

# **Podpora návrhu kamerového systému s využitím 3D modelu města**

Support CCTV System Design Using 3D City Model

Bc. Marcel Pánik

---

Diplomová práce  
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marcel Páník**  
Osobní číslo: **A12323**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Podpora návrhu kamerového systému s využitím 3D modelu města**

Téma anglicky: **Support for CCTV System Design Using a 3D Model of a Municipality**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte oblast obrazových a funkčních vlastností městských kamerových dohlížecích systémů.
2. Popište metody 3D modelování městských lokalit.
3. Zhotovte model vybraného města.
4. Zhodnoťte současný stav městského kamerového dohlížecího systému.
5. Navrhněte nový městský kamerový dohlížecí systém za využití 3D projektování.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. LEA, Derek. **Kreativní grafika: ilustrace, umělecké techniky a 3D kresby kombinující Photoshop s aplikacemi Illustrator, Poser, Painter, Cinema 4D a ZBrush.** Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2011, 352 s. ISBN 978-80-7454-230-5.
2. KOENIGSMARCK, Arndt von. **Cineme 4D R10: praktický výukový kurz.** Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008, 352 s. ISBN 978-80-251-2056-9.
3. LAUCKÝ V. **Technologie komerční bezpečnosti I.** Zlín: UTB 2004. ISBN 80-7318-631-9.
4. LUKÁŠ, Luděk a kol., **Bezpečnostní technologie, systémy a management.** 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011. 316 s. ISBN 978-80-87500-05-7.
5. ALIAS ABDUL-RAHMAN, Morakot Pilouk. **Spatial data modelling for 3D GIS: praktický výukový kurz.** Vyd. 1. Berlin: Springer, 2008, 452 s. ISBN 978-354-0741-664.
6. JANEČKOVÁ, Eva a Václav BARTÍK. **Kamerové systémy v praxi: právní režim z pohledu ochrany osobních údajů a ochrany osobnosti.** Praha: Linde, 2011. ISBN 978-807-2018-505.
7. TUČEK, Ján a Václav BARTÍK. **Geografické informační systémy. Principy a praxe: právní režim z pohledu ochrany osobních údajů a ochrany osobnosti.** 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 424 s. ISBN 80-722-6091-X.
8. JIŘÍ, Žára a Jiří ŽÁRA. **Moderní počítačová grafika: právní režim z pohledu ochrany osobních údajů a ochrany osobnosti.** Vyd 1. Brno: Computer Press, 2004, 424 s. ISBN 80-251-0454-0.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. David Malaník, Ph.D.**

Ústav informatiky a umělé inteligence

Datum zadání diplomové práce:

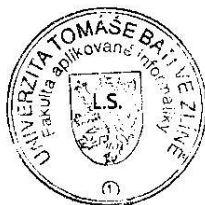
**7. února 2014**

Termín odevzdání diplomové práce:

**27. května 2014**

Ve Zlíně dne 7. února 2014

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.  
*ředitel ústavu*

## ABSTRAKT

Práca sa zaoberá vytvorením reálnej 3D mapy mesta Myjava, vrátane architektúry a jeho prírodného prostredia. V ďalšej časti sú do modelu umiestnené jednotlivé kamery systému. Práca poskytuje vizualizáciu rozmiestnenia a pohľady jednotlivých kamier. Hlavná časť práce je zameraná na analýzu súčasného stavu mestského kamerového dohľadového systému, a na navrhnutie zmien, ktoré by viedli k zlepšeniu výkonnosti kamerového systému, za pomoci 3D modelu mesta. Vizualizácia obsahuje ukážky pohľadu kamier v 3D prostredí.

Klíčová slova: mestský kamerový dohľadový systém, vizualizácia, 3D grafika, 3D mapa, Cinema 4D, model mesta, návrh

## ABSTRACT

The diploma work deals with the creating of real 3D map of the town of Myjava, including architecture and its natural surrounding. In next chapter are placed a single cameras of system, into the model. It provides you also with the visualisation of set-up and views of each of the cameras. The main part of the diploma work concentrates on the current state analysis of urban camera surveillance system, and with the usage of 3D town model and also on recommended changes which leads to the capacity improvement of the closed - circuit television in the town. The visualisation includes the camera views demonstrations in 3D environment.

Keywords: urban camera surveillance system , 3D graphics, 3D map, Cinema 4D, city model, design

Rád by som týmto poďakoval vedúcemu mojej bakalárskej práce Ing. Davidovi Malaníkovi Ph.D, ako i Ing. Jiřímu Ševčíkovi, za odborné vedenie, cenné pripomienky a pomoc poskytnutú pri zpracovaní tejto diplomovej práce. Rád by som tiež poďakoval MsP v Myjave, za poskytnutie potrebných informácií, a v neposlednom rade rodičom a blízkym, ktorí ma podporovali počas celého môjho štúdia.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1 MESTSKÉ KAMEROVÉ DOHLADOVÉ SYSTÉMY .....</b>	<b>11</b>
1.1 KAMERY.....	12
1.1.1 Stacionárne kamery .....	12
1.1.2 Stacionárne DOME kamery .....	13
1.1.3 PTZ kamery .....	13
1.1.4 PTZ DOME kamery .....	14
1.2 ZÁKLADNÉ OBRAZOVÉ VLASTNOSTI KAMIER .....	14
1.2.1 Rozlíšenie.....	14
1.2.1.1 NTSC a PAL rozlíšenie .....	14
1.2.1.2 VGA rozlíšenie .....	15
1.2.1.3 Kamery s vysokým (megapixelovým) rozlíšením.....	15
1.2.2 Pomer strán.....	16
1.2.3 Snímkový kmitočet .....	17
1.3 ZÁKLADNÉ FUNKČNÉ VLASTNOSTI.....	17
1.3.1 Funkcia zachytenie obrazu (Image Acquisition).....	18
1.3.2 Funkcia zpracovanie obrazu (Image Processing).....	19
1.3.3 Kompresia obrazu .....	20
1.3.4 Snímkový kmitočet .....	20
1.3.5 Rozlišovacia schopnosť.....	21
1.4 POKROČILÉ (INTELIGENTNÉ) FUNKCIE MKDS .....	21
1.4.1 Cudzí objekt v obraze.....	21
1.4.2 Pohyb v stráženej zóne.....	21
1.4.3 Systém detekcie a rozpoznania ŠPZ.....	22
1.4.4 Úsekové meranie rýchlosti .....	22
<b>2 3D MODEL MESTA.....</b>	<b>24</b>
2.1 ZÁKLADNÉ POJMY V 3D GRAFIKE.....	24
2.1.1 3D modelovanie .....	24
2.1.2 Textúrovanie .....	25
2.1.3 Renderovanie.....	25
2.1.3.1 Techniky používané pri renderingu .....	25
2.2 METÓDY TVORBY 3D MESTA.....	27
2.2.1 Výber vhodného SW na tvorbu mesta.....	27
2.2.1.1 SketchUp PRO .....	28
2.2.1.2 Cinema 4D .....	30
2.2.1.3 Esri CityEngine.....	32
2.2.2 Výber mapových podkladov.....	34
2.2.2.1 Analógová katastrálna mapa.....	35
2.2.2.2 Digitálna technická mapa mesta .....	36
2.2.2.3 Digitálne mapy Google .....	37
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>38</b>

<b>3</b>	<b>TVORBA 3D MODELU MESTA MYJAVA .....</b>	<b>39</b>
3.1	CESTNÁ INFRAŠTRUKTÚRA .....	40
3.2	BUDOVY .....	41
3.3	PRÍRODNÝ TERÉN .....	43
3.4	PRVKY VEREJNÉHO MAJETKU A OSTATNÉ PRVKY .....	45
3.5	ULICE .....	46
<b>4</b>	<b>SÚČASNÝ MKDS MESTA MYJAVA.....</b>	<b>48</b>
4.1	ROZMIESTNENIE KAMIER V MESTE .....	48
4.1.1	Otočná kamera č.1 .....	50
4.1.2	Otočná kamera č.2 .....	50
4.1.3	Otočná kamera č.3 .....	51
4.1.4	Otočná kamera č.4 .....	52
4.1.5	Stacionárna kamera č.5 .....	53
4.2	TECHNICKÉ PARAMATRE POUŽITÝCH KAMIER.....	54
4.2.1	Otočné kamery č.1 - č.4.....	54
4.2.2	Stacionárna kamera č.5 .....	55
4.3	VÝHODY A NEVÝHODY SÚČASNÉHO MKDS.....	56
4.3.1	Hlavné výhody systému.....	56
4.3.2	Hlavné nevýhody systému.....	56
<b>5</b>	<b>NÁVRH MKDS S VYUŽITÍM 3D MODELU MESTA .....</b>	<b>57</b>
5.1	TVORBA VIRTUÁLNEHO MKDS.....	57
5.1.1	Funkcie virtuálnej kamery.....	57
5.1.2	Model virtuálnej kamery .....	59
5.1.2.1	Model stacionárnej kamery.....	59
5.1.2.2	Model otočnej kamery .....	60
5.1.3	Zlúčenie modelu kamery s funkčnou kamerou .....	61
5.2	APLIKOVANIE VIRTUÁLNYCH KAMIER DO 3D MODELU MESTA.....	61
5.2.1	Úprava pozície kamery č.5.....	62
5.2.1.1	Zmena typu kamery č.5.....	63
5.2.2	Návrh novej kamery č.6 - oblasť kruhového objazdu .....	64
5.2.3	Návrh novej kamery č.7 - oblasť základnej školy .....	66
5.2.4	Návrh novej kamery č.8 - oblasť športovej haly .....	67
5.3	VÝSLEDKY NÁVRHU VIRTUÁLNEHO MKDS .....	69
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>70</b>
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>79</b>

## ÚVOD

V súčasnosti, keď je zvýšený výskyt kriminality v mestských lokalitách, je potrebné zabezpečiť ochranu života, zdravia a majetku občanov klasickými, ale i modernými metódami. Jednou z týchto moderných metód môže byť využitie mestského kamerového dohľadového systému (MKDS). Základnou úlohou týchto systémov je ich preventívna funkcia. Kamery sa inštalujú v lokalitách, v ktorých hrozí zvýšené riziko kriminality a kde dochádza k najčastejším prejavom narušovania verejného poriadku. Tieto lokality sa môžu navyše neustále meniť, alebo pribúdať nové. Preto vhodne zvolené miesto inštalácie kamery je kľúčovým aspektom.

Cieľom tejto práce je vytvoriť podporu pri navrhovaní MKDS za využitia trojdimenzionálneho (3D) modelu danej mestskej lokality. 3D modely miest sú v súčasnosti považované za jeden z najnovších trendov v oblasti tvorby máp, a zažívajú obrovský rozmach, najmä v zahraničí. Medzi priekopníkov tvorby 3D miest patria prevažne spoločnosti Google, Nokia a Apple. Podstatou takéhoto modelu mesta je vytvorenie virtuálnej podoby mesta, ktorá sa čo najviac približuje realite. Práve táto vysoká podobnosť s realitou ponúka veľké množstvo využitia. Získame tak možnosť sledovať a meniť jednotlivé prvky a javy v danom modele mesta. Môže poslúžiť ako informačný a propagačný materiál pre rozvoj služieb, alebo umožňuje vytvoriť interaktívnu vizualizáciu mestskej lokality, vďaka ktorej získame náhľady z ľubovoľných miest a uhlov.

Výhody týchto 3D modelov mestskej lokalít ponúkajú ideálne riešenie pri podpore návrhu a vizualizácii MKDS. Na základe toho je s využitím týchto metód možné získať vhodnú pozíciu pre inštaláciu kamery s jej ideálnym záberom. Bez nutnosti inštalácie kamery získame tak virtuálny pohľad z jednotlivých kamier. Moderné vizualizačné SW ponúkajú navyše napr. možnosti aplikovania počasia (zahmlenie) alebo času (stmievanie), ktoré môžu zásadne ovplyvniť pozíciu inštalácie kamery.

Metódy tvorby 3D modelu mesta a možnosti spojené s návrhom MKDS sú v tejto práci popísané v teoretickej časti. V praktickej časti je popísaná samotná tvorba modelu mesta Myjava, analýza súčasného kamerového systému a vylepšenie tohto systému za pomoci modelu mesta. Hlavným cieľom je demonštrácia potenciálu 3D modelov mestskej lokalít pri navrhovaní a zefektívnení MKDS.

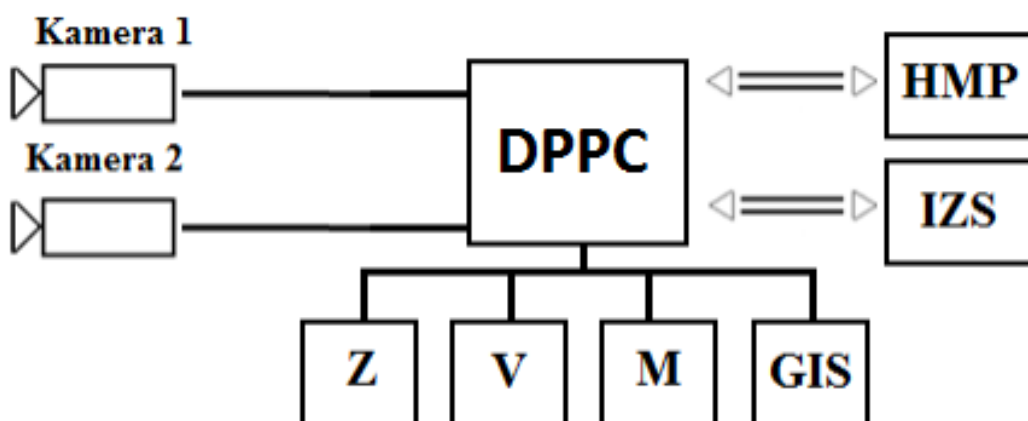
## I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 MESTSKÉ KAMEROVÉ DOHĽADOVÉ SYSTÉMY

Mestský kamerový dohľadový systém (MKDS) sa od komerčného súkromného kamerového systému odlišuje v niekoľkých ohľadoch. Ide o systém, ktorý je zhotovený a financovaný z verejných prostriedkov, ktorý musí spĺňať niektoré požiadavky. Základnou požiadavkou je umiestnenie jednotlivých kamier na území mesta, kde slúžia ako dohľad nad kritickými miestami. Ide predovšetkým o miesta, kde sa vyskytujú alebo konajú spoločenské, kultúrne a športové akcie, kde sa najčastejšie pohybujú občania alebo návštevníci mesta a dopravné uzly. Výstupný obraz z MKDS nie je z pravidla určený pre verejnosť, ale len pre presne vymedzený okruh užívateľov (mestská polícia, Polícia ČR...). Výnimkou sú kamery, ktorých obraz je streamovaný online na internet, ktorý je prístupný i verejnosti.

MKDS využíva hlavne:

- pouličné kamery,
- kamery technických služieb,
- lokálne kamerové systémy časti mesta,
- kamery umiestnené v metru,
- kamery v tuneloch.



Obrázok 1 - Blokové schéma MKDS

Z – záznam.

V – vyhodnotenie.

M – monitorovanie.

GIS - geografický informačný systém.

IZS - integrovaný záchranný systém.

DPPC – dohľadové príjmacie poplachové centrum.

HMP - hliadka Mestskej polície.

## 1.1 Kamery

Kamery môžu byť klasifikované podľa toho, či sú určené pre vnútorné, alebo vonkajšie prostredie. Vonkajšia kamera vyžaduje externý ochranný kryt, pokiaľ konštrukcia kamery neobsahuje jej dostatočnú ochranu. Kamery, či už pre vnútorné, alebo vonkajšie použitie, môžu byť ďalej delené na stacionárne, stacionárne DOME, PTZ (Pan, Tilt, Zoom), PTZ DOME a termálne kamery.

### 1.1.1 Stacionárne kamery

Stacionárne kamery sú špecifické tým, že majú pevný smer a uhol snímania. Pevná kamera s telom a objektívom predstavuje tradičný typ kamery. V niektorých aplikáciách je výhodné, aby bola kamera dobre viditeľná, ako napr. v prípade MKDS. Ďalšou výhodou je, že väčšina stacionárnych kamier majú vymeniteľné objektívy. [6]



Obrázok 2 - Stacionárna kamera [4]

### 1.1.2 Stacionárne DOME kamery

Stacionárne DOME kamery sú stacionárne kamery v DOME prevedení, ktoré sa skladajú z pevnej kamery, ktorá je inštalovaná v malom DOME kryte. Kamera sa môže ľahko zamerať na bod v ktoromkoľvek smere. Jej hlavná výhoda spočíva v jej diskretnom a nenápadnom prevedení, rovnako ako v tom, že je ťažké vidieť, akým smerom je kamera natočená. Tieto kamery sú tiež odolné voči mechanickému poškodeniu. Obmedzenia týchto kamier môžu nastať v prípade, že je potrebná výmena objektívu. Väčšina týchto kamier to neumožňuje. [6]



Obrázok 3 - Stacionárna DOME kamera [4]

### 1.1.3 PTZ kamery

Pohľad kamery je možné ovládať na diaľku, a to buď ručne, alebo automaticky, a to otáčanie kamery do strán, nakláňanie uhlu a ovládanie zoomu. PTZ kamery sa používajú hlavne v interiéri a v aplikáciách, kde sa používa operátor. Optický zoom sa na PTZ kamerách pohybuje zvyčajne v rozmedzí 10 až 26 násobne. [6]



Obrázok 4 - PTZ Kamera [4]

### 1.1.4 PTZ DOME kamery

PTZ DOME kamery môžu pokrývať širokú oblasť tým, že umožňujú väčšiu flexibilitu pri otáčaní, nakláňaní a funkcii zoom. Umožňujú 360° otáčanie, a sklon 180°. Vďaka tomu je jedna PTZ DOME kamera schopná pokryť oblasť, kde by bolo potrebné použiť 10 stacionárnych kamier. Hlavnou nevýhodou je, že len jedno miesto môže byť sledované v danom čase, takže ostatných deväť pozícií je nemonitorovaných. Optický zoom na PTZ DOME kamerách sa obvykle pohybuje v rozmedzí 10 a 35 násobne. Tento typ kamery je zvyčajne namontovaný na strop, ak sú použité v interiéri, alebo na stĺp a stenu budovy, vo vonkajšom prostredí. [6]



Obrázok 5 - PTZ DOME kamera

## 1.2 Základné obrazové vlastnosti kamier

### 1.2.1 Rozlíšenie

Určuje, koľkými obrazovými bodmi (pixely) je tvorený výsledný obraz, zvyčajne sa udáva v tzv mega-pixeloch(MPx) - tzn. počet miliónov pixelov, alebo v TV riadkoch (TVr).

