

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Janova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



26202807

Kandidat:

**Matej Drnovšček**

# **Možnosti predstavitve različnih prostorskih podatkov v programu Google earth**

**Diplomska naloga št.: 850**

**Mentor:**

izr. prof. dr. Radoš Šumrada

Ljubljana, 2010

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani **MATEJ DRNOVŠČEK** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:  
**»MOŽNOSTI PREDSTAVITVE RAZLIČNIH PROSTORSKIH PODATKOV V  
PROGRAMU GOOGLE EARTH«.**

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,  
Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, \_\_\_\_\_

.....

(podpis)

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>004.6:528.7/.8:659.2:91(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Matej Drnovšček</b>
<b>Mentor:</b>	<b>izr. prof. dr. Radoš Šumrada</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Možnosti predstavitve različnih prostorskih podatkov v programu Google Earth</b>
<b>Obseg in oprema</b>	<b>79 str., 3 pregl., 37 sl.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>Google Zemlja, KML, digitalni ortofoto, model terena, plastnice, 3D-model, lokalni prostorski podatki</b>

### **Izvleček:**

V diplomski nalogi sem raziskal možnosti uvoza različnih lokalnih prostorskih podatkov v program Google Zemlja (Google Earth). Odločil sem se, da bom za katastrsko občino Kromberk uvozil meje katastrske občine, digitalne ortofote, ki prekrivajo celotno katastrsko občino, model terena z dodanimi plastnicami in 3D-model gradu Kromberk.

Predstavljena sta program Google Earth in jezikovna shema KML ter obravnavane so različne možnosti in metode prikazovanja lokalnih prostorskih podatkov v programu Google Earth. Vsaka vrsta prostorskih podatkov je obravnavana v svojem poglavju. Za obdelavo le-teh je bila uporabljena različna programska oprema. Opisan je postopek obdelave posameznih prostorskih podatkov z določeno programsko opremo ter možnosti, ki jih ponuja posamezna programska oprema pri njihovi obdelavi. Končni izdelki so prikazani grafično s slikami.

V zaključku so podane možnosti uporabe uvoženih lokalnih prostorskih podatkov.

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** 004.6:528.7/.8:659.2:91(043.2)  
**Author:** Matej Drnovšček  
**Supervisor:** izr. Prof. dr. Radoš Šumrada  
**Title:** Possibