížečem modelu, je popsán již v kapitole 4.2. Vzhledem k tomu, že tento způsob prezentace je vhodnější spíše pro menší či méně rozlehlé modely, byl pro demonstraci vybrán model již výše zmíněného kostela (scéna 1).

Vygenerovaný HTML soubor má vlastní kaskádový styl a JavaScript, který spojuje všechny pořízené „snímky“¹⁴ do aktivního obsahu stránky. Výsledek se tak ve webovém prohlížeči jeví jako prázdná stránka obsahující pouze okénko s možností otáčení modelu kolem dokola. Ovšem formu výstupu lze změnit poupravením šablony, která se nachází ve složce nainstalovaného pluginu [16].

Samotná integrace vytvořeného HTML souboru do vlastních webových stránek se pak provádí vložením tagu `<iframe>`, který se vloží do těla stránek na potřebnou pozici. Celý tag tak může vypadat nějak takto:

```
<iframe src="kostel.html" style="height: 400px; width: 400px"
  scrolling="no" frameborder="0"></iframe>
```

Výsledek si je možné prohlédnout na webových stránkách pod záložkou *3D prezentace - Web Exporter*.

5.4 Ukázka Spread3D

Jak už bylo v kapitole 4.3 řečeno, je nejprve nutné mít nainstalovanou alespoň základní verzi programu Spread3D [17]. Po nastavení vlastností modelu v záložce *Model* se přepne do záložky *Experience*. Zde se nachází mimo jiné také tlačítko *Export Web Page*, které vygeneruje HTML stránku s integrovaným prohlížečem modelu. Základní možnosti, jak vložit prohlížeč do webových stránek, jsou v podstatě dvě. Obě si lze prohlédnout v záložce *3D prezentace - Spread3D*.

¹⁴Po dvaceti stupních, tedy celkem 18 obrázků

5.4.1 Zobrazení prostřednictvím lightboxu

Poněkud složitějším, ale nejspíše i vizuálně líbivějším způsobem je zobrazit prohlížečku prostřednictvím lightboxu. V praxi to vypadá tak, že např. po kliknutí na odkaz celá stránka zešedne a v popředí se objeví nadefinovaný obsah, nejčastěji fotografie nebo video.

Spread3D v tomto ohledu vychází uživatelům vstříc. V záložce *Experience* se po stisknutí tlačítka *Publishing* zobrazí menu s vlastnostmi nastavení exportu. Jednou z nich je možnost výstupu formou lightboxu. Výsledkem pak je HTML stránka s jedním odkazem, který kliknutím umí vytvořit právě lightbox s prohlížečem modelu.

Co se týče integrace tohoto způsobu prezentace do vlastních stránek, je postup následující. Do hlavičky se musí vložit tyto tagy s kaskádovým stylem a nezbytnými JavaScripty:

```
<script src="lightbox_dependencies/js/jquery-1.6.1.min.js"
  type="text/javascript"></script>
<link rel="stylesheet"
  href="lightbox_dependencies/css/prettyPhoto.css" type="text/css"
  media="screen" title="prettyPhoto main stylesheet"
  charset="windows-1250"/>
<script src="lightbox_dependencies/js/jquery.prettyPhoto.js"
  type="text/javascript" charset="windows-1250"></script>
<script src="lightbox_dependencies/js/spread3dprettyPhoto.js"
  type="text/javascript" charset="windows-1250"></script>
```

Samozřejmostí je přizpůsobení relativních odkazů na soubory, které se nacházejí ve složce `lightbox_dependencies`, vytvořené při exportu z programu Spread3D.