#### 1.2.1.1 NTSC a PAL rozlíšenie

NTSC je štandard, ktorý je používaný prevažne v Severnej Amerike a Japonsku, zatiaľ čo v Európe a mnohých ázijských a afrických krajinách sa používa norma PAL. Oba štandardy pochádzajú z televízneho priemyslu. NTSC využíva rozlíšenie 480 TV riadkov a snímkovaciu frekvenciu 60 prekladaných polsnímok za sekundu (resp. 30 plných snímok za sekundu). Norma PAL poskytuje rozlíšenie 576 TV riadkov a snímkovaciu frekvenciu 50 prekladaných polsnímok za sekundu (resp. 25 plných snímok za sekundu). Celkové množstvo informácií za sekundu je rovnaké v oboch normách. [2]

### 1.2.1.2 VGA rozlišení

VGA je skratka pre Video Graphic Array, grafický zobrazovací systém pre PC, pôvodne vyvinutý firmou IBM. Rozlíšenie je definované ako 640x480 pixelov, čo je bežný formát používaný pri kamerách (rozlíšenie menej ako megapixel). Rozlíšenie VGA je zvyčajne vhodnejšie pre sieťové kamery, pretože VGA videá sú tvorené štvorcovými pixelmi, ktoré zodpovedajú tým na obrazovkách počítačov.

Formát	Rozlíšenie
QVGA (SIF)	320x240
VGA	640x480
SVGA	800x600
XVGA	1024x768
4x VGA	1280x960

Tabuľka 1 - Základné formáty (VGA)

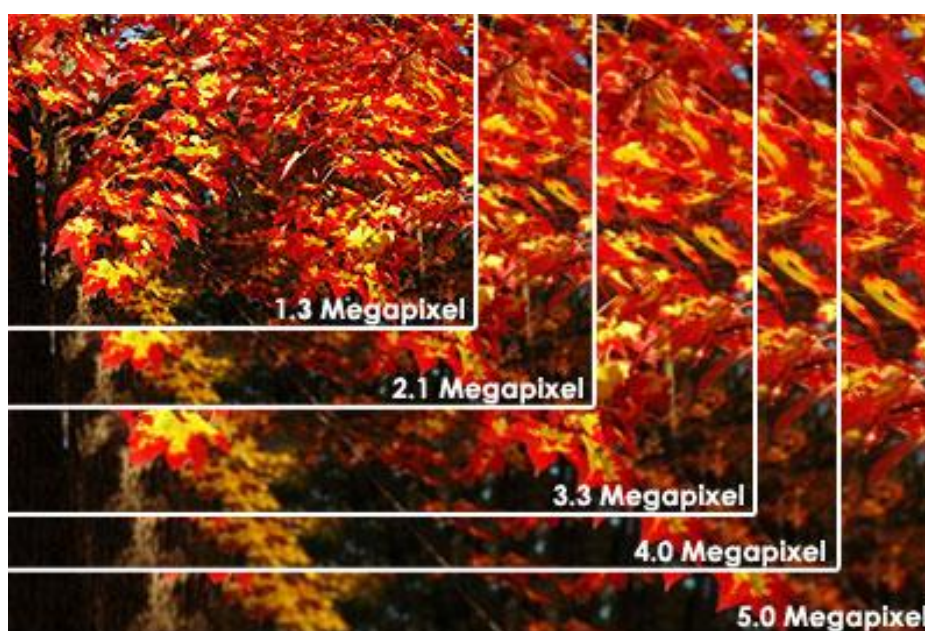
### 1.2.1.3 Kamery s vysokým (megapixelovým) rozlíšením

Kamera, ktorá ponúka megapixelové rozlíšenie, využíva snímač, ktorý je schopný vytvoriť snímky, ktoré obsahujú viac ako jeden milión pixelov. Čím viac pixelov senzor má, tým väčší má potenciál pre zachytenie jemnejších detailov a vyššej kvality obrazu. Megapixelové sieťové kamery môžu byť použité tam, kde je potreba používateľom vidieť viac detailov (ideálne pre identifikáciu osôb a objektov), alebo pre zobrazenie väčšej časti scény.

Formát	Počet pixelov	Rozlíšenie
SXGA	1.3 megapixels	1280x1024
SXGA+(EXGA)	1.4 megapixels	1400x1050
UXGA	1.9 megapixels	1600x1200
WUXGA	2.3 megapixels	1920x1200
QXGA	3.1 megapixels	2048x1536
WQXGA	4.1 megapixels	2560x1600
QSXGA	5.2 megapixels	2560x2048

Tabuľka 2 - Základné formáty (megapixel)

Megapixelové rozlišení je jednou z oblastí, v ktorých sieťové kamery vynikajú nad analógovými kamerami. Maximálne rozlišení konvenčnej analógovej kamery môže poskytovať video signál po digitalizácii v digitálnom videorekordéri, alebo enkodéri o rozlíšení 720x480 pixelov (NTSC), alebo 720x576 pixelov (PAL). Pre porovnanie, bežný megapixelový formát, 1280x1024 pixelov poskytuje rozlíšení 1,3 megapixelov. To je trojnásobne viac, ako poskytujú analógové CCTV kamery. Megapixelové rozlíšení tiež poskytuje väčšiu mieru pružnosti, pokiaľ ide o schopnosť poskytnúť obraz s rôznymi pomermi strán.



Obrázok 6 - Veľkosť obrazu snímaného rôznym rozlíšením [3]

### 1.2.2 Pomer strán

Pomer strán obrazu popisuje proporcionálny vzťah medzi jeho šírkou a jeho výškou. To je zvyčajne vyjadrené ako dve čísla oddelené dvojbodkou. Pre X:Y pomeru strán, bez ohľadu na to, aký je veľký obrázok, je šírka obrazu rozdelená na X jednotiek rovnakej dĺžky a výška na Y jednotiek rovnakej dĺžky. Bežne používaný pomer strán je 16:9 alebo 4:3.



Obrázok 7 - Porovnanie pomerov strán [2]

### 1.2.3 Snímkový kmitočt

Určuje, koľko snímok za sekundu je kamera schopná poskytnúť. Čím je táto hodnota vyššia, tým je obraz menej "trhaný". Ľudské oko prestáva vnímať obraz ako "nesúvislý" (teda tvorený jednotlivými zábermi) už približne pri 25 snímkoch za sekundu (označujú sa anglickou skratkou FPS). Ako IP, tak aj analógové kamery poskytujú kamery bežne snímkovú frekvenciu 25 FPS. Zatiaľ čo u analógového systému je to maximum (nemožno ju prekročiť, obmedzenie dané prenosovou TV normou), niektoré IP kamery poskytujú aj vyššie snímkové frekvencie, napr. až 60 FPS. Vyššia snímacia frekvencia môže byť užitočná pri sledovaní veľmi rýchleho pohybu. [1]

## 1.3 Základné funkčné vlastnosti

Podľa českej implementácie európskeho štandardu ČSN EN 50 132-1 je CCTV rozdelený do troch hlavných funkčných blokov vrátane dielčích vlastností: [12]

- Videoprostredie
  - Zachytenie obrazu.
  - Prepojenie.

- Zpracovanie obrazu.
- Management systému
  - Management aktivity a dát.
  - Prepojenie k ďalším systémom.
- Bezpečnosť systému
  - Integrita systému.
  - Integrita dát.

Pre potreby tejto diplomovej práce je nutné bližšie špecifikovať konkrétne tieto funkčné vlastnosti:

- Zachytenie obrazu (Image Acquisition)
- Zpracovanie obrazu (Image Processing)

### 1.3.1 Funkcia zachytenie obrazu (Image Acquisition)

Funkcia zachytenie obrazu je z hľadiska hodnotenia účinnosti systémov dôležitým prvkom. Vykonávanie snímania vybranej scény pri zvolenej úrovni detailu záberu, za účelom dodržať prevádzkové a funkčné požiadavky zriaďovacieho subjektu, je možno považovať za hlavnú pridanú hodnotu CCTV. Pokyny k týmto požiadavkám sú uvedené v českej implementácii európskeho štandardu ČSN EN 50 132-7 [13].

Hlavným, a zároveň prvým krokom CCTV je snímanie a zachytávanie obrazu dohľadovou kamerou. Zachytený obraz z kamery je v podobe informácie ďalej odosielaný prostredníctvom konkrétneho komunikačného rozhrania. Kamera v CCTV systéme predstavuje optickú sústavu, kde rozmery zorného pola každej kamery sú závislé od týchto parametrov:

- ohnisková vzdialenosť objektívu kamery,
- formát snímacieho elementu kamery,
- pomer horizontálneho a vertikálneho rozlíšenia kamery,

V 3D perspektíve je zorné pole kamery definované ako polygón rozdelený do niekoľkých segmentov. Segment môžeme definovať ako priestor medzi dvoma medznými vzdialenosťami od snímacieho elementu. Segmenty slúžia k priestorovému vyjadreniu oblastí o menovitých úrovniach rozpoznania objektu. Norma ČSN EN 50 132-7 definuje 6 typov záberov, práve podľa úrovne detailu. Pri dosiahnutí týchto typov záberu v segmentoch je potrebné zvoliť zodpovedajúce optické parametre snímacích prvkov a vhodne umiestniť kameru voči snímanému objektu. [14]

Norma definuje tieto typy záberu, podľa veľkosti, resp. detailu pozorovaného objektu:

- monitorovanie a zvládnutie davu (Monitoring) => cieľ musí predstavovať najmenej 5% výšky obrazu (alebo viac ako 80 mm / pixel),
- zistenie (Detekcia) => cieľ musí predstavovať 10% výšky obrazu (alebo viac ako 40 mm / pixel),
- pozorovanie (observácie) cieľ musí predstavovať 25% výšky obrazu (alebo viac ako 16 mm / pixel),
- rekognoskácia => cieľ musí predstavovať najmenej 50% výšky obrazu (alebo viac ako 8 mm / pixel),
- identifikácia => cieľ musí predstavovať najmenej 100% výšky obrazu (alebo viac ako 4 mm / pixel),
- preskúmanie (Inšpekcia) => cieľ musí predstavovať najmenej 400% výšky obrazu (alebo viac než 1 mm / pixel).

### 1.3.2 Funkcia zpracovanie obrazu (Image Processing)

Ďalším dôležitým prvkom z hľadiska funkčných vlastností je zpracovanie obrazu. Ide o metódu úpravy alebo analýzy (digitálnych) obrazov prostredníctvom algoritmov alebo (softvérových) postupov. K danej operácii môžu byť priradené i ďalšie dáta, ako napr. zvukové stopy, metadáta a iné.

Operácia zpracovania obrazu pozostáva z týchto operácií:

- Analýza.
- Uchovávanie.
- Zobrazenie.

### 1.3.3 Kompresia obrazu

Nastavenie kompresie obrazu má byť vždy určené prevádzkovými požiadavkami na každý záber kamery, nie podľa kapacity navrhovaného systému.

Kompatibilita formátu prenášaného snímku odosielaného, ukladaného a exportovaného z CCTV systému má byť posudzovaná súčasne s kompresiou obrazu. Mnohé CCTV systémy používajú vlastné kodeky, ktoré nie je možné priímať a prehrávať prostredníctvom rozšírených softwarových aplikácií. Vhodnosť úrovne alebo typu profilu by mala byť stanovená pomocou testov kvality obrazu, špecifickými pre účel záberu kamery. [13]

### 1.3.4 Snímkový kmitočet

Požadovaný snímkový kmitočet má byť stanovený pre každý jednotlivý záber kamery. Existuje mnoho faktorov, ktoré majú byť pri voľbe požadovaného snímkového kmitočtu brané do úvahy.

Tieto faktory zahŕňajú:

- ohrozenie požadovaného záberu kamery, definovaného v posúdení rizík
- účel kamery, definovaný v prevádzkových požiadavkách
- predpokladaná aktivita v priestore, ktorý má byť pozorovaný
- záber kamery
- či je snímkový kmitočet menený externým podnetom, akými sú napr. poplachové zariadenia
- či je kamera pod dohľadom obsluhy, u nízkych snímkových kmitočtoch môže byť zložité sledovanie po dlhšiu dobu [13]

### 1.3.5 Rozlišovací schopnosť

Rozlišovací schopnosť záberu kamery musí byť určená na podklade účelu kamery, definovaného v prevádzkových požiadavkách, a požadovaného pokrytia. Kamera by mala byť schopná dosiahnúť tejto rozlišovacej schopnosti bez použitia digitálneho transfokátoru. [13]

## 1.4 Pokročilé (inteligentné) funkcie MKDS

V dnešnej dobe sú kamerové systémy natoľko vyspelé, že obsahujú aj rad inteligentných funkcií. Dochádza tak k automatizácii niektorých činností, ktoré predtým zastával človek. Vyhodnocovanie situácií už nie je závislé na ľudskom faktore, ale vykonáva ho kamerový systém.

### 1.4.1 Cudzí objekt v obraze

Táto inteligentná funkcia kamerového systému nachádza uplatnenie hlavne na verejných priestranstvách, kde je koncentrácia väčšieho počtu ľudí. Princíp spočíva v tom, že sa v systéme nedefinuje strážená zóna za pokojového stavu, a v prípade výskytu nejakého cudzieho objektu v stráženej zóne, dôjde k vyhláseniu poplachu. Systém umožňuje aj nastavenie časového intervalu, ktorý stanovuje maximálnu dobu zanechania objektu na rovnakom mieste bez povšimnutia. Tento systém sa využíva napríklad na letiskách, stanicách alebo nástupištiach. [8]

### 1.4.2 Pohyb v stráženej zóne

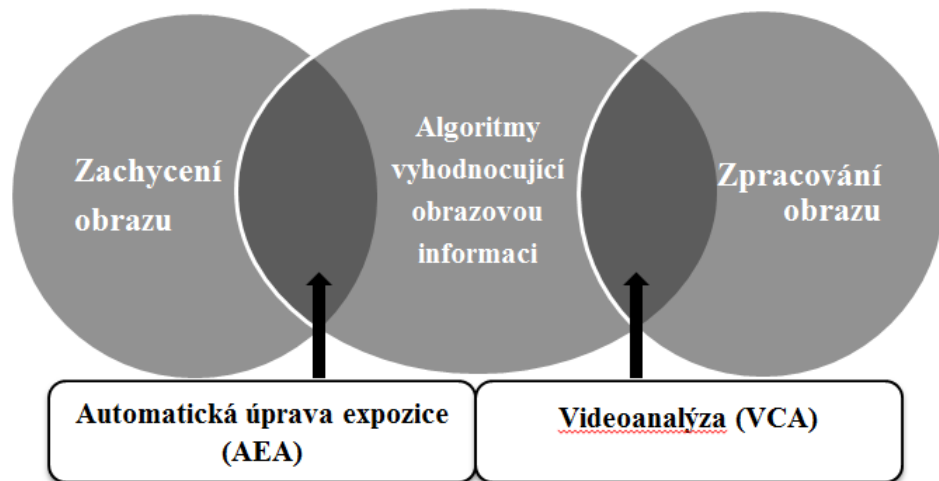
Princíp tejto inteligentnej funkcie kamerového systému umožňuje nadefinovať strážené zóny, a v prípade pohybu v týchto zónach vyhlásiť poplach. Táto funkcia kamerového systému sa využíva napríklad na nástupištiach metra, kde sú nadefinované hranice pozdĺž koľajiska. V prípade pohybu osôb za touto pomyselnou hranicou dochádza k upozorneniu operačného pracovníka. Ten potom reaguje upozornením pomocou rozhlasu alebo prípadným ďalším zásahom. Ďalším využitím môže byť aplikácia v rozsiahlych parkovacích priestoroch a iné.

### 1.4.3 Systém detekcie a rozpoznania ŠPZ

Princíp systému je schopný vyhľadať ŠPZ vo videosignále z kamery a spracovať ju do textovej podoby. Systém dokáže spracovávať signál aj z niekoľkých kamier súčasne, rýchlosťou až 10 snímok za sekundu. Snímky z videokamier sú digitalizované prídavnou kartou PCI zbernicou. Počítač vyhodnotí obraz kamery v okamihu príchodu vozidla na kontrolný bod a zistí pole, v ktorom sa nachádza ŠPZ. Z niekoľkých po sebe idúcich snímok sa snaží identifikovať znaky v poli s ŠPZ. Systém tiež vytvára zoznam prejdenných vozidiel radený podľa dátumu a času prejazdu, v ktorom je možné kombináciou niekoľkých filtrov vyhľadávať. [5]

### 1.4.4 Úsekové meranie rýchlosti

Tento spôsob merania prekračovania povolenej rýchlosti je vhodný predovšetkým pre cestné úseky, kde vodiči opätovne nerešpektujú maximálnu povolenú rýchlosť a tým ohrozujú bezpečnosť. Týka sa to predovšetkým miest, kde sú ohrození chodci a deti, a kde je zvýšená premávka. Úsekovým meraním rozumieme meranie priemernej rýchlosti na cestných úsekoch (stovky metrov až desiatky kilometrov), vykonávané pomocou kamier na vjazde a výjazde. Kamera spolu s fotografiou každého prechádzajúceho automobilu zaznamená čas vjazdu a výjazdu z daného úseku a podľa rozdielu časov dôjde k následnému vyhodnoteniu času prejazdu voči prejdenej vzdialenosti, čím systém vyhodnotí priemernú rýchlosť. Identifikácia vozidla je vykonávaná okrem ŠPZ vozidla aj pomocou ďalšej ucelenej analýzy všetkých relevantných markantov vozidla, ako je typ, farba vozidla apod. Systém je navyše vybavený neoslňujúcim infračerveným reflektorom pre osvetlenie kontrolovaného jazdného profilu, takže funguje aj za zníženej viditeľnosti. Celý proces detekcie, spracovania a archivácie priestupku je do značnej miery automatizovaný a zabezpečený proti prípadnej strate alebo narušeniu dát.[7]



Obrázok 8 - Inteligentné funkcie spracovania obrazu [14]

**Pri MKDS môžeme využiť automatizované obrazové analýzy, a to hlavne na:**

- Automatické dopravné obrazové detekcie (prekročenie vyhradených zón, rozpoznávanie značiek, tvaru a farby vozidla).
- Kontrola prejazdu vozidiel na červenú.
- Meranie priemernej úsekovej rýchlosti.
- Hľadanie ukradnutých vozidiel.
- Výber mýta.
- Prejazdnosť pre vozidlá IZS.
- Zlepšenie plynulosti cestnej premávky a životného prostredia.
- Dopravný prieskum.

## 2 3D MODEL MESTA

3D počítačová grafika (tzv. trojrozmerná grafika) je v informatike označenie pre špeciálnu časť počítačovej grafiky, ktorá pracuje s trojrozmernými objektami. Najznámejším využitím počítačovej 3D grafiky je vytváranie animácií (na tvorbu filmov alebo počítačových hier), avšak 3D grafika je využívaná napríklad v stavebníctve (zobrazenie navrhovaných domov, objektov, predmetov, okolia atď.), vo vede (počítačové simulácie od vesmíru až po zobrazenie ľudských orgánov ) a v priemysle.

### 2.1 Základné pojmy v 3D grafike

Základom vytvárania trojrozmernosti je modelovanie a následné tvarovanie. Prvým možným spôsobom je vytvorenie modelov na princípe dát získaných meraním v skutočnom svete, a ako druhá možnosť sa ponúka počítačová simulácia. Pri následnej práci s telesami sa pracuje s niekoľkými rôznymi metódami texturovania. Texturovanie je vlastne správne použitie farieb na povrchu telesa tak, aby došlo k požadovanému 3D efektu.

#### 2.1.1 3D modelovanie

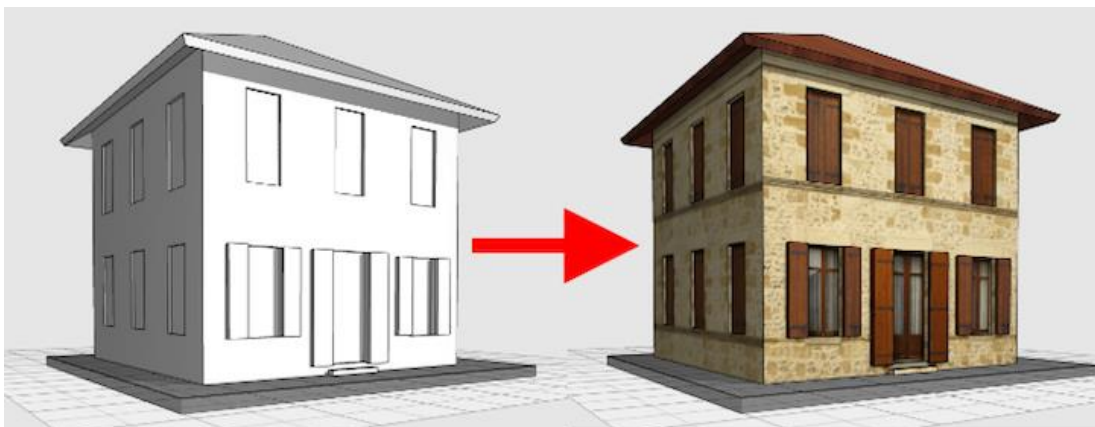
Pod pojmom 3D modelovanie (mechanické zostavy, architektonické koncepty, animované virtuálne svety, ľudské orgány, geologické lokality atď.) si môžeme predstaviť tvarovanie a vytváranie trojrozmerného modelu, ktorý môže byť reprezentovaný niekoľkými spôsobmi. Môžu byť vytvorené na počítači človekom, pomocou modelovacieho nástroja, podľa dát získané reálnym prístrojom, alebo na základe počítačovej simulácie.



Obrázok 9 - 3D Model

### 2.1.2 Textúrovanie

Jednou z významných činností pri tvorbe 3D grafiky je vytváranie a mapovanie textúr. Textúra je obrázok, ktorým je "obalené" teleso, v najjednoduchšej forme sú textúry používané pre zafarbenie modelu, ale na telese môže byť viac vrstiev textúr, ktoré určujú napríklad aj priehľadnosť či lesklosť v danom bode na povrchu. Pomocou textúr je možné dosiahnuť veľmi dobré výsledky a vysokej úrovne detailu pri použití relatívne jednoduchého modelu. Každý bod na povrchu telesa má potom okrem súradníc X, Y, Z (ktoré určujú polohu bodu v priestore) ešte 2 súradnice označované väčšinou ako U a V, ktoré určujú umiestnenie textúry na danom mieste. Proces umiestňovania textúry na povrch telesa sa preto často nazýva "UV mapovanie". [9]



Obrázok 10 - Aplikácia textúry na model [10]

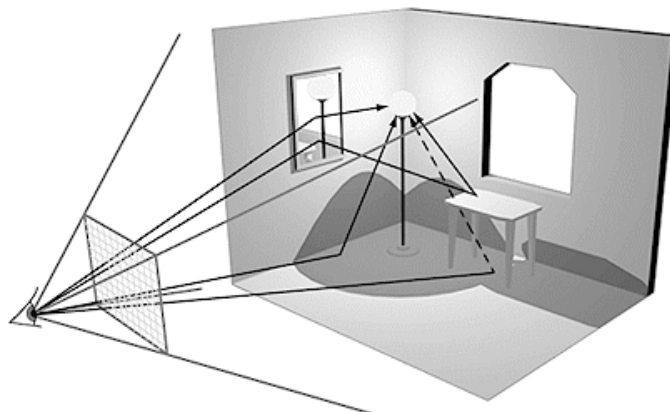
### 2.1.3 Renderovanie

Ide o činnosť 3D grafických programov, alebo ich pluginov, pre vytváranie vizualizácií, kedy vzniká výsledný obraz modelovaného objektu. Pri renderingu polygónového objektu je výpočet menej náročnejší ako pri NURBS objekte, kde je objekt najskôr prevedený na polygónový objekt.

#### 2.1.3.1 Techniky používané pri renderingu

Rendering zahŕňa veľké množstvo techník a funkcií. Použitím a kombináciou tých správnych je možné docieľiť fotorealistický model, čo je zámerom každého grafika. Naopak použitím zlého renderingu aj u dobrého modelu je možné celú scénu zkažiť. Rendering je vlastne kľúčová fáza každého projektu. Renderovanie je pomerne zložitý proces, ktorý sleduje hlavne tieto parametre scény: [32]

- **Tieňovanie** - kolísanie farby a jasú povrchu v závislosti na osvetlení.
- **Texturovanie** - dodanie realistického vzhľadu povrchu modelu.
- **Bump mapping** - metóda napodobňuje drobné nerovnosti povrchu.
- **Hmla** - tlmenie svetla pri prechode atmosférou.
- **Tiene** - dôsledok prekrytia zdroja svetla iným objektom.
- **Mäkké tiene** - rôzne úrovne osvetlenia spôsobené čiastočne zakrytými svetelnými zdrojmi.
- **Odras svetla** - zrkadlové alebo veľmi lesklé odrazy.
- **Transparentnosť** - šírenie svetla cez objekty bez skreslenia .
- **Priesvitnosť** - šírenie svetla cez objekty so skreslením.
- **Refrakcia** - ohyb svetla spojený so šírením svetla cez objekty.
- **Difrakcia** - ohyb, šírenia a interferencie lúčov na hranách objektov.
- **Nepriame osvetlenie** - plochy, ktoré sú osvetlené odrazmi z iných plôch, nie priamo od zdroja svetla.
- **Kaustika** - forma nepriameho osvetlenia, svetelné lúče odrazené alebo lomené nejakým objektom.
- **Hĺbka ostrosti** - objekty vzdialené od objektu v centre pozornosti sa zdajú nezaostrené.
- **Pohybové rozostrenie** - rýchlo pohybujúce sa objekty sa zdajú rozmazané.



Obrázok 11 - Princíp renderingu [11]

## 2.2 Metódy tvorby 3D mesta

Oblasťou, v ktorej je 3D grafika hojne využívaná, je architektúra. Keď architekt vytvorí plány nového domu, tak je potrebné odovzdať ich investorovi na schválenie. Problém je v tom, že nie každý sa vyzná v stavebných výkresoch a tak je nutné ukázať dom v takej podobe, aby bol zrozumiteľný aj laikovi. K tomu slúži počítačová vizualizácia. Takto vytvorený obrázok môže vyzeráť ako fotografia. Vizualizácia môže byť zasadená do reálnej fotografie prostredia, v ktorom má dom stáť. Rovnakú metódu možno využiť pri tvorbe 3D podoby celého mesta, kde sa všetky objekty zasadia na presné pozície na mape tak, aby to zodpovedalo skutočnosti.

### 2.2.1 Výber vhodného SW na tvorbu mesta

Výber vhodného SW na tvorbe 3D mestskej lokality je jedným z prvých krokov. Treba zvážiť jednotlivé výhody a nevýhody jednotlivých SW a v závislosti od toho vybrať ten najvhodnejší. Za hlavný rozhodovací faktor možno s určitosťou zvoliť výkon a možnosti daného SW.

Za rozhodovacie faktory pri výbere SW nástrojov možno považovať:

- **Výkon a možnosti systému**

Najlepší spôsob, ako dobre zvoliť 3D modelačný program, alebo komplexný systém, je dopredu si premyslieť, na aké účely sa bude používať. V ďalšom kroku potom jednotlivé programy / systémy na danom probléme náležite odskúšať.

- **Implementácia a ovládanie systému**

Pre skutočne rýchle a efektívne nasadenie akéhokoľvek systému je nutné dobré preškolenie užívateľov a prispôbenie aplikácie pre konkrétne účely (normy, šablóny, užívateľské prostredie). Preto je dobré si overiť, či je toto distribútorom a systémom dostatočne umožnené. Do úvahy treba vziať aj lokalizáciu systému, ktorá môže značne uľahčiť osvojenie a prácu v systéme. Nemal by sa za každú cenu vyberať zložitý komplexný systém, v ktorom síce pôjde riešiť daný problém, ale aj po primeranom zaškolení budú rutinné úkony zdĺhavé a ťažké.

- **Rozšířitelnost, nadstavby a doplňky**

Väčšina moderných 3D systémov je modulárnych a preto rozšíriteľnosť systému a jeho prispôsobenie danej oblasti použitia má významný vplyv na finálnu cenu, a teda aj na výber. Súčasťou niektorých systémov sú tiež rôzne doplnkové aplikácie. Ak by sa zistilo, že preferovaný systém nepodporuje napr. niektorú požadovanú funkciu, ale pomocou ponúkaných aplikácií je tento problém dostatočne riešiteľný, môže táto oblasť tvoriť významnú úlohu pri voľbe správneho systému. Dôležitým faktorom pri výbere systému môže byť i podpora formátu súborov pri exportovaní a importovaní dát.

- **Upgrade, licencie a cena**

Možnosť upgrade systému a druh licencie je jedna z vecí, ktoré nie sú často uvádzané v ponukách, ale určite stojí za povšimnutie. Rôzne typy licencií umožňujú napríklad nainštalovanie systému na viacerých počítačoch. Štandardný variant je, že jedna licencia sa rovná jednej inštalácii systému. V neposlednom rade treba zvážiť i možnosť plateného, alebo neplateného upgradu systému, ako i finálna cena produktu.

### 2.2.1.1 *SketchUp PRO*

SketchUp je software pre tvorbu 3D modelov, vytvorený spoločnosťou Google, navrhnutý pre profesionálnych architektov, stavebných a strojných inžinierov, ale napríklad aj pre filmových tvorcov a vývojárov počítačových hier. Tento program umožňuje nielen vytvárať 3D objekty a textúrovať ich povrch, ale umožňuje tiež geografické umiestnenie kdekoľvek na Zemi prostredníctvom Google Earth a prepojenie so softvérom GIS. [15]

#### **Možnosti exportu:**

- *Rastrové formáty* (TIFF, BMP, JPEG, PNG, EPX)
- *2D vektorové formáty* (EPS, PDF, DXF, DWG)
- *3D vektorové formáty* (3DS, DXF, DWG, OBJ, ATL, FBX)
- *formáty animácie* (MOV, AVI)

- *formáty GIS (MDB)*
- *formát Google Earth (KMZ)*
- *formát Collada (DAE).*

**Možnosti importu:**

- 3DS, DEM, DXF, DWG a všetky rastrové formáty.

**Podporované jazyky:**

Angličtina, Čeština a iné.

**Podporované OS:**

Win 2003, Win 7-32, Win 7-64, Win 8, Win XP.

**Update, licencia:**

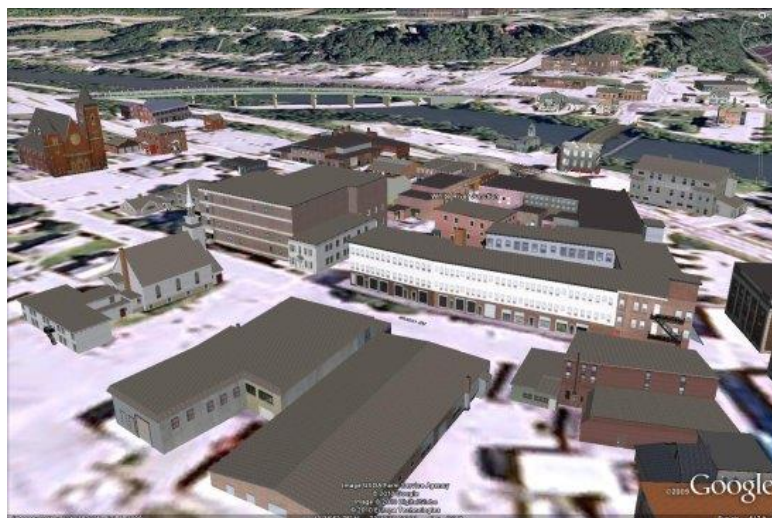
Súčasť nákupu novej licencie programu SketchUp Pro 2013 (obsahuje technickú podporu predajcu, všetky publikované nové verzie a servis packy po dobu 12 kalendárnych mesiacov od okamihu nákupu.) [17]

**Cena:**

17 160 Kč

**Použitie pre tvorbu mesta a podporu návrhu MKDS:**

SketchUp ponúka priame možnosti na vytvorenie 3D mestkých lokalít. Z užívateľského hľadiska je to ideálny SW na tvorbu 3D grafiky, čomu napomáha jednoduché ovládanie, obsiahly manuál, množstvo online manuálov a jednoduchosť celého systému. Veľkou výhodou je prepojenie s mapami od Google a bohaté možnosti pri importe a exporte dát. Za nevýhody možno považovať nižšiu kvalitu a úroveň detailov výslednej grafiky. Problémom môžu byť i samotné Google mapy, ktoré nie sú vo všetkých oblastiach zhotovené v dostatočnej kvalite, ako je možné vidieť na Obr. 12. Navyše neponúka dostatočné možnosti práce s kamerami, ktoré sú dôležité pre potreby návrhu MKDS v tejto práci.



Obrázok 12 - Mesto vytvorené SW SketchUp [16]

### 2.2.1.2 Cinema 4D

Cinema 4D je komerčný multiplatformový program, pre tvorbu 3D grafiky. Program je vytvorený nemeckou spoločnosťou MAXON Computer. Cinema 4D je komplexný program pre tvorbu 3D scény - od polygónového modelovania cez textúrovanie, nasvietenie, animáciu až po rendering. Cinema 4D ponúka jednoduché ovládanie a profesionálne nástroje, ktoré radia Cinemu 4D medzi jeden z najlepších programov na tvorbu 3D grafiky. Cinema 4D disponuje kompletnou českou lokalizáciou. Existuje aj množstvo oficiálnych manuálov v českom jazyku. [18]

Samotné jadro programu, ktoré slúži k modelovaniu, textúrovaniu, nasvieteniu a renderovaniu, však nedokáže vytvoriť všetko, čo grafik potrebuje. Preto sú k Cinemu 4D dodávané rôzne moduly, ktoré sú schopné veľmi efektne vykonať požadovanú potrebu.

#### Zoznam modulov, ktoré vyrába firma Maxon pre Cinemu 4D

- *Advanced Render* - modul pre pokročilé nastavenie renderingu ( HDRI, kaustika, simulácia mrakov...).
- *3D BodyPaint* - modul pre pokročilé textúrovanie, maľovanie 3D pramo na objekty
- *Dynamika* - modul pre simuláciu dynamiky mäkkých a tvrdých telies a fyzikálnych zákonov.
- *Hair* - modul pre tvorbu vlasov, chlupov, srsti a trávy.
- *MOCCA* - modul pre animáciu postáv, animácia odevov.

- *Mograph* - modul pre tvorbu televíznej grafiky.
- *NET Render* - modul umožňujúci renderovať po sieti - spojenie výpočtového výkonu niekoľkých počítačov.
- *Pyrocluster* - modul pre jednoduchú tvorbu ohna, dymu.
- *Sketch a Toon* - modul pre tvorbu kresleného vzhľadu.
- *Thinking Particles* - modul pre pokročilú tvorbu časticových systémov.

**Možnosti exportu/importu :**

- *3D grafické dáta:* FBX, COLLADA (.DAE), DXF, VRML, LIGHTWARE, 3DS
  - Len import: DWG, IGES, BVH/BVA, DEM.
- *CAD / CAM:* priame obojsmerné dátové prepojenie na ArchiCAD, Vectorworks a Allplan, ďalšie CAD aplikácie cez FBX, 3DS, DXF.
- *2D grafické dáta:* PSD, TIFF, TGA, HDRI, OpenEXR, BMP, PICT, JPEG, PNG, IFF, RLA, RPF, Illustrator.
- *Formáty animácie:* QuickTime, AVI,
  - Len export: After Effects (3D), Final Cut, Combustion, Shake(2D), Motion(2D), Fusion.