Do těla stránek se posléze vloží tag `<a>` s odkazem na vygenerovaný HTML soubor lightboxu. A nezáleží, zda je odkaz formou obrázkové miniatURY či jako prostý text. Tag pak může vypadat nějak takto:

```
<a href="index_files/lightbox.html?
  iframe=true& width=100%& height=100%" title="Scena"
  rel="prettyPhoto [iframe]">lightbox</a>.
```

Při zapracovávání výše uvedených hlavičkových tagů do vytvářených webových stránek nastal problém, když došlo ke kolizi dvou kaskádových stylů a použitých

JavaScriptů. Vzhled stránek byl neuspořádaný a nepřehledný. Tato komplikace byla vyřešena poněkud neortodoxně změnami pořadí tagů v hlavičce experimentální metodou „pokus-omyl“. Nicméně varianta uspořádání, kterou si lze prohlédnout díky elektronické příloze A nebo zobrazením zdrojového kódu stránky přímo v prohlížeči, funguje celkem bez problémů.

Tímto způsobem je prezentovaná stejná skupina budov, jako v předchozím oddíle. Lightbox se po spuštění přizpůsobí svou velikostí rozměrům okna prohlížeče.

5.4.2 Zobrazení ve vnořeném okně

Naopak naprosto jednoduchým způsobem je vložit prohlížeč 3D modelu přímo na stránky formou vnořeného okna, tedy prostřednictvím `<iframe>` tagu. Spread3D je implicitně, pokud není zvolená možnost lightboxu, nastaven na generování HTML souboru, který je možno bez jakýchkoliv úprav použít k integraci do vlastních webových stránek.

Do těla stránky tak stačí vložit pouze jeden tag:

```
<iframe frameborder="0" height="400" width="600"
  src="spread/spread.html"></iframe>
```

Tímto způsobem je prezentován model kostela.

Oba prezentované modely mají zpřístupněny všechny ovládací prvky. Jediným záměrným rozdílem je pouze zobrazování miniatur předdefinovaných pohledů ve spodní části - první scéna je má zapnuté na stálo, kdežto ve scéně s kostelem se objeví pouze při přiblížení kurzoru myši.

5.5 Ukázka Sketchfab

Zpřístupnění prohlídky modelu ze Sketchfab databáze na vlastních stránkách je velmi jednoduché. Způsob prezentace vlastně ani nevyžaduje žádný dodatečný soubor. Jediné, s čím si tvůrce webových stránek vystačí, je tak odkaz na model v internetové databázi, který je volně šiřitelný.

Na stránkách byl použit opět tag `<iframe>`. Tento prvek ve výsledku obsahuje ještě některé volitelné možnosti jako například pomalé otáčení modelu (`rotation=0.5`):

```

<iframe frameborder="0" height="500" width="750" allowFullScreen
  webkitallowfullscreen="true" mozallowfullscreen="true"
  src="http://skfb.ly/14ji3hge1d?
  autostart=0&transparent=0&autospin=0.5&controls=1&watermark=1">
</iframe>
  
```

Takto je pod záložkou *3D prezentace - Spread3D* prezentován model kostela, který byl nahrán do databáze prostřednictvím zásuvného modulu přímo ze Sketch-Upu. Další formou prezentace prostorových modelů je zobrazit je přímo v databázi Sketchfab. Tímto způsobem je pomocí odkazu „prezentován“ digitální model terénu (scéna 3).

5.6 Ukázka VRML v prostředí webu

Poslední záložka *3D prezentace - VRML* obsahuje dvě vnořená okna se dvěma odlišnými VRML modely a funkční odkaz na třetí model. Pro jejich správné zobrazení je nutné mít v prohlížeči nainstalován alespoň jeden z doporučených pluginů (viz 4.5).

Postup pro vložení vnořeného okna je prakticky stejný jako v předchozích případech. Jediným rozdílem je, že jako zdroj se namísto cesty k HTML souboru uvede cesta přímo k modelu. Prohlížeč sám pozná, že se jedná o VRML a použije nainstalovaný plugin. Zde se tedy může prostředí prohlížení modelu jevit každému jinak v závislosti na používaném zásuvném modulu.