**Podporované jazyky:**

Angličtina, Čeština a iné.

**Podporované OS:**

Win 2003, Win 7-32, Win 7-64, Win 8, Win XP, Mac OS.

**Cena:**

35 720 Kč.

**Použitie pre tvorbu mesta a podporu návrhu MKDS:**

Program Cinema 4D ponúka kvalitnú fotorealistickú výstupnú 3D grafiku. K dispozícii je i množstvo modulov, ktoré zefektívňujú a uľahčujú tvorbu grafiky. Výhodou je i možnosť spustiť program na viacerých platformách, s podporou a manuálmi v českom jazyku. Možnosť tvorby animácii môže slúžiť na prezentačné alebo simulačné

účely. V rámci tvorby 3D mesta sa Cinema 4D javí ako ideálny nástroj, s ohľadom na jednoduchosť tvorby a kvalitu výstupu, vid' Obr. 19. Pri návrhu MKDS je možné využiť rozsiahle nastavenia kamier, ktoré program ponúka. Vhodnými funkciami programu môžu byť taktiež možnosti simulácie počasia, dňa/noci, osvetlenia, cestnej premávky a iných. Pri využití širokej ponuky exportu dát sa môže súčasný projekt prepojiť s inými aplikáciami. Nevýhodou môže byť chýbajúca podpora (priameho) importu mapových podkladov, resp. GIS, a vyššia cena programu. Program Cinema 4D bol zvolený ako najvhodnejší pre praktickú časť tejto práce.



Obrázok 13 - Mesto vytvorené SW Cinema 4D [19]

### 2.2.1.3 Esri CityEngine

Esri CityEngine je 3D modelovací softvér, vyvinutý spoločnosťou Esri R & D v Zürichu, a špecializuje sa na výrobu 3D mestského prostredia. Z pohľadu procesného modelovania umožňuje efektívne vytváranie podrobných rozsiahlych 3D modelov miest jednoduchším spôsobom, ako je tomu u klasického 3D modelovania. CityEngine pracuje s architektonickými objektami umiestnenými a usporiadanými v teréne, ktorý je podobne ako celý ekosystém a okolitá príroda generovaný softwarovým balíkom VUE (generátor scenérie), ktorý CityEngine obsahuje. CityEngine využíva procesné modelovanie, čo

znamená, že sa automaticky vytvárajú modely pomocou vopred definovaných pravidiel. Pravidlá sú definované pomocou tzv. gramatického systému, ktorý umožňuje vytváranie zložitých parametrických modelov. Užívateľ môže zmeniť alebo pridať nový tvar gramatiky. [21]

#### **Zoznam hlavných funkcií CityEngine:**

- *Podpora dát GIS/CAD:* Podpora štandardných formátov, ako je Esri shapefile, súborov geodatabázy a OpenStreetMap, ktoré umožňujú importovať / exportovať všetky geo dáta.
- *Dynamic City Layout:* Interaktívny dizajnový editor, ktorý umožňuje upravovať mestské rozloženie skladajúce sa z (zakrivených) ulíc, blokov a pozemkov.
- *Map-Controlled City Modeling:* Akýkoľvek parameter budov a ulíc možno ovládať po celom svete prostredníctvom obrazovej mapy (napr. výšok budov).
- *Facade Wizard:* nástroj na tvorbu modelu textúry budov, ktoré je možné hromadne aplikovať na viacero budov. [21]

#### **Možnosti exportu/importu :**

- *3D grafické dáta:* FBX, DAE, 3DS, OBJ, RenderMan RIB.
- *GIS/CAD formáty.*

#### **Podporované jazyky:**

Angličtina a iné.

#### **Podporované OS:**

Win 2003, Win 7-32, Win 7-64, Win 8, Win XP, Mac OS, Linux.

#### **Cena:**

11 486 Kč.

#### **Použitie pre tvorbu mesta a podporu návrhu MKDS:**

CityEngine je software, vytvorený priamo na tvorbu 3D mestských lokalít. Ponúka vysokú kvalitu výstupných dát, nástroje na jednoduchú tvorbu ulíc, budov a okolia. Veľkou

výhodou je podpora GIS dát, ktoré umožňujú pracovať priamo s mapovými podkladmi. Z pohľadu tvorby 3D mesta sa jedná o jednu z najlepších možností. S takto vyhotoveným mestom je ďalšia práca s CityEngine prakticky nemožná. Pre ďalšie využitie je potrebné zhotovené 3D mesto vyexportovať a použiť s iným softwarom. Preto CityEngine zvláda funkcie tvorby 3D mesta výborne, ale pre podporu návrhu MKDS je nedostačujúci. Program neponúka žiadne možnosti práce s kamerou.

Program je možné spustiť na viacerých platformách – Windows, Mac OS a Linux. Nevýhodou môže byť chýbajúca podpora českého jazyka, menšie množstvo manuálov a slabšie možnosti exportu/importu.



*Obrázok 14 - Mesto vytvorené SW CityEngine [20]*

### **2.2.2 Výber mapových podkladov**

Ďalším bodom v metodike tvorby 3D modelu mestskej lokality je výber vhodných mapových podkladov. Pre tieto potreby je dôležité, aby bolo podľa mapových podkladov možné vytvoriť cestnú infraštruktúru, mestkú zástavbu, architektúru, vodné toky, okolitú prírodu a všetky ostatné kľúčové objekty. Samotná mapa by mala poskytovať základné informácie o kľúčových objektoch – ich polohu, tvar a veľkosť. Pre detailné zhotovenie 3D mesta je ideálne, ak mapové podklady poskytujú čo najväčšie množstvo informácií. Pri

výbere mapových podkladov je potrebné vychádzať z analýzy rôznych typov mapových podkladov.

### 2.2.2.1 Analógová katastrálna mapa

Katastrálna mapa obsahuje body polohového bodového poľa, polohopis a popis, ktorý zobrazuje všetky nehnuteľnosti a katastrálne územia tvoriace predmet katastra nehnuteľností.

Pozemky sú v katastrálnej mape zobrazené priemetom svojich hraníc do zobrazovacej roviny a označujú sa parcelnými číslami a spravidla značkami druhov pozemkov. Stavby sa zobrazujú priemetom ich vonkajšieho obvodu do zobrazovacej roviny. Katastrálna mapa môže existovať v analógovej forme, v digitálnej forme alebo v oboch formách súčasne. [23]

Existuje niekoľko druhov analógových katastrálnych máp, ktoré sa od seba líšia mierkou, súradnicovým systémom alebo kladom jednotlivých mapových listov. Z týchto dôvodov vyplývajú komplikácie so spracovaním všetkých rastrových súborov. Na základe uvedených rozdielov je nutné mapy roztriediť a vhodne upraviť. Takéto mapy navyše neposkytujú detailnejšie informácie pre potreby tvorby 3D modelu mesta. Nie sú teda príliš vhodným podkladom.



Obrázok 15 - Analógová katastrálna mapa [22]

### 2.2.2.2 *Digitálna technická mapa mesta*

Technická mapa mesta je účelová mapa vyhotovená podľa jednotných technických predpisov, ktorá podrobne zobrazuje objekty a technické zariadenia na povrchu, pod povrchom aj nad ním vnútri urbanizovaných obvodov; je podkladom pre prevádzkové, plánovacie, projekčné a evidenčné účely.

Digitálna technická mapa mesta (DTMM) je rozdelená na dve časti - na povrchovú situáciu a siete. Mesto vlastní a udržiava mapu povrchovej situácie vlastnými silami.

- **Účelové mapy povrchovej situácie (ÚMPS)** - jedná sa o merané uličné fronty a verejne prístupné plochy. Uličné fronta vymedzuje priestor medzi prednými časťami stavebných objektov v danej ulici. Verejne prístupnými plochami sa rozumie napr. mestská zeleň, cesty, ulice, námestia apod.
- **Priebehy inžinierskych sietí** (podzemné i nadzemné) v danom území: elektrina, plyn, teplovod, telekomunikačné siete, vodovody a kanalizácia, verejné osvetlenie, dátové siete apod. [24]

Digitálna technická mapa zobrazuje dostatok potrebných objektov pre spracovanie mesta do 3D podoby. Oproti analógovej katastrálnej mapy poskytuje väčšie množstvo zobrazených objektov, navyše nie je potreba jej ďalšia úprava. DTMM je teda ako podklad pre zhotovenie 3D mesta postačujúca.



Obrázok 16 - Digitálna technická mapa mesta [25]

### 2.2.2.3 Digitálne mapy Google

Google Maps, je bezplatná, online mapová služba spoločnosti Google. Ponúka posúvateľné mapy, satelitné snímky celého sveta a plánovač ciest.

Mapy od Google poskytujú štandardne tri pohľady- satelitný, mapový podklad a kombináciu oboch. Asi najzaujímavejším je satelitný pohľad, kde Google poskytuje pohľad z vtáčej perspektívy. Google zobrazuje satelitné obrázky v rôznych dostupných rozlíšeniach umožňujúcich používateľom vidieť z vtáčej perspektívy povrch Zeme. Niektoré lokality sú zobrazované až do rozlíšenia 1:15 metrov. Navyše mapy od Google ponúkajú službu Street View. [26]

Street View je aplikácia v rámci Google Maps, ktorá ponúka panoramatické pohľady (360° horizontálne a 290° vertikálne) v mnohých mestách a štátoch v rôznych častiach sveta. Pohľady sú snímané z výšky približne 2,5 metra asi každých 10 metrov.



Obrázok 17 - Satelitné snímky od Google [26]

Digitálne mapy od spoločnosti Google sú ideálnym podkladom pre tvorbu 3D mesta. Poskytujú klasické mapové podklady a navyše i satelitné snímky. Ich kombináciou je možné získať detailné informácie o kľúčových objektoch na mape. Funkcia Street View môže navyše slúžiť ako podklad pre tvorbu jednotlivých 3D modelov.

Digitálne mapy od Google boli zvolené ako podkladový materiál pre tvorbu 3D mesta v praktickej časti tejto práci.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

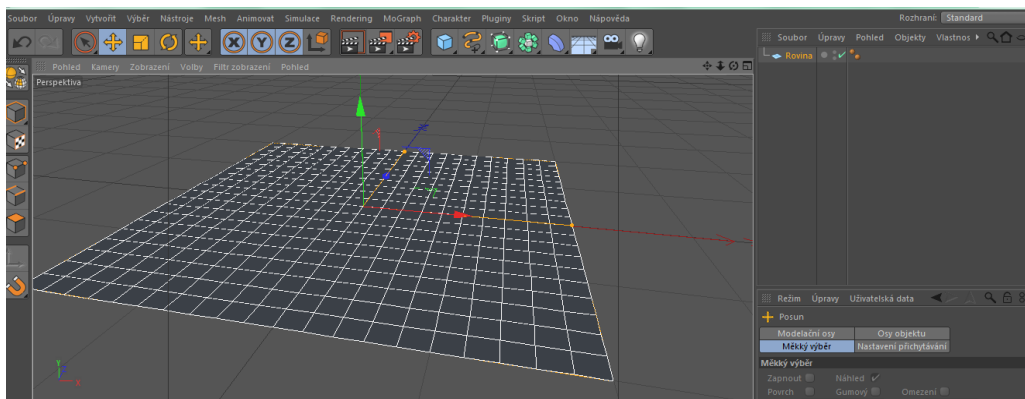
### 3 TVORBA 3D MODELU MESTA MYJAVA

Pre tvorbu 3D modelu mesta bolo zvolené mesto Myjava. Rozloha Myjavy je 48,54 km<sup>2</sup>, s počtom obyvateľov približne 12 000. Mesto Myjava je centrom kopaničiarskej oblasti, ktorá sa rozprestiera na Myjavskej pahorkatine, tvoriacej pomedzie medzi Slovenskom a Moravou. [29]

V rámci tvorby modelu mesta sa práca sústreďí na spracovanie prevažne centra mesta, na ktorom bude ďalej možné demonštrovať možnosti pre podporu návrhu MKDS. Pri tvorbe modelu sa metodicky postupovalo podľa bodov popísaných v kapitole 2.2, teoretickej časti tejto práci. Jednotlivé kroky tvorby modelu mesta sa ďalej sústreďia na spracovanie týchto častí:

- cestná infraštruktúra,
- budovy,
- prírodný terén,
- prvky verejného majetku a ostatné prvkov,
- jednotlivé ulice,

Celý model mesta bude modelovaný na rovinatej ploche, vytvorenej pomocou elementárneho objektu „Rovina“ (zobrazený na obrázku 18). Na tento objekt boli následne nanesené mapové podklady, resp. mapa a satelitné snímky tak, aby bolo možné v prípade potreby daný podklad zobrazit'. Oba podklady musia spĺňať rovnakú mierku a rovnaké ukotvenie na tomto objekte.



Obrázok 18 - Podstava modelu mesta, objekt Rovina

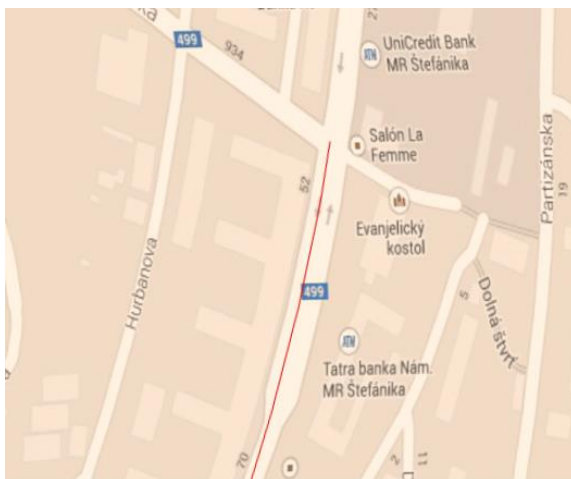
### 3.1 Cestná infraštruktúra

Pri vytváraní jednotlivých ciest boli využité mapové podklady, konkrétne mapy od spoločnosti Google. Dôležité je zvoliť jednotnú mierku, ktorú je nutné dodržiavať i v ďalších častiach tvorby modelu. Takto vytvorený model cestnej infraštruktúry bude tvoriť základnú kosru celého modelu mesta.

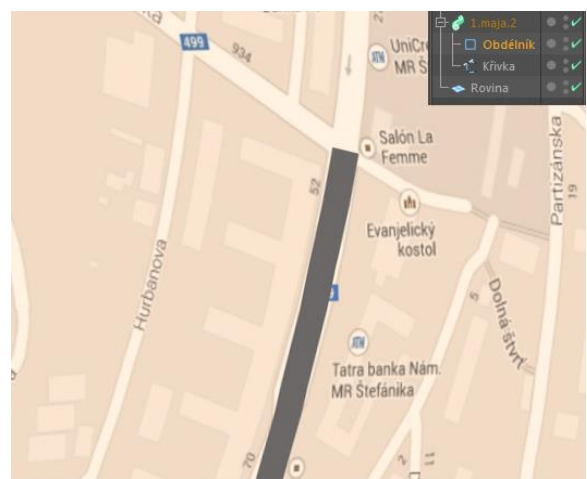
Pre tvorbu ciest ponúka software Cinema 4D viacero možností. V tomto prípade boli využité nástroje „krivka“ a funkcia „NURBS pretiahnutie“.

Pomocou funkcie krivky bola obťahnutá sieť cestnej infraštruktúry na mapovom podklade, kde je samotná krivka znázornená na obrázku 19, červenou farbou. Týmto spôsobom bolo dosiahnuté dodržanie jednotnej mierky a pokrytia podstatnej časti cestnej infraštruktúry. Pri aplikovaní kriviek bola využitá aproximačná krivka, konkrétne typ B-spline. Tento typ krivky si zachová svoj tvar a celistvosť i v prípadnej zmene mierky, resp. veľkosti modelu. V ďalšom kroku bol aplikovaný nástroj „obdĺžnik“ a funkcia „NURBS pretiahnutie“.

Nástroj obdĺžnik tvaruje krivku do požadovaného trojrozmerného tvaru, pri zadaní konkrétnych hodnôt výšky a šírky. Dĺžku udáva samotná krivka. Následne bola krivka i obdĺžnik zabalené do funkcie NURBS pretiahnutie, ktorá obalí krivkový model polygónmi, na ktoré je možné nanášať textúry a ďalej s nimi pracovať.



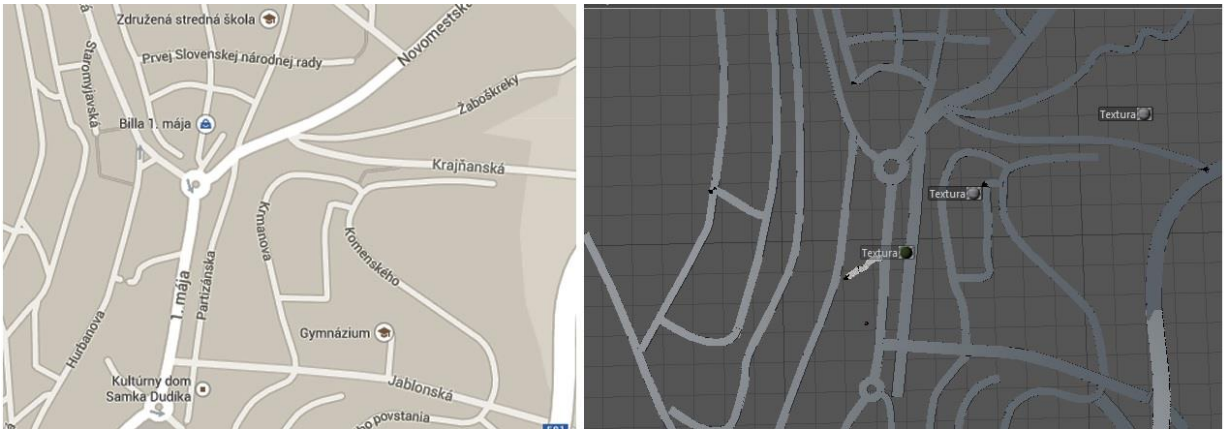
Obrázok 19 - Funkcia krivka



Obrázok 20 - Aplikovanie funkcie NURBS

Týmto spôsobom bola následne vytvorená kompletná sieť cestnej infraštruktúry. Na obrázku 21 je znázornený priebežný neotextúrovaný model cestnej infraštruktúry

(napravo), v porovnaní s mapovými podkladmi (naľavo). Rovnakým spôsobom boli potom vytvorené i chodníky. Tu boli ale použité satelitné snímky od Google.



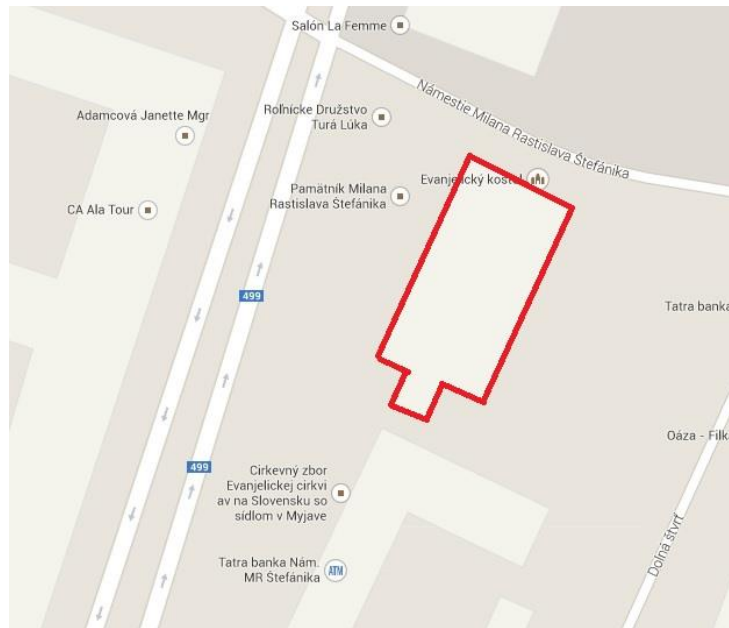
Obrázok 21 - Tvorba ciest podľa mapových podkladov od Google

### 3.2 Budovy

Samotné budovy tvoria podstatnú časť celého modelu mesta. Ich tvorba si vyžadovala najväčšiu časovú náročnosť. Na získanie polohy a pôdorysu budov boli znova využité mapové podklady od Google. Jednotlivé budovy sú charakteristické rôznymi detailami, ktoré boli získané zo satelitných snímok, zo StreetView, resp. osobným zberom a zdokumentovaním týchto detailov. Niektoré budovy sa do značnej miery veľmi neodlišujú, preto je postačujúce danú budovu vytvoriť len raz, napr. panelové domy.

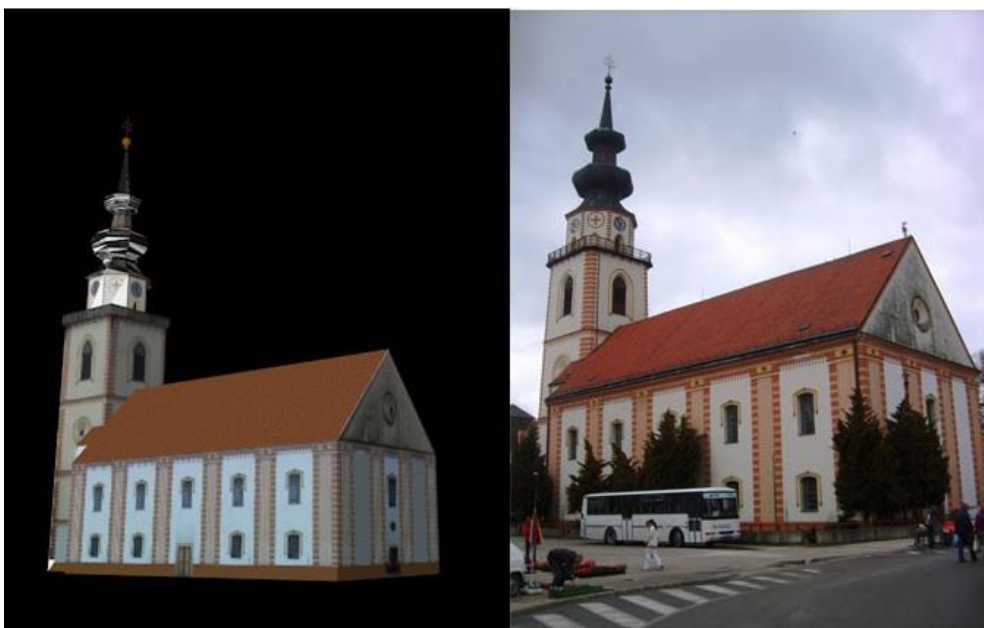
Postup je podobný, ako pri tvorbe ciest. V prvom kroku sa krivkou obtiahne pôdorys budovy na mapovom podklade (zobrazené na obrázku 22). Následne sa na krivku aplikuje funkcia „NURBS vytiahnutie“, ktorá vytvorí trojdimenzionálny polygonárny objekt, s ktorým je možné ďalej pracovať. Takýto objekt je rôznymi metódami, nástrojmi a funkciami vymodelovaný do finálnej podoby podľa predlohy budovy z Google StreetView, resp. získanými informáciami a obrazmi o danej budove.

Pri tvorbe budov bolo nutné dodržiavať prevažne jednoduché a elementárne tvary, kvôli zníženiu hardwarových nárokov práce na minimum.



Obrázok 22 - Pôdorys modelu budovy

V závere tvorby modelu budovy sa na ňu aplikujú textúry. Využitie môžu byť textúry obiahnuté v knižnici softwaru Cinema 4D, vytvorené manuálne alebo získané z internetových a iných zdrojov. Na textúry je možné aplikovať rôzne efekty (odlesk, hrboľatosť, odraz atď), s cieľom dosiahnuť čo najreálnejšiu podobu modelu. Porovnanie modelu budovy a skutočnej budovy je zobrazené na obrázku 23. Hotový model je následne umiestnený na presnú polohu na mapovom podklade. Touto metódou sú ďalej vymodelované všetky požadované budovy.



Obrázok 23 - Porovnanie 3D modelu kostola a skutočného kostola

### 3.3 Přírodní terén

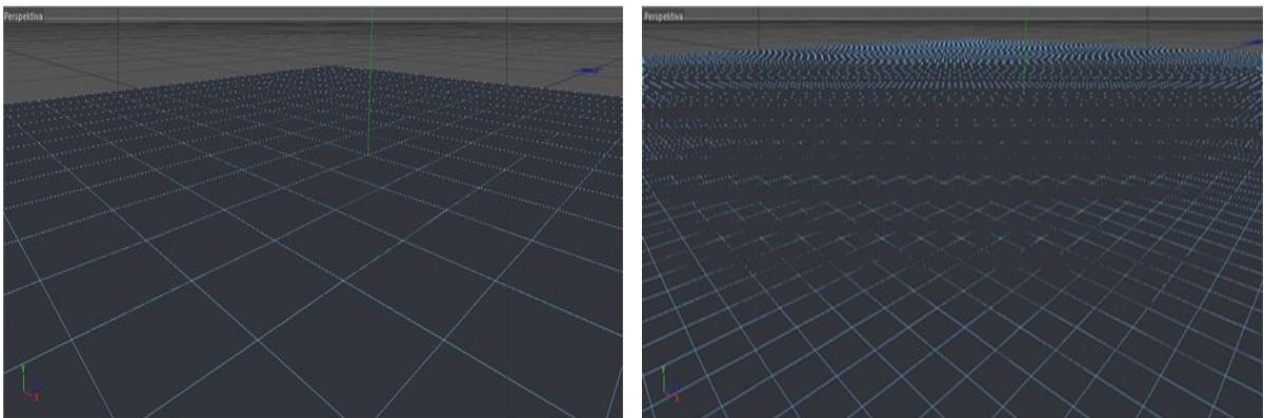
Mesto Myjava obsahuje množstvo trávnatých plôch, parkov, prírodných vyvýšení, stromov, a centrom mesta preteká rieka Myjava. Pre čo najvernejšiu podobu modelu mesta treba do práce zahrnúť i tieto aspekty. K tomuto bolo nutné znova využiť satelitné snímky, ktoré presne zobrazujú polohu a rozsah jednotlivých plôch.

Tieto časti trávnatých plôch bolo potrebné vyčleniť a vyznačiť (zobrazené na obrázku 24).



Obrázok 24 - Výber trávnatých plôch

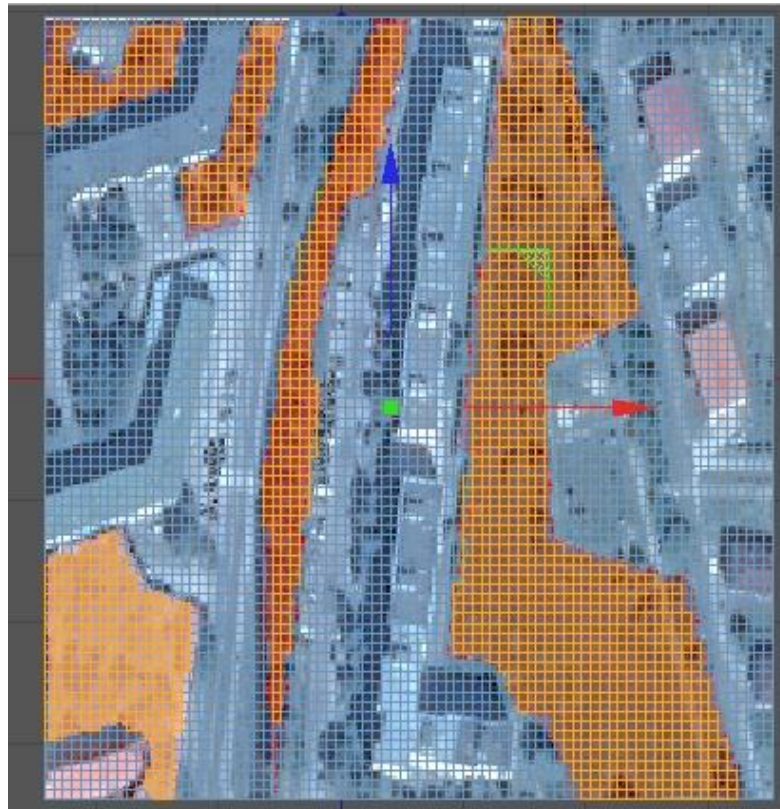
Pre konkrétne aplikovanie týchto plôch do modelu sa využil objekt „Rovina“, ktorá tvorí podstavu modelu. Tento objekt je ďalej nutné previesť na polygony. Aby sa docielil požadovaný počet polygónov, je potrebné všetky súčasné polygóny segmentovať (zobrazené na obrázku 25).



Obrázok 25 - Segmentovanie polygónov objektu „Rovina“

Segmentováním polygónov sa docieli vyššie rozlíšenie objektu v polygónoch, ktoré je dôležité pre presné vyčlenenie hraníc trávnatých plôch, vytvorenie terénnych nerovností a rieky. Následne sa podľa vyznačených plôch na satelitných snímkoch (vid'.obrázok 24), označia polygóny, ktoré sa prekrývajú s týmito plochami. Na tieto označené polygóny sa potom aplikuje textúra trávy (zobrazené na obrázku 26).

Pre vytvorenie rieky sa postupuje podobným spôsobom, kedy sa podľa satelitných snímkov označia príslušné polygóny, na ktoré sa aplikuje daná textúra. V prípade terénnych nerovností a rieky sa navyše využíva funkcia „zkosenie“, ktorá umožňuje jednotlivé polygóny zkosit' smerom dovnútra objektu, respektíve smerom von.



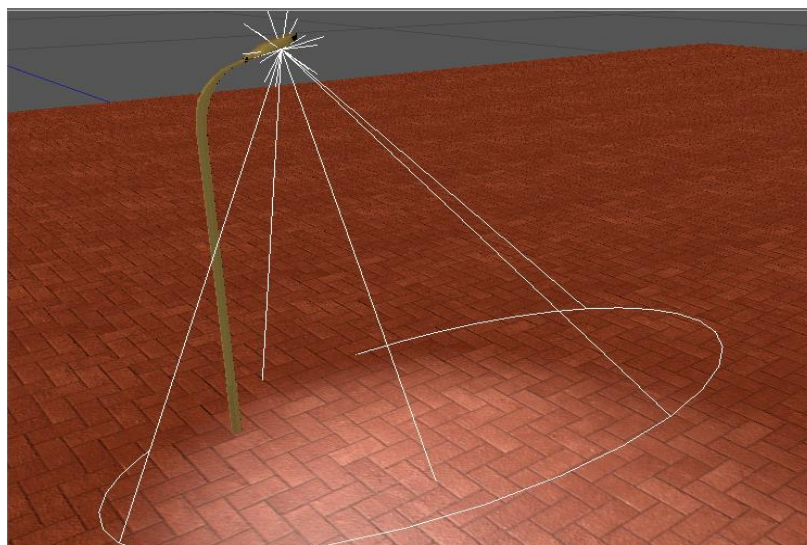
Obrázok 26 - Aplikovanie textúry trávy

### 3.4 Prvky verejného majetku a ostatné prvky

V tejto časti boli vytvorené modely, ktoré prezentujú prvky verejného majetku. Tieto prvky z veľkej časti nemajú funkčnú podstatu, približujú ale model mesta k reálnej podobe. Ide predovšetkým o tieto prvky:

- lavičky,
- smetné koše,
- kontajnery,
- lampy,
- mestské pódium,
- dopravné značky.

Jednotlivé objekty boli v modele mesta rozmiestnené za pomoci StreetView, na ich skutočnú polohu. Keďže na modeli mesta bude možné simulovať i čas, resp. deň a noc, bola pouličným lampám pridaná funkcia "smerové svetlo", ktoré simuluje osvetlenie vytvárané samotnou lampou. Zdroj svetla bol umiestnený k hlave lampy, resp. k polohe žiarovky v lampe, a smer svetla bol určený pod lampu s miernym sklonom pred lampu. Toto svetlo bude možné v modeli mesta v prípade potreby aktivovať, alebo deaktivovať.



Obrázok 27 - Funkcia "smerové svetlo" pouličnej lampy

## Ostatné prvky

Medzi ostatné prvky sú zaradené prvky, ktoré netvoria časť verejného, resp. mestského majetku, ale v meste sa reálne vyskútujú a pre túto prácu sú dôležité. Ide predovšetkým o osobné automobily, resp. autobusy, ktoré pokrývajú značnú časť plochy mesta, predovšetkým cesty a parkovacie priestory. V modeli sú umiestnené práve na tieto priestory.

## 3.5 Ulice

V záverečnej časti tvorby 3D mesta boli všetky jednotlivé modely usporiadané presne na svoju polohu a s ohľadom na susedné modely tak, aby neboli navzájom prekrývané, alebo naopak, aby boli medzi sebou vzájomne v kontakte. Boli odstránené nepresnosti a odchyľky. Postupovalo sa po jednotlivých uliciach, až kým neboli odstránené všetky chyby. Ďalej boli dotvárané rôzne modely objektov, ktoré sa na danej ulici vyskytujú a neboli doteraz vytvorené. V závere bol celý model nasmerovaný podľa svetových strán. Dôvodom je správna poloha Slnka pri východe a západe, ktoré vytvára v modeli tieň a určuje svitanie, resp. ztmievanie pri rôznych časových aspektoch. Týmito aspektmi sú deň/mesiac/rok/hodina/minúta/sekunda. Na obrázku 28 - 31 sú zobrazené niektoré konkrétne ulice.



*Obrázok 28 - Ulica 1. mája - 3D model*



*Obrázok 29 - Ulica Partizánska - 3D model*



*Obrázok 30 - Ulica Námestie M.R.Štefánika*



*Obrázok 31 - Ulica Hurbanova*

## 4 SÚČASNÝ MKDS MESTA MYJAVA<sup>1</sup>

Kamerový monitorovací systém, ktorý bol zavedený v roku 2005, pozostáva z piatich kamier (jedna stacionárna a štyri motorické, otočné), triplexového digitálneho záznamu, ovládacej klávesnice a dvoch monitorov 14" a 21". Ide o analógový kamerový systém.

Kamerový monitorovací systém, ktorý bol zavedený v roku 2007, pozostáva z dvoch IP kamier (jedna stacionárna a jedna motorická, otočná), serveru, softwaru, videoservertu a monitoru 32". Snímanie, prenos a ukladanie obrazu je plne digitálne. Tento systém je momentálne nefunkčný z dôvodu nezavineného poškodenia otočnej kamery a nefunkčného serveru kamerového systému.

Pomocou kamerového systému boli zistené a preukázané najmä priestupky proti bezpečnosti a plynulosti v cestnej premávke, kde prevažovalo nesprávne parkovanie vozidiel na nám. M.R.Štefánika. Pomocou kamerového systému boli opakovane zistené osoby, ktoré v meste Myjava nezákonne ponúkali na predaj rôzny tovar. Ďalej boli odhalené a riešené priestupky na úseku verejného poriadku. Kamerový systém má veľký význam pri odhaľovaní priestupkov, trestných činov a tiež z hľadiska ochrany zdravia a života občanov. Nezanedbateľný prínos má kamerový systém i z preventívneho hľadiska - v monitorovaných úsekoch mesta sa registruje zníženie protiprávnych aktivít. Zisťovanie páchatel'ov sa vykonáva i späťne prezeraním záznamov, ktoré sú uložené v systéme v zmysle zákona do sedem kalednárnych dní. Po tomto čase sa automaticky vymazávajú. Záznamy z kamerového systému na požiadanie využíva aj Policajný zbor, napr. pri riešení dopravných nehôd, rôznej restnej činnosti, pátranie po osobách a podobne.