Následuje příklad tagu s vnořeným oknem:

```

<iframe src="tvary.wrl" height=400 width=600></iframe>
  
```

Tímto způsobem jsou na webové stránce zobrazeny scény s geometrickými primitivy (viz níže) a skupinou budov (sc. 2), která již byla prezentovaná jinými, výše popsanými způsoby. Po kliknutí na odkaz s posledním modelem, se otevře nové okno prohlížeče, které má na celou stránku rozšířené prostředí prohlížení modelu, konkrétně DMT (sc. 3).

5.6.1 VRML s aktivními odkazy

Jak už bylo popsáno v kapitole 2.1, VRML umožňuje v modelu uchovávat aktivní prvky. Pro demonstraci byl zvolen jednoduchý příklad, který používá uzly typu Anchor (česky „kotva“). Ten umí nahrát daný soubor, pokud uživatel klikne na některého z jeho potomků. Je-li tím souborem VRML scéna, nahradí scénu stávající. Je-li to soubor jiného typu, záleží na prohlížeči, jak s ním naloží.

Scéna obsahuje čtyři geometrická primitiva (koule, válec, kužel a krychli) o různých barvách, přičemž každý objekt volá jiný typ souboru. Jedná se o HTML soubor, textový soubor, PDF a obrázek ve formátu PNG, tedy o souborové typy, s nimiž by si měl každý prohlížeč poradit.

Takto vypadá zápis jednoho objektu ve scéně schopného reagovat na kliknutí otevřením daného souboru:

```
# Modrá koule
Transform {
  translation -2 2 0

  children [
    Anchor {
      description "Zobrazí se nová stránka"
      parameter ["target=_BLANK"]
      url "VRML_signal/koule.htm"

      children [
        Shape {
          appearance Appearance {
            material Material {
              diffuseColor 0.0 0.0 1.0
              specularColor 1.0 1.0 1.0
            }
          }
        }

        geometry Sphere {
      }
    }
  ]
}
```

Výpis celého použitého VRML souboru si lze prohlédnout jako přílohu B.2.

Původní myšlenkou bylo uzel Anchor zakomponovat do VRML souboru, který vznikl exportem scény 2 z editoru SketchUp. Ačkoliv výsledek vizuálně celkem odpovídá předloze, jak se lze na webových stránkách přesvědčit, vygenerovaný kód byl však natolik chaotický, že bylo prakticky nemožné názorně předvést použití tohoto uzlu. Proto bylo „z nouze“ přistoupeno k možnosti vytvoření vlastní scény s poměrně jednoduchým zápisem.

Závěr

V této práci byly popsány vybrané výměnné souborové typy pro virtuální realitu. Nejpoužívanějším je VRML, které ale je pomalu vytlačováno jeho nástupcem X3D. Dalším poměrně populárním formátem je Collada, který je především využíván typem KMZ.

Ze zmíněných programů se jako nejvhodnější pro tvorbu prostorových modelů jeví Trimble (dříve Google) SketchUp, a to až už pro jeho přívětivost a intuitivitu nebo pro rozsáhlé možnosti nakládání s hotovým výtvořem. Ovšem jiné zmíněné profesionální editory mohou také velmi dobře posloužit především v oblasti podpory složitějších geometrických tvarů či vlastností povrchů. Digitální modely terénu (reliéfu či povrchu) je však nadále vhodnější zpracovávat pomocí nástrojů GIS.

Z vyzkoušených způsobů interaktivní prezentace na webu zřejmě nejvíce možností nabízí prostředí Google Earth, které i díky souborům typu KML či KMZ dokáže zobrazovanou scénu obohatit o informační složku. Hodí se však spíše pro prezentaci stavebních objektů, nikoliv pro DMT vzhledem k již předdefinovanému terénu.

Web Exporter, plugin SketchUpu, je také vhodný spíše pro samostatné budovy či shluk budov. Prezentace pomocí Spread3D nebo prostřednictvím Skektchfab je všeobecně vhodná pro všechny druhy prostorových modelů. VRML, které lze v prohlížeči zobrazit pomocí zásuvného modulu (Cortona3D Viewer nebo BS Contact), je obecně také vhodné pro nejrůznější typy prostorových scén.