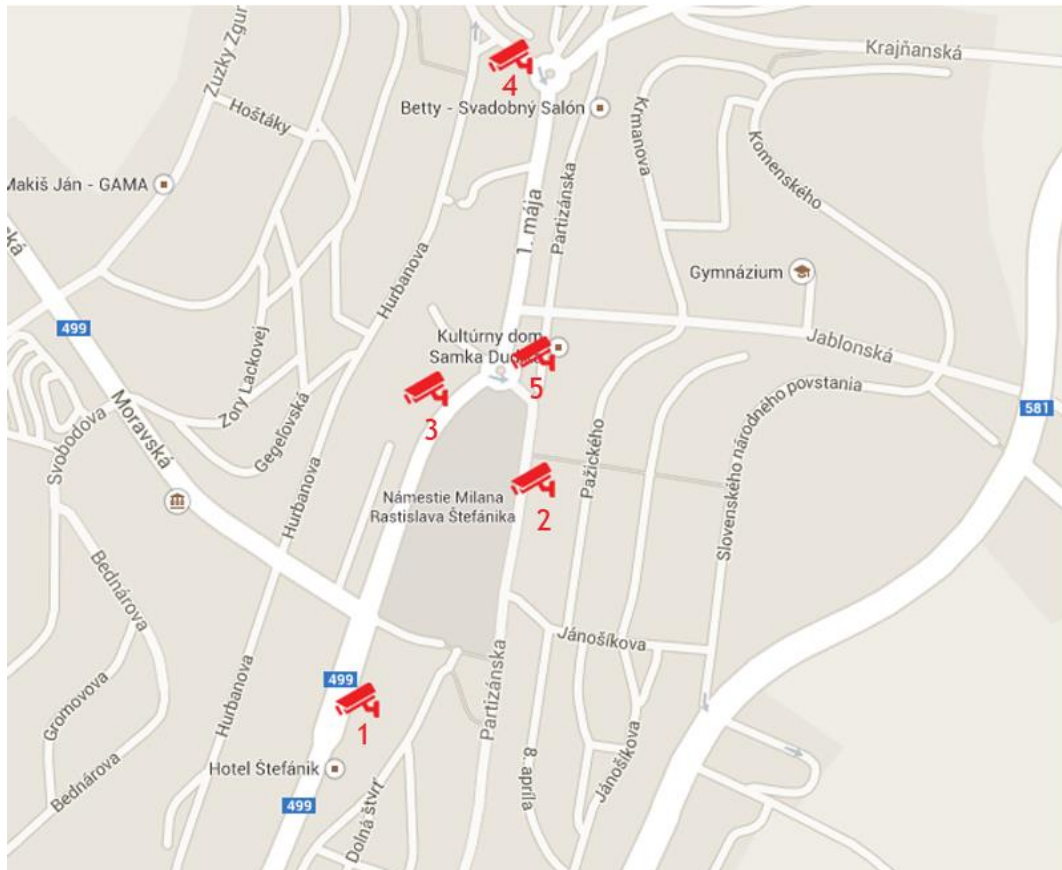
### 4.1 Rozmiestnenie kamier v meste

MKDS pozostáva celkovo z 5 analógových kamier, z toho 4 otočné o 360° a jedna stacionárna kamera s pevným ohniskom objektívu. Ďalej pozostáva z 2 IP kamier, z toho jedna otočná o 360° a jedna stacionárna. Tieto dve kamery sú momentálne nefunkčné a mesto nemá dostatok financií na ich opravu a zfunkčnenie. Navyše sa plánuje ich

---

<sup>1</sup> Informácie poskytnuté MsP Myjava

demontáž. Nebudú preto v tejto práci brané do úvahy ako funkčný systém. Snímané úseky vznikli z analýzy MsP, ktoré vykazovali najvyšší počet priestupkov, protiprávnej činnosti a podobne. Jednotlivé kamery sú sústredené prevažne na lokality so zvýšeným pohybom osôb, a tým pádom majú význam pri ochrane zdravia a života občanov mesta.



Obrázok 32 - Rozmiestnenie kamier v meste

Z obrázku 32, kde je znázornené rozmiestnenie kamier v meste vyplýva, že rozsah súčasného kamerového systému je nedostačujúci. Kamery pokrývajú len jeden súbežný ťah mesta, kde sa jednotlivé kamery sústredia prevažne na parkovacie priestory. Nižší počet kamier v meste kompenzuje fakt, že 4 kamery sú otočné a sú schopné snímať väčšiu plochu scény, nie však súčasne. Navyše sa v meste nachádza množstvo ďalších kritických miest, ktoré by mali byť taktiež pod dohľadom MKDS. V meste sa nachádza základná škola, diskotekový bar alebo problematické sídlisko, v okolí ktorého vzniká v mnohých prípadoch vandalizmus a zvýšené množstvo kriminality. Ďalšie riziko vandalizmu hrozí v okolí futbalového štadióna, keď v roku 2012 prebehla jeho rekonštrukcia. Štadión je v súčasnosti aktívne využívaný, s kapacitou 2700 miest.

#### 4.1.1 Otočná kamera č.1

Otočná kamera č.1 je umiestnená na Námestí Milana Rastislava Štefánika, pri pomníku M.R.Š. 360° otočenie kamery umožňuje snímať celú ulicu Námastia M.R.Š, vrátane množstva obchodov, ktoré sú na tejto ulici. Nachádza sa tu tiež hlavný vchod banky. Kamera č.1 je umiestnená na lampe verejného osvetlenia.



Obrázok 33 - Priestory snímané kamerou č.1

#### 4.1.2 Otočná kamera č.2

Otočná kamera č.2 je umiestnená na Námestí Milana Rastislava Štefánika, za budovou VÚB. Kamera je umiestnená na lampe verejného osvetlenia. Sníma predovšetkým parkovacie priestory a časť pešej zóny, kde sa nachádza často veľké množstvo obyvateľov mesta. V zábere je kamery je tiež zadný vchod banky a vchod do miestneh baru, ktorý je vidieť v prostrednej fotografii na obrázku 34.



Obrázok 34 - Priestory snímané kamerou č.2

Pozn.: Obrázky priestorov snímaných kamerami sú zložené z viacerých záberov, ktoré sú jednotlivé otočné kamery schopné snímať

### 4.1.3 Otočná kamera č.3

Otočná kamera č.3 je umiestnená na Námestí Milana Rastislava Štefánika, na rohu budovy Mestského úradu. Vďaka tomu je kamera schopná snímať priestory za i pred touto budovou. Snímané sú parkovacie priestory pred Mestským úradom, kde často dochádza k nesprávnemu parkovaniu, a časť cestnej komunikácie. Nachádza sa tu i spoločenský dom, kde sa často konajú rôzne verejné podujatia. V zábere kamery je i budova pošty a celý priestor námestia.



*Obrázok 35 - Priestory snímané kamerou č.3*

Pozn.: Obrázky priestorov snímaných kamerami sú zložené z viacerých záberov, ktoré sú jednotlivé otočné kamery schopné snímať

#### 4.1.4 Otočná kamera č.4

Otočná kamera č.4 je umiestnená na Ulici 1.Mája, pri kruhovom objazde budovy Billa. Umiestnená je na lampe verejného osvetlenia. Snímané sú priestory kruhového objazdu a všetky jeho výjazdy. Ďalej má kamera možnosť snímať parkovacie priestory budovy Billa. Navyše je snímaná celá ulica z centra mesta až po kruhový objazd. V týchto priestoroch je často zvýšený pohyb vozidiel a chodcov a často tu dochádza k nehodám. Kamera je síce schopná snímať široký rozsah priestoru, nie však súčasne všetky naraz. V tejto časti mesta by bolo vhodné použiť viacero kamier, z dôvodu permanentného snímania väčšej plochy priestoru. Navyše, neďaleko kruhového objazdu sa nachádza problematické sídlisko, v blízkosti ktorého sa objavujú časté prípady vandalizmu.



*Obrázok 36 - Priestory snímané kamerou č.4*

Pozn.: Obrázky priestorov snímaných kamerami sú zložené z viacerých záberov, ktoré sú jednotlivé otočné kamery schopné snímať

#### 4.1.5 Stacionárna kamera č.5

Stacionárna kamera č.5 je umiestnená na Partizánskej ulici, na Dome kultúry S. Dudíka. Umiestnenie kamery nie je príliš vhodné. Kamera sníma len priestor pred vstupnými dverami do budovy, zadný vchod a ani vstupné dvere snímané nie sú. Parkovisko pred budovou je snímané len z časti, kvôli nízkemu umiestneniu kamery na budove.



*Obrázok 37 - Priestory snímané kamerou č.5*

Umiestnenie kamery č.5 na budove Dome kultúry S. Dudíka je zhruba v 2/3 jej výšky. To je hlavným dôvodom toho, že kamera sníma len malú časť parkovacích priestorov pred budovou. Navyše kamera nie je vhodne natočená a nesníma vstupné dvere budovy. Za budovou sa ďalej nachádza autobusová stanica, ktorá by v prípade použitia otočnej kamery namiesto stacionárnej bola snímaná taktiež.



*Obrázok 38 - Umiestnenie kamery č.5*

## 4.2 Technické parametre použitých kamier

### 4.2.1 Otočné kamery č.1 - č.4

**Model:** Sony SA-1A80 [27]

<b>Signál</b>	Pal system
<b>Objektív</b>	3,24mm-86mm motoriz. so zoomom
<b>Citlivosť</b>	0,7 lux /F1,4
<b>Hor. rozlíšenie</b>	480 TVL
<b>Opt. zoom</b>	27x
<b>Dig. zoom</b>	12x
<b>Otáčanie</b>	360°
<b>Náklon</b>	180°
<b>Pracovná teplota</b>	-20°C - +50°C
<b>Otáčanie</b>	360°
<b>Náklon</b>	180°

*Tabuľka 3 - Technické parametre Sony SA-1A80*



*Obrázok 39 - Otočná kamera SA-1A80 [27]*

#### 4.2.2 Stacionárna kamera č.5

**Model:** CNB-XGB-25VF [28]

<b>Snímací čip</b>	1/3" High Sensitivity CCD
<b>Objektív</b>	3,8-9,5mm
<b>Citlivosť</b>	0.05Lux (Barva), 0.00 Lux (IR LED zap.)
<b>Rozlíšenie</b>	580 TVL
<b>Objektív</b>	varifokální 3,8 - 9,5mm
<b>Režim deň/ noc</b>	ano
<b>Montáž do exteriéru</b>	ano
<b>Počet IR LED</b>	70
<b>IR dosvit</b>	do 60m
<b>Pracovná teplota</b>	-30°C až +50°C

*Tabuľka 4 - Technické parametre CNB-XGB-25VF[28]*



*Obrázok 40 - Stacionárna kamera CNB-XGB-25VF [28]*

### 4.3 Výhody a nevýhody současného MKDS

Jednotlivé kamerové systémy ponúkajú nepochybne veľké množstvo výhod. Pri týchto výhodách existuje však i niekoľko nevýhod, ktoré majú jednotlivé systémy spoločné a osobitné. Pri návrhu MKDS je potrebné tieto negatíva analyzovať a eliminovať.

MKDS v meste Myjava je pomerne jednoduchý systém, ktorý ale je pre potreby malého mesta postačujúci. Za pomoci súčasného systému sa dodnes podarilo objasniť a odhaliť niekoľko priestupkov.

#### 4.3.1 Hlavné výhody systému

- nepretržité sledovanie a zaznamenávanie scány počas 7 dní v týždni,
- rozlíšenie kamier 480 TV riadkov, resp. 580 TV riadkov,
- 27- násobný optický zoom,
- vysoká svetelná citlivosť kamier,
- automatická clona, automatické zaostrovanie,
- jednoduchá obsluha systému.

Počas analýzy súčasného systému sa objavili i niektoré jeho nedostatky a nevýhody. Hlavným problémom odstránenia týchto nedostatkov sú pre mesto Myjava financie.

#### 4.3.2 Hlavné nevýhody systému

- nefunkčný digitálny systém,
- nedostatok kamier pre snímanie ďalších kritických lokalít,
- nevhodné umiestnenie stacionárnej kamery č.5,
- nízky počet kamier v oblasti kruhového objazdu - kamery č.4.

## 5 NÁVRH MKDS S VYUŽITÍM 3D MODELU MESTA

V nasledujúcej časti je riešené previazanie predchádzajúcich bodov praktickej časti tejto práce, a to využitie 3D modelu mesta Myjava spolu so súčasným MKDS mesta na podporu návrhu MKDS, jeho úpravu a zlepšenie.

Podstatou využitia 3D modelu mesta pre podporu návrhu MKDS je prevažne nájdenie ideálnej polohy pre inštaláciu kamery. Vďaka takémuto virtuálnemu modelu je možné nájsť a získať snímanú scénu danej kamery, prakticky z ktoréhokoľvek miesta, pri rôznych parametroch danej kamery.

Pre vytvorenie virtuálneho kamerového systému v 3D modeli mesta bola využitá primárna funkcia programu Cinema 4D - "kamera", ktorá poskytuje široké možnosti nastavení a funkcií, spolu s 3D modelom kamery.

Pri návrhu virtuálneho MKDS sa vychádzalo zo súčasného systému, ktorého hlavné nedostatky, popísané v kapitole 4.3.2, boli hlavnými aspektami k jeho ďalšiemu zlepšeniu.

### 5.1 Tvorba virtuálneho MKDS

Pre vytvorenie virtuálneho kamerového systému v 3D meste bolo potrebné vytvoriť:

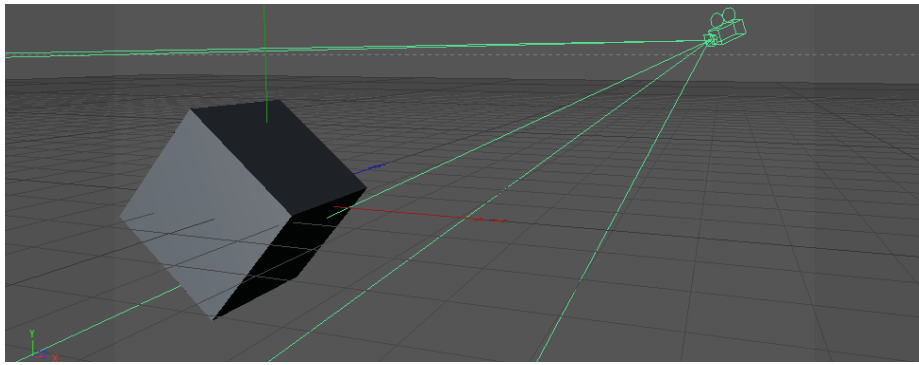
- funkciu kamery, ktorá bude renderovať samotný obraz z kamery,
- 3D model kamery, ktorý bude reprezentovať fyzickú kameru.

Oba prvky, funkcia kamery i 3D model kamery musia byť previazané a tvoriť tak jeden celok.

#### 5.1.1 Funkcie virtuálnej kamery

Cely virtuálny MKDS v tejto práci využíva funkciu programu Cinema 4D - "kamera". Funkcia kamery slúži na renderovanie výslednej scény snímanej kamerou. V Cineme 4D je možné vytvoriť 3 druhy funkčných kamier:

- **obyčajná kamera** - základná kamera,
- **sledujúca kamera** - kamera, ktorá je zacielená na konkrétny objekt, automaticky je natáčaná k polohe objektu, využíva sa prevažne u animácii,
- **3D kamera** - 2 blízke kamery, poskytujúce stereoskopické snímanie,



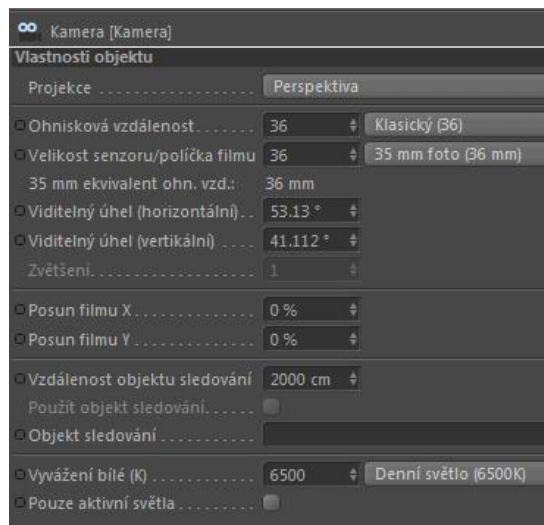
Obrázok 41 - Funkcia kamery v editore Cinemy 4D

V tejto práci je využívaný len jeden druh kamery, obyčajná kamera. Funkcia kamery ponúka veľké množstvo nastavení, z ktorých pre potreby práce sú využívané hlavne tieto:

- ohnisková vzdialenosť,
- veľkosť senzoru,
- viditeľný úhol ( horizontálne),
- viditeľný úhol ( vertikálne).

Z ďalších nastavení zo sekcie Fyzikálny render, je možné využiť tieto nastavenia:

- clona,
- expozícia,
- ISO.



Obrázok 42 - Nastavenia virtuálnej kamery

Tieto nastavenia je nutné použiť v závislosti na konkrétnej kamere, resp. nájdenie ideálnych parametrov pre kameru tak, že pri požadovanom zábere získame tieto hodnoty pre danú kameru.

### 5.1.2 Model virtuálnej kamery

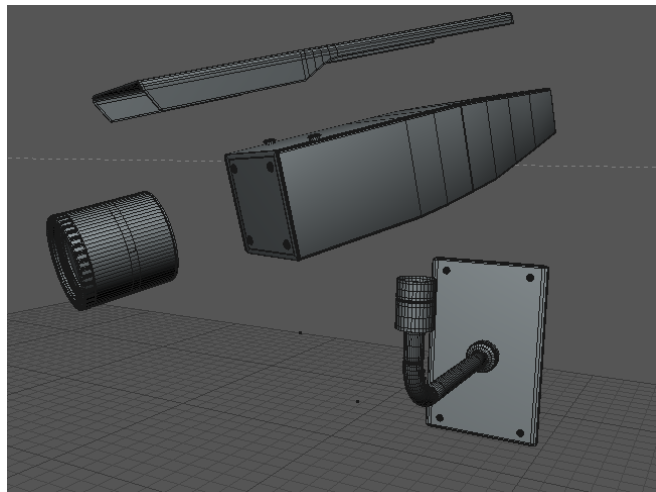
3D model virtuálnej kamery reprezentuje fyzickú kameru. Tento model bude následne umiestňovaný na potenciálne miesta pre inštaláciu kamery. Pre túto prácu boli vytvorené 2 modely kamier:

- model stacionárnej kamery,
- model otočnej kamery.

#### 5.1.2.1 Model stacionárnej kamery

Model stacionárnej kamery v tejto práci reprezentuje fyzický model stacionárnej kamery. Virtuálna kamera v tejto práci netvorí model ku konkrétnemu typu kamery, ide o všeobecné znázornenie stacionárnej kamery. Tvorba modelu stacionárnej kamery pozostávala zo 4 bodov:

- vytvorenie tela kamery,
- vytvorenie objektívu kamery,
- vytvorenie krytu,
- vytvorenie konzoly.



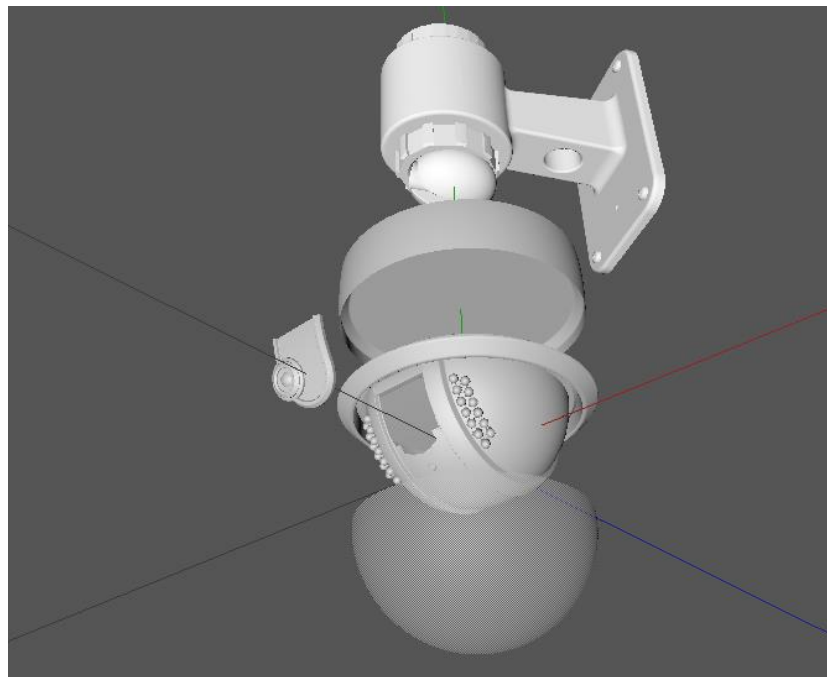
Obrázok 43 - Modelovanie 3D stacionárnej kamery

Po vytvorení jednotlivých častí kamier z elementárnych objektov a ich následnou úpravou v programe Cinema 4D, boli tieto časti spojené do jedného celku tak, aby tvorili výslednú kameru.

### 5.1.2.2 Model otočnej kamery

Model otočnej kamery v tejto práci reprezentuje fyzický model otočnej kamery. Podobne ako pri stacionárnej kamere, ani model otočnej kamery nebol zhotovený podľa konkrétneho typu kamery. Tvorba modelu otočnej kamery pozostávala z 5 bodov:

- vytvorenie tela kamera,
- vytvorenie čočky kamery,
- vytvorenie konzoly,
- vytvorenie krytu kamery,
- vytvorenie priehľadného krytu objektívu.

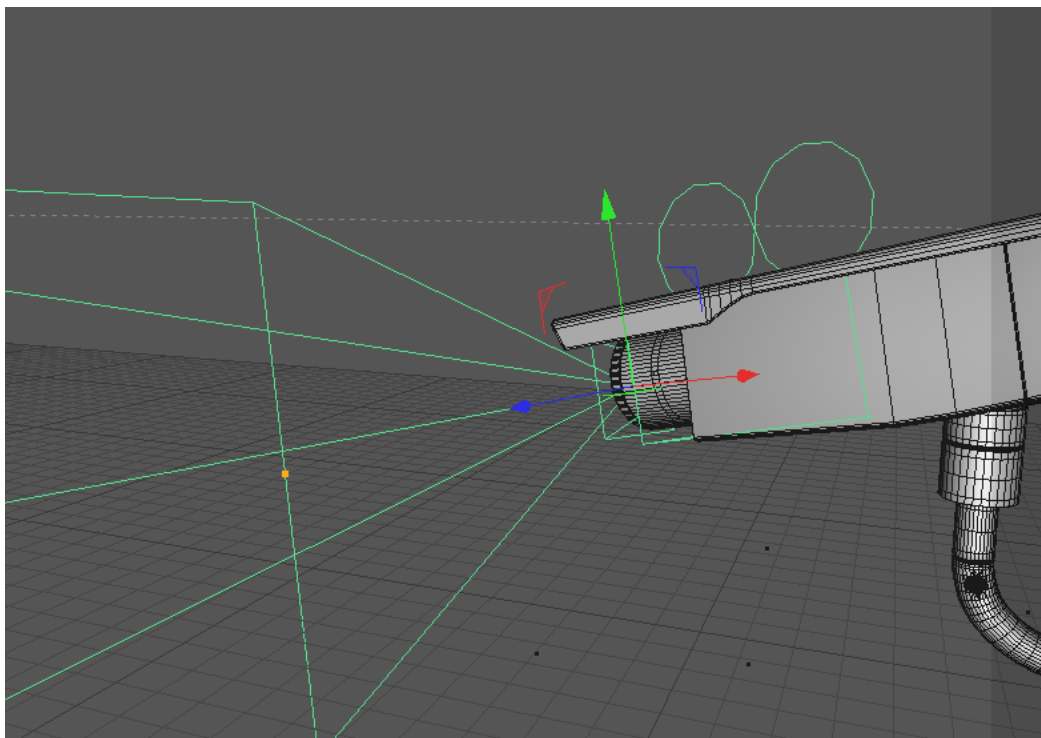


Obrázok 44 - Modelovanie otočnej kamery

Jednotlivé časti kamery boli následne spojené do jedného celku. Kamerou je možné v horizontálnej ose otáčať o 360°. Pre vytvorenie priehľadného skla krytu objektívu kamery bola na túto časť kamery aplikovaná vlastnosť materiálu "priehľadnosť", na konkrétnu hodnotu 40%.

### 5.1.3 Zlúčenie modelu kamery s funkčnou kamerou

V nasledujúcom bode bolo potrebné zlúčiť obe kamery, funkčnú i model kamery do jedného celku. Ide o postup, kde je dôležité umiestniť čočky oboch kamier do jedného bodu. Následne sa obe kamery zlúčia v jeden objekt, aby bola pozícia oboch kamier naďalej voči sebe fixná. Tým sa získa priamy pohľad z miesta čočky modelu kamery, ktorá bude ďalej využitá a umiestňovaná v 3D modeli mesta. S oboma kamerami je už ďalej možné pracovať ako s jedným objektom. Rovnaký postup bol uplatnený na model stacionárnej i otočnej kamery.



Obrázok 45 - Previazanie modelu kamery s funkčnou kamerou

## 5.2 Aplikovanie virtuálnych kamier do 3D modelu mesta

Pri samotnom návrhu virtuálneho MKDS sa vychádzalo z hlavných nedostatkov súčasného MKDS:

- nevhodné umiestnenie stacionárnej kamery č.5,
- nedostatok kamier pre snímanie ďalších kritických lokalít,
- nízky počet kamier v oblasti kruhového objazdu - kamery č.4.

Pre odstránenie týchto nedostatkov a vylepšenie celého systému je možné využiť túto prácu na nájdenie ideálnej pozície pre úpravu súčasných kamier, resp. pridanie ďalších kamier do systému.

### 5.2.1 Úprava pozície kamery č.5

Hlavným nedostatkom stacionárnej kamery č.5 boli zábery, ktoré bola schopná snímať. Išlo hlavne o snímanie malej plochy parkoviska pred budovou a nesnímanie vstupných dverí. To vyplývalo predovšetkým s nízkeho umiestnenia kamery na budove.

Virtuálna kamera bola na budovu Domu kultúry Samka Dudíka umiestnená k vrcholu tejto budovy (zobrazené na obrázku 46). Natočenie kamery sa zmenilo tak, aby kamera bola schopná snímať efektívnejšie priestory vstupných dverí do budovy a súčasne parkovacie priestory.



*Obrázok 46 - Upravená pozícia kamery č.5*

Výsledný záber snímaný z virtuálnej kamery umiestnenej v tejto pozícii s danými nastaveniami je výrazne lepší, ako záber snímaný z reálnej kamery v pôvodnom umiestnení. Po zmene pozície kamery je schopná snímať takmer celú plochu parkoviska. Zmenou natočenia kamery sú snímané i priestory vstupných dverí. Scéna snímaná virtuálnou kamerou č.5 je zobrazená na obrázku 47.



*Obrázok 47 - Záber z virtuálnej kamery č.5*

#### **5.2.1.1 Zmena typu kamery č.5**

Súčasnou veľkou nevýhodou tejto kamery je neschopnosť snímať priestory vedľa budovy Domu kultúry Samka Dudíka, kde sa nachádza hlavná autobusová stanica. V týchto priestoroch dochádza k častým incidentom (ničenie verejného majetku a iné), ktoré nie sú súčasným MKDS vôbec snímané. Riešením môže byť zmena typu kamery č.5. Použitím otočnej kamery namiesto stacionárnej by bolo možné priestory autobusovej stanice snímať práve touto kamerou so zachovaním súčasnej pozície kamery.



*Obrázok 48 - Použitie otočnej kamery (kamera č.5)*

Snímaný záber priestorov autobusovej stanice je zobrazený na obrázku 49. Daný záber, kedy kamera sníma túto scénu priestoru autobusovej stanice získame pri týchto hodnotách kamery:

**ohnisková vzdialenosť** = 10mm,

**viditeľný úhol (horizontálny)** = 95°,

**viditeľný úhol (vertikálny)** = 79°.



Obrázok 49 - Záber autobus. zastávky z (otočnej) virt. kamery č.5

### 5.2.2 Návrh novej kamery č.6 - oblasť kruhového objazdu

V tejto oblasti mesta je vysoko frekventovaný prejazd vozidiel i chodcov, a navyše sa v blízkosti nachádza problematické sídlisko. V tejto časti mesta sa už nachádza otočná kamera č.4, ktorá ale dokáže snímať vždy len malú časť tejto oblasti. Preto pridaním ďalšej kamery (kamery č.6), by sa výrazne zvýšil priestor, ktorý bude oboma kamerami snímaný súčasne.

Otočná kamera č.6 je umiestnená na lampe verejného osvetlenia, oproti kamere č.5. Z tejto pozície je kamera schopná snímať priestory kruhového objazdu (zobrazené na

obrázku 50) a priestory za kamerou, kde sa nachádza problematické sídlisko a obchodný dom Billa (zobrazené na obrázku 51).



*Obrázok 50 - Scéna snímaná virt. kamerou č.6 (kruhový objazd)*



*Obrázok 51 - Scéna snímaná virt. kamerou č.6 (sídliisko)*

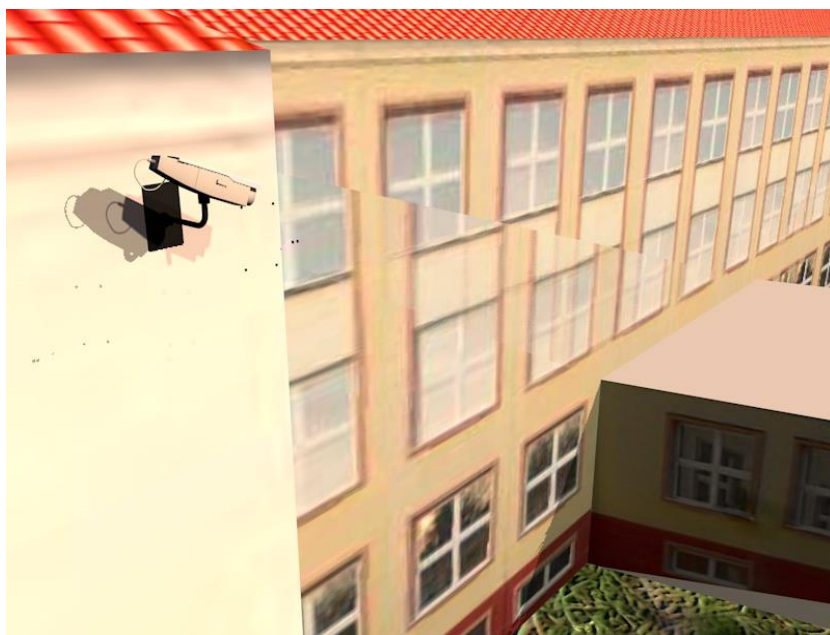
### 5.2.3 Návrh novej kamery č.7 - oblasť základnej školy

Štátna základná škola sa nachádza v obytnej zóne na Štúrovej ulici, mimo centra mesta. Budova je v tesnej blízkosti jednosmernej cesty a rieky Myjava. V minulosti i v súčasnosti sa budova stávala častým terčom vandalizmu. Medzi najčastejšie prejavy tohto vandalizmu boli rozbité okná v menších výškach budovy, posprejované steny a iné.



*Obrázok 52 - Budova základnej školy v Myjave [30]*

Z dôvodu prevencie bezpečnosti a útokom vandalizmu je potrebné snímať predovšetkým hlavný vchod budovy a súčasne čo najväčšiu plochu budovy, prípadne i príľahlé okolie. Na tieto účely je postačujúce použitie stacionárnej kamery s vysokým rozlíšením a zoomom, ktorá bude umiestnená na okraj budovy (zobrazené na obrázku 52).



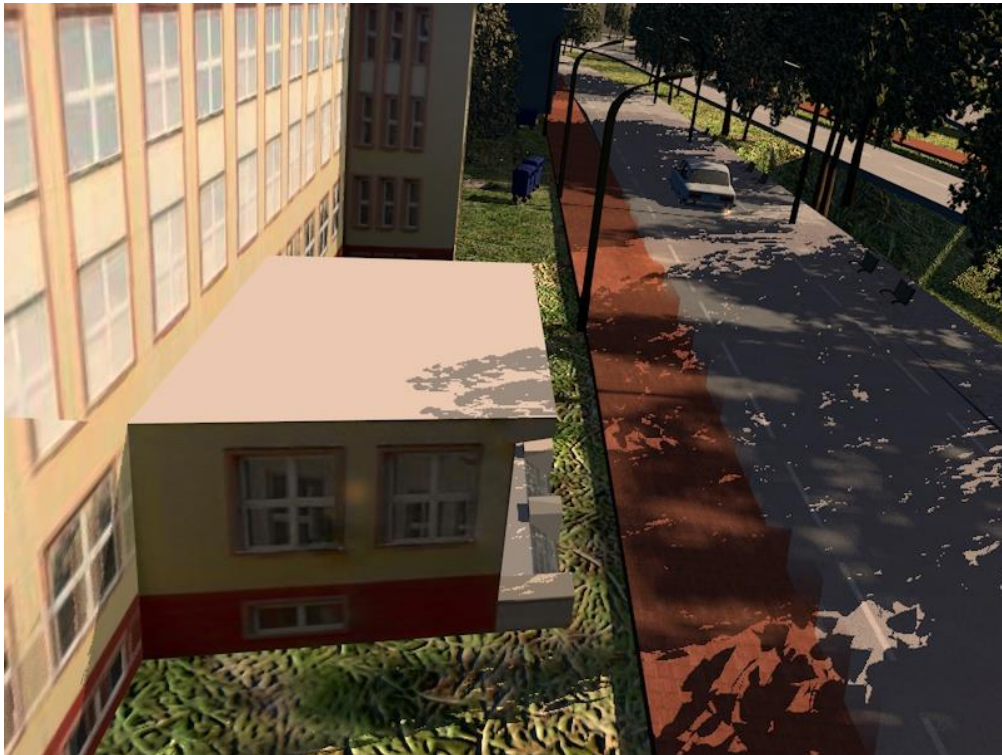
*Obrázok 53 - Umiestnenie virt. kamery č.7*

Záber snímaný kamerou č.7 je zobrazený na obrázku 54. Daný záber získame použitím týchto hodnôt:

**ohnisková vzdialenosť** = 9mm,

**viditeľný úhol (horizontálny)** = 79°,

**viditeľný úhol (vertikálny)** = 75°.



*Obrázok 54 - Scéna snímaná virt. kamerou č.7*

#### **5.2.4 Návrh novej kamery č.8 - oblasť športovej haly**

Mestská športová hala sa nachádza na Marečkovej ulici. V športovej hale sa nachádzajú: futbalová hala, volejbalová hala, letné kúpalisko a krytá plaváreň s výukovým bazénom. Budova zároveň tvorí hlavný vstup na zrekonštruovaný futbalový štadión. Vedľa športovej haly sa nachádza umelá ľadová plocha.

V priestoroch budovy sa teda vyskytuje zvýšený pohyb osôb, a to najmä počas futbalových zápasov, kedy dochádza k častým konfliktom fanúšikov. Pred budov sa nachádzajú parkovacie priestory, kde často dochádza k rôznym priestupkom.



*Obrázok 55 - Budova mestskej športovej haly [31]*

Pri návrhu kamery č.8, snímajúcu tieto priestory, je potrebné zohľadniť hlavné rizikové faktory. Ide predovšetkým o konflikty fanúšikov pred budovou a rôzne priestupky v oblasti parkovacích priestoroch. Kamera by preto mala snímať predovšetkým vstupné dvere do budovy, parkovacie priestory pred budovou, a v čo najväčšej možnej miere i príľahlé okolie.



*Obrázok 56 - Scéna snímaná virt. kamerou č.8*

Kamera č.8 bola preto v modeli mesta umiestnená na lampu verejného osvetlenia, oproti budove cez cestu. Požitá bola stacionárna kamera.

Daný záber kamery, zobrazený na obrázku 56, kedy kamera sníma tieto priestory mestskej športovej haly, získame pri týchto hodnotách kamery:

**ohnisková vzdialenosť** = 10mm,

**viditeľný úhol (horizontálny)** = 73°,

**viditeľný úhol (vertikálny)** = 62°.

### 5.3 Výsledky návrhu virtuálneho MKDS

Hlavným cieľom návrhu virtuálneho MKDS v tejto práci je demonštrácia potenciálu 3D modelu mesta pri úprave súčasného MKDS a získanie vhodných polôch pre inštaláciu nových kamier.