Co se propojení s externími datovými prvky týče, jsou možnosti v nekomerční sféře značně omezeny. Nejvíce volnosti tak nejspíše nabízí rozhraní Google Earth API a možnost práce s KML soubory. VRML také umožňuje rozšířit scénu o datové položky či odkazy, ovšem jen díky ručnímu zásahu přímo do zdrojového kódu modelu, což se u složitějších scén, zejména těch, které vznikly exportem z 3D editorů, stává pro nepřehledný kód téměř nemožné.

Příklady možného zpracování prohlížení modelů na internetu jsou prezentovány na k tomuto účelu založených stránkách. Bohužel, vzhledem k nejednotné podpoře některých technologií ze strany internetových prohlížečů jsou stránky odzkoušeny

a plně funkční pouze v Mozilla Firefox (verze 17). Co se týče ostatních prohlížečů, některé modely se mohou zobrazovat nekorektně či nezobrazovat vůbec.

Je zcela jistě možné, že některé volně dostupné technologie interaktivní prezentace na webu nebyly zmapovány. Možnosti internetu se vyvíjejí doslova z hodiny na hodinu. Lze tedy jen těžko odhadovat jaká překvapení v oblasti 3D technologií nám v blízké či vzdálenější budoucnosti nabídne.

Literatura

- [1] *Virtual Reality* [online]. [cit. 5. 12. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.vrs.org.uk/>>.
- [2] *root.cz. - Seriál Grafické formáty* [online]. [cit. 19. 11. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.root.cz/serialy/graficke-formaty/>>.
- [3] ČERNOHORSKÝ, D.; Kubec, M.; ŽÁRA, J. *Výukové pásmo VRML* [online]. [cit. 19. 11. 2012] Dostupné z URL:
<<http://dci.felk.cvut.cz/home/zara/vyuka/vrml/tutorial/pasmo/>>.
- [4] *Web3D Consortium* [online]. [cit. 19. 11. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.web3d.org/realtime-3d/>>.
- [5] *COLLADA* [online]. [cit. 19. 11. 2012] Dostupné z URL:
<<https://collada.org>>.
- [6] *Trimble SketchUp* [online]. [cit. 28. 11. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.sketchup.com/intl/en/>>.
- [7] *Patent US6628279 - System and method for three-dimensional modeling* [online]. [cit. 28. 11. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.google.com/patents?vid=6628279>>.
- [8] *Trimble 3D Warehouse* [online]. [cit. 28. 11. 2012] Dostupné z URL:
<<http://sketchup.google.com/3dwarehouse/>>.
- [9] *Building Maker* [online]. [cit. 28. 11. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.sketchup.com/intl/en/3dwh/buildingmaker.html>>.
- [10] *Cinema4D* [online]. [cit. 17. 12. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.cinema4d.cz/>>.
- [11] *ArcGIS - Mapping and Analysis for Understanding Our World* [online]. [cit. 17. 12. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.esri.com/software/arcgis>>.

- [12] *Atlas LTD* [online]. [cit. 17. 12. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.atlasltd.cz/index.php>>.
- [13] *Google Earth* [online]. [cit. 4. 12. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.google.cz/intl/cs/earth/index.html>>.
- [14] *Nápověda Sketchup - Kritéria přijetí do vrstvy fotorealistických prostorově zobrazených budov v aplikaci Google Earth* [online]. [cit. 4. 12. 2012] Dostupné z URL:
<<http://support.google.com/sketchup/bin/answer.py?hl=cs&answer=1267260&topic=22510&ctx=topic>>.
- [15] *Google Earth API - Google Developers* [online]. [cit. 5. 12. 2012] Dostupné z URL:
<<https://developers.google.com/earth/>>.
- [16] youtube.com. *SketchUp Web Exporter Beta* [online]. [cit. 5. 12. 2012] Dostupné z URL: <<http://www.youtube.com/watch?v=j0Tmlko5YTU>>.
- [17] *Spread3D* [online]. [cit. 15. 12. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.spread3d.com/>>.
- [18] *Sketchfab* [online]. [cit. 15. 12. 2012] Dostupné z URL:
<<http://sketchfab.com/>>.
- [19] *Cortona3D Viewer* [online]. [cit. 20. 12. 2012] Dostupné z URL:
<<http://www.cortona3d.com/Products/Viewer/Cortona-3D-Viewer.aspx>>.
- [20] *Download Center / Bitmanagement* [online]. [cit. 20. 12. 2012] Dostupné z URL:
<<http://bitmanagement.com/en/download>>.
- [21] *HTML5 Introduction* [online]. [cit. 20. 12. 2012] Dostupné z URL:
<http://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp>.