V praktickej časti sa práca opiera predovšetkým o analýzu súčasného MKDS a jeho hlavných nedostatkov. Tieto nedostatky sú popísané v kapitole 4.3.2.

**Riešenie a odstránenie týchto nedostatkov je vyhotovené nasledovne:**

- úprava pozície súčasnej kamery č.5,
- zmena typu kamery č.5 zo stacionárnej na otočnú,
- pridanie novej kamery č.6 do oblasti kruhového objazdu,
- pridanie novej kamery č.7 do oblasti základnej školy,
- pridanie novej kamery č.8 do oblasti mestskej športovej haly.

Hlavným prínosom 3D modelu mesta pri podpore návrhu MKDS je veľký potenciál pri hľadaní ideálnych pozícií pre jednotlivé kamery. Súčasne je tak možné virtuálne vyskúšať rôzne typy kamier s rôznymi parametrami. V modeli mesta je možné reagovať na stavebné zmeny v meste, a to ešte skôr, než samotná zmena prebehne. Je teda možné navrhovať virtuálnu podobu MKDS do plánovanej podoby mesta.

## ZÁVĚR

Diplomová práce je zameraná na podporu návrhu mestského kamerového systému za pomoci 3D modelu mesta. Pri návrhu virtuálneho MKDS zasadeného do 3D modelu mesta je možné usúdiť, že tento spôsob podpory návrhu MKDS môže byť užitočný. Výhodný sa môže javiť predovšetkým pri väčších mestách, resp. rozsiahlom kamerovom systéme. Za pomoci takejto podpory návrhu je možné získať vhodné polohy pre inštaláciu jednotlivých kamier. Touto metódou je zároveň možné získať približné hodnoty a typ použitých kamier. Daným spôsobom návrhu je možné šetriť čas i financie pri samotnom navrhovaní MKDS, ktorý ponúka radu výhod. Model 3D mesta je ďalej editovateľný a vhodný pre použitie v ďalších projektoch. Môže slúžiť ako vizualizácia pre plánované zmeny v mesta, a na tieto zmeny je ďalej možné prispôbiť i daný MKDS.

### **Medzi hlavné výhody návrhu MKDS za pomoci 3D modelu mesta patrí:**

- zistenie presnej polohy pre inštaláciu kamery,
- získanie snímanej scény kamery,
- získanie hodnôt a typu kamery,
- možnosť jednoduchej úpravy, resp. vylepšenia súčasného MKDS,
- použitie modelu mesta pre iné projekty.

### **Medzi hlavné nevýhody návrhu MKDS za pomoci 3D modelu mesta patrí:**

- náročnosť tvorby 3D modelu mesta,
- vysoké HW nároky na výsledný projekt.

Do budúcnosti možno očakávať veľký pokrok a rozmach v oblasti tvorby 3D mestských lokalít. Súčasnú trendy udávajú spoločnosti ako Apple a Google, ktoré stoja za vznikom množstva 3D miest, ktoré majú v súčasnosti uplatnenie v navigačných systémoch. Toto uplatnenie je možné so stúpajúcou kvalitou výpočtovej techniky ďalej rozširovať. Uplatnenie 3D mestských lokalít možno očakávať i v bezpečnostnom priemysle, kde môže ponúknuť predovšetkým simulovanie a vizualizovanie rôznych situácií. Takýmto spôsobom je možné do budúcnosti predísť niektorým chybám, ktoré môžu byť objavené už pri virtuálnom návrhu, alebo simulácii.

## CONCLUSION

The diploma work deals with the support for the proposal of city closed-circuit television cameras with the help of 3D town model. When making the proposal of virtual UCSS put into the 3D town model, we can say, that this way of support of the UCSS proposal might be useful. It can appear favorable in bigger cities, or more precisely in the extensive closed-circuit television cameras. There is a high possibility to obtain the favorable positions for installing cameras by supporting such a proposal. It is possible to obtain approximate figures and type of cameras in use by implementing this method. When proposing UCSS, it is also possible to save time and finance. It offers variety of advantages. The 3D town model is subsequently editable and suitable for the use in the next projects. It can function as the visualisation for planned changes in the town which are able to adapt the UCSS.

### **The main advantages of the UCSS proposal with the implementing of 3D town are:**

- finding the right position for installing the camera
- obtaining the scanned camera scene
- obtaining the figures and type of camera
- possibility of the simple adjustment or improvement of the current UCSS
- the use of the town model for other projects

### **The main disadvantages of the UCSS proposal with the implementing of 3D town are:**

- difficulty creating 3D town model
- the high HW demands for the project

We can expect the great progress and expansion in the field of creating 3D urban sites. The current trends are set by the companies like Apple and Google which already created a lot of 3D towns which can be nowadays implemented in many navigation systems. Such an implementing can be consequently broaden with better quality of computing. The usa of 3D urban sites can be expected in the security industry where mostly simulation and visualisation can be offered in different situations. It is also possible to prevent certaing mistakes in the future which can appear in the virtual proposal or simulation.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Stasanet.cz. *Stasanet* [online]. [cit. 2014-02-09]. Dostupné z:  
<http://www.stasanet.cz/IP-vs-analog-kamery-a-zakladni-pojmy/>.
- [2] Axis.com *Axis*[online]. [cit. 2014-02-09]. Dostupné z:  
[http://www.axis.com/products/video/about\\_networkvideo/resolution.htm](http://www.axis.com/products/video/about_networkvideo/resolution.htm).
- [3] Howstuffworks.com. *Howstuffworks* [online]. [cit. 2014-02-09]. Dostupné z:  
<http://electronics.howstuffworks.com/cameras-photography/digital/digital-camera3.htm>.
- [4] Titand.az. [online]. [cit. 2014-02-14]. Dostupné z:  
[http://www.titand.az/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76%3Anews-from-axis-communications&catid=37%3Aarticles&lang=en](http://www.titand.az/index.php?option=com_content&view=article&id=76%3Anews-from-axis-communications&catid=37%3Aarticles&lang=en).
- [5] MATĚJŮ, Petr. *Kamerové systémy*. České Budějovice, 2004. 42 s. Práce byla obhájená v roce 2004 na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.
- [6] NILSSON, Fredrik. *Intelligent network video: understanding modern video surveillance systems*. Boca Raton: CRC Press, c2009, s. 22-26. ISBN 1420061569.
- [7] Úsekové měření – další forma skrytého zdanění [online] 2006, 8. 1. 2009 [cit 2014- 02-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.antiradary.net/usekove-mereni/>>.
- [8] Inteligentní funkce hybridního systému NUUO [online]. [2014-02-14]. Dostupné z WWW: <<http://www.nuuo.cz/inteligentni-funkce.php>>.
- [9] 3dgrafika.wbs. *3dgrafika* [online]. [cit. 2014-02-18]. Dostupné z:  
<http://www.3dgrafika.wbs.cz/Texturovani.html>
- [10] Archicadwiki.com. *Archicadwiki* [online]. 10.09.2012 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://www.archicadwiki.com/MorphTexturing>
- [11] Cg.tuwien.ac. *Tuwien* [online]. [cit. 2014-02-18]. Dostupné z:  
<http://www.cg.tuwien.ac.at/research/rendering/rays-radio/>
- [12] ČSN EN 50132-1. *Poplachové systémy: CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích: Část 1: Systémové požadavky*. 1. vyd. Praha, 2010
- [13] ČSN EN 50132-7 ed 2. *Poplachové systémy: CCTV dohledové systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích: Část 7: Pokyny pro aplikaci*. 2. vyd. Praha: ÚNMZ, 2013

- [14] ŠEVČÍK, Jiří. *Metody testování funkčních vlastností vybraných kategorií prvků poplachových systémů*. Zlín, 2013. Pojednání o disertační práci ke státní doktorské zkoušce. UTB ve Zlíně.
- [15] 3epraha. *3epraha.cz* [online]. 2009 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.3epraha.cz/sketchup>
- [16] Gearthblog. *Gearthblog.com* [online]. 2010 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: [http://www.gearthblog.com/blog/archives/2010/05/sketchup\\_goes\\_back\\_to\\_school.html](http://www.gearthblog.com/blog/archives/2010/05/sketchup_goes_back_to_school.html)
- [17] 3epraha. *3epraha.cz* [online]. [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.3epraha.cz/sketchup/proc-sketchup/vyhody-systemu-sketchup>
- [18] Cinema4d. *Cinema4d.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.cinema4d.cz/>
- [19] Turbosquid. *Turbosquid.com* [online]. 2014 [cit. 2014-03-09]. Dostupné z: <http://www.turbosquid.com/3d-models/cinema4d-city-houses/610374>
- [20] Esri. *Esri.com* [online]. 2011 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://www.esri.com/news/releases/11-3qtr/esri-cityengine-to-be-showcased-at-intergeo.html>
- [21] Esri. *Esri.com* [online]. 2014 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://www.esri.com/esri-news>
- [22] Geoportal. *Geoportal.cuzk.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(edo5ro45ek5sjq453ynljw55\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=mapy\\_KM&metadataID=CZ-CUZK-KM&head\\_tab=sekce-02-gp&menu=2211](http://geoportal.cuzk.cz/(S(edo5ro45ek5sjq453ynljw55))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=mapy_KM&metadataID=CZ-CUZK-KM&head_tab=sekce-02-gp&menu=2211)
- [23] *DIGITALIZÁCIA NEČÍSELNÝCH MÁP KATASTRA NEHNUTELNOSTÍ*. Žilina, 2006. ZÁVEREČNÁ PRÁCA. ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE. Vedoucí práce Ing. Anna Saidlová.
- [24] Gefos. *Gefos.cz* [online]. 2012 [cit. 2014-03-12]. Dostupné z: <http://www.gefos.cz/web/cs/digitalni-technicka-mapa-mesta/>
- [25] Geoportalpraha. *Geoportalpraha.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-03-12]. Dostupné z: <http://www.geoportalpraha.cz/cs/clanek/15/digitalni-mapa-prahy-datove-sady#.UyCqRv15MxM>
- [26] Leteckafakulta. *Leteckafakulta.cz* [online]. 2009 [cit. 2014-03-12]. Dostupné z: <http://www.simulacie.leteckafakulta.sk/?q=node/5>
- [27] *Sanan-cctv*. *Sanan-cctv.com* [online]. 2010 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.sanan-cctv.com/product/sony-high-speed-dome-camera.html>

- [28] Stasanet. *Stasanet.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-04-21]. Dostupné z: <http://www.stasanet.cz/Kamerove-systemy/Profesionalni-kamery-CNB/CNB-XGB-25VF-barevna-kamera-s-IR-prisvitem-na-60m-580-650TVL.html>
- [29] Myjava. *Myjava.sk* [online]. 2014 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.myjava.sk/vseobecna-charakteristika/>
- [30] Zsmyjava. *Zsmyjava.org* [online]. 2014 [cit. 2014-05-08]. Dostupné z: <http://zsmyjava.org/>
- [31] Maps.google. *Maps.google.com* [online]. 2012 [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/@48.7616,17.567332,3a,75y,287.86h,82.74t/data=!3m4!1e1!3m2!1sJgLZl69edwtVLxonnuZueQ!2e0>
- [32] *Využitie 3D grafických programov pre vizualizáciu zabezpečenia objektu*. Zlín, 2012. Bakalárska práca. Univerzita Tomáše Bati. Vedoucí práce Ing. Drga Rudolf.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

3D	3-Dimension (trojrozmerný)
MKDS	Mestský kamerový dohľadový systém
SW	Sotware
HW	Hardware
TV	Television
NURBS	Non Uniform Rational Basis Spline
CAD	Computer Aided Design
CCTV	Closed circuit television
VGA	Video Grapghic Array
FPS	Frames per second
ŠPZ	Štátna poznávacia značka
GIS	Geografický informačný systém
ÚMPS	Účelová mapa povrchovej situácie
DTMM	Digitálna technická mapa mesta
MsP	Mestská Polícia
mm	Milimeter
NTSC	National Television System(s) Committee
PAL	Phase alternating line
IZS	Integrovaný záchranný systém
MPx	Megapixel

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázok 1 - Blokové schéma MKDS.....</i>	<i>11</i>	
<i>Obrázok 2 - Stacionárna kamera [4].....</i>	<i>12</i>	
<i>Obrázok 3 - Stacionárna DOME kamera [4] .....</i>	<i>13</i>	
<i>Obrázok 4 - PTZ Kamera [4] .....</i>	<i>13</i>	
<i>Obrázok 5 - PTZ DOME kamera .....</i>	<i>14</i>	
<i>Obrázok 6 - Veľkosť obrazu snímaného rôznym rozlíšením [3] .....</i>	<i>16</i>	
<i>Obrázok 7 - Porovnanie pomerov strán [2] .....</i>	<i>17</i>	
<i>Obrázok 8 - Inteligentné funkcie spracovania obrazu [14] .....</i>	<i>23</i>	
<i>Obrázok 9 - 3D Model .....</i>	<i>24</i>	
<i>Obrázok 10 - Aplikácia textúry na model [10] .....</i>	<i>25</i>	
<i>Obrázok 11 - Princíp renderingu [11] .....</i>	<i>26</i>	
<i>Obrázok 12 - Mesto vytvorené SW SketchUp [16] .....</i>	<i>30</i>	
<i>Obrázok 13 - Mesto vytvorené SW Cinema 4D [19] .....</i>	<i>32</i>	
<i>Obrázok 14 - Mesto vytvorené SW CityEngine [20].....</i>	<i>34</i>	
<i>Obrázok 15 - Analógová katastrálna mapa [22] .....</i>	<i>35</i>	
<i>Obrázok 16 - Digitálna technická mapa mesta [25] .....</i>	<i>36</i>	
<i>Obrázok 17 - Satelitné snímky od Google [26] .....</i>	<i>37</i>	
<i>Obrázok 18 - Podstava modelu mesta, objekt Rovina .....</i>	<i>39</i>	
<i>Obrázok 19 - Funkcia krivka</i>	<i>Obrázok 20 - Aplikovanie funkcie NURBS .....</i>	<i>40</i>
<i>Obrázok 21 - Tvorba ciest podľa mapových podkladov od Google .....</i>	<i>41</i>	
<i>Obrázok 22 - Pôdorys modelu budovy.....</i>	<i>42</i>	
<i>Obrázok 23 - Porovnanie 3D modelu kostola a skutočného kostola .....</i>	<i>42</i>	
<i>Obrázok 24 - Výber trávnatých plôch .....</i>	<i>43</i>	
<i>Obrázok 25 - Segmentovanie polygónov objektu „Rovina“ .....</i>	<i>43</i>	
<i>Obrázok 26 - Aplikovanie textúry trávy .....</i>	<i>44</i>	
<i>Obrázok 27 - Funkcia "smerové svetlo" pouličnej lampy.....</i>	<i>45</i>	
<i>Obrázok 28 - Ulica 1. mája - 3D model.....</i>	<i>46</i>	
<i>Obrázok 29 - Ulica Partizánska - 3D model .....</i>	<i>47</i>	
<i>Obrázok 30 - Ulica Námestie M.R.Štefánika .....</i>	<i>47</i>	
<i>Obrázok 31 - Ulica Hurbanova .....</i>	<i>47</i>	
<i>Obrázok 32 - Rozmiestnenie kamier v meste .....</i>	<i>49</i>	

<i>Obrázok 33 - Priestory snímané kamerou č.1</i> .....	50
<i>Obrázok 34 - Priestory snímané kamerou č.2</i> .....	50
<i>Obrázok 35 - Priestory snímané kamerou č.3</i> .....	51
<i>Obrázok 36 - Priestory snímané kamerou č.4</i> .....	52
<i>Obrázok 37 - Priestory snímané kamerou č.5</i> .....	53
<i>Obrázok 38 - Umiestnenie kamery č.5</i> .....	53
<i>Obrázok 39 - Otočná kamera SA-1A80 [27]</i> .....	54
<i>Obrázok 40 - Stacionárna kamera CNB-XGB-25VF [28]</i> .....	55
<i>Obrázok 41 - Funkcia kamery v editore Cinemy 4D</i> .....	58
<i>Obrázok 42 - Nastavenia virtuálnej kamery</i> .....	58
<i>Obrázok 43 - Modelovanie 3D stacionárnej kamery</i> .....	59
<i>Obrázok 44 - Modelovanie otočnej kamery</i> .....	60
<i>Obrázok 45 - Previazanie modelu kamery s funkčnou kamerou</i> .....	61
<i>Obrázok 46 - Upravená pozícia kamery č.5</i> .....	62
<i>Obrázok 47 - Záber z virtuálnej kamery č.5</i> .....	63
<i>Obrázok 48 - Použitie otočnej kamery (kamera č.5)</i> .....	63
<i>Obrázok 49 - Záber autobus. zastávky z (otočnej) virt. kamery č.5</i> .....	64
<i>Obrázok 50 - Scéna snímaná virt. kamerou č.6 (kruhový objazd)</i> .....	65
<i>Obrázok 51 - Scéna snímaná virt. kamerou č.6 (sídliisko)</i> .....	65
<i>Obrázok 52 - Budova základnej školy v Myjave [30]</i> .....	66
<i>Obrázok 53 - Umiestnenie virt. kamery č.7</i> .....	66
<i>Obrázok 54 - Scéna snímaná virt. kamerou č.7</i> .....	67
<i>Obrázok 55 - Budova mestskej športovej haly [31]</i> .....	68
<i>Obrázok 56 - Scéna snímaná virt. kamerou č.8</i> .....	68

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1 Základné formáty (VGA) .....</i>	15
<i>Tabulka 2 Základné formáty (megapixel).....</i>	15
<i>Tabulka 3 Technické parametre Sony SA-1A80 .....</i>	54
<i>Tabulka 4 Technické parametre CNB-XGB-25VF[28] .....</i>	55

## SEZNAM PŘÍLOH

Príloha 1 (DVD)

3D\_mesto.c4d