Seznam zkratek

API	Application Programming Interface - rozhraní pro programování aplikací
CSS	Cascading Style Sheet
Collada	COLLABorative Design Activity
ČVUT	České vysoké učení technické v Praze
DMT	Digitální Model Terénu
FSv	Fakulta stavební
GIS	Geografický Informační Systém
ISO	International Organization for Standardization
KML	Keyhole Markup Language
OGC	Open Geospatial Consortium
TIN	Triangulated Irregular Network - nepravidelná trojúhelníková síť
URL	Uniform Resource Locator
VRML	Virtual Reality Modelling Language
W3C	World Wide Web Consortium
X3D	Extensible 3D
XML	Extensible Markup Language

Seznam obrázků

2.1	Ukázka jednoduché VRML scény	15
3.1	Prostředí aplikace Trimble SketchUp	19
3.2	Tvorba modelu v Building Maker	21
3.3	Preview modelu v Building Maker	21
3.4	Prostředí aplikace Cinema 4D R14	22
3.5	Prostředí aplikace 3ds Max Design	24
3.6	Prostředí aplikace ArcScene 10.1	25
3.7	Prostředí aplikace Atlas DMT 5	26
4.1	Model zobrazený v galerii 3D Warehouse	29
4.2	Prostředí aplikace Google Earth	30
4.3	KMZ model zobrazený v Google Earth	30
4.4	Model zobrazený v galerii 3D Warehouse za pomoci Earth API	32
4.5	Prostředí aplikace Spread3D	34
4.6	Webová databáze Sketchfab	35
4.7	Model zobrazený v databázi Sketchfab	35
5.1	Evangelický kostel v Litoměřicích	38
5.2	Skupina modelů v Litoměřicích	39
5.3	Digitální model terénu v blízkosti Turnova	39

Seznam příloh

A	Elektronická příloha (CD)	56
B	Zdrojové kódy	57
B.1	EarthSkript.js	57
B.2	tvary.wrl	59

A Elektronická příloha (CD)

Přiložené CD obsahuje:

- *Elektronickou verzi tohoto textu*
 - *Výsledná podoba ve formátu PDF*
 - *Zdrojový kód textu v jazyce L^AT_EX*
- *Webové stránky vytvořené v rámci této práce¹⁵ (verze ze dne 3.1.2013)*
 - *Základní kostra stránek*
 - * HTML soubory (kromě kostel.html)
 - * soubor kaskádového stylu style.css
 - * JavaScripty jquery-1.7.1.min.js a jquery.dropotron-1.0.js
 - * složka Images
 - *Google Earth API*
 - * JavaScript EarthSkript.js
 - * složka EarthAPI
 - *Web Exporter*
 - * HTML soubor kostel.html
 - * soubor kaskádového stylu webexp.css
 - * JavaScript webexp.js
 - * složka webexp
 - *Spread3D*
 - * složka spread - zobrazení modelu přímo na stránce
 - * složky index_files a lightbox_dependencies - lightbox
 - *VRML*
 - * VRML soubor tvary.wrl
 - * složky VRML_scena1, VRML_scena2 a VRML_signal

¹⁵Ke zprovoznění Sketchfab okna na webových stránkách není potřebný žádný dodatečný soubor či složka

B Zdrojové kódy

B.1 EarthSkript.js

JavaScript, který nastavuje prostředí Google Earth na webových stránkách:

```
// JavaScript Document
var ge;

google.load("earth", "1.x");

function init()
{
    google.earth.createInstance('map3d', initCB, failureCB);
}

function initCB(instance)
{
    ge = instance;
    ge.getWindow().setVisibility(true);

    ge.getNavigationControl().setVisibility(ge.VISIBILITY_AUTO);

    ge.getLayerRoot().enableLayerById(ge.LAYER_BORDERS, true);
    ge.getLayerRoot().enableLayerById(ge.LAYER_ROADS, true);

    function finished(object)
    {
        if(!object)
        {
            setTimeout(function(){alert('Bad or nul KML.')}), 0);
            return;
        }

        ge.getFeatures().appendChild(object);
    }

    var link = ge.createLink('');
```

```

var href =
    'http://geo3.fsv.cvut.cz/dp/kopeccky/EarthAPI/placemarks.kml'
link.setHref(href);

var networkLink = ge.createNetworkLink('');
networkLink.set(link, true, true);

ge.getFeatures().appendChild(networkLink);

var File = new XMLHttpRequest();
File.open('Get', 'EarthAPI/source.txt', false);
File.send(null);

var url = File.responseText.split('\n');
for(i=0; i<url.length; i++)
{
    if (url[i].substring(0,3) == "mid")
    {
        google.earth.fetchKml(ge,
            'http://sketchup.google.com/3dwarehouse/download?' +
            url[i], finished);
    }
}

document.getElementById('installed-plugin-version').innerHTML =
    ge.getPluginVersion().toString();
}

function failureCB(errorCode){}

google.setOnLoadCallback(init);

```

B.2 tvar.y.wrl

VRML soubor, který umí otevřít odkaz po kliknutí na vybraný objekt:

```
#VRML V2.0 utf8

WorldInfo {
  title "Signaly"
  info ["Autor: Miroslav Kopecký, 2012"
        "vytvořeno jako ukázka k diplomové práci"]
}

Background {
  skyColor [0.5 0.5 0.5]
}

# Modrá koule
Transform {
  translation -2 2 0

  children [
    Anchor {
      description "Zobrazí se nová stránka"
      parameter ["target=_BLANK"]
      url "VRML_signal/koule.htm"

      children[
        Shape {
          appearance Appearance {
            material Material {
              diffuseColor 0.0 0.0 1.0
              specularColor 1.0 1.0 1.0
            }
          }
          geometry Sphere {
}}]]]]}

```

```

# Žlutá krychle
Transform {
  translation 2 -2 0

  children [
    Anchor {
      description "Zobrazí se pdf"
      parameter ["target=_BLANK"]
      url "VRML_signal/krychle.pdf"

      children[
        Shape {
          appearance Appearance {
            material Material {
              diffuseColor 1.0 1.0 0.0
              specularColor 1.0 1.0 1.0
            }
          }

          geometry Box {
        }
      ]
    }
  ]
}

```

```

# Zelený kužel
Transform {
  translation -2 -2 0

  children [
    Anchor {
      description "Zobrazí se obrázek"
      parameter ["target=_BLANK"]
      url "VRML_signal/kuzel.png"

      children[
        Shape {
          appearance Appearance {
            material Material {
              diffuseColor 0.0 1.0 0.0

```

```

        specularColor 1.0 1.0 1.0
    }
}

    geometry Cone {
}}]]}]

# Červený válec
Transform {
    translation 2 2 0

    children [
        Anchor {
            description "Zobrazí se txt"
            parameter ["target=_BLANK"]
            url "VRML_signal/valec.txt"

            children[
                Shape {
                    appearance Appearance {
                        material Material {
                            diffuseColor 1.0 0.0 0.0
                            specularColor 1.0 1.0 1.0
                        }
                    }

                    geometry Cylinder {
}}]]]]}

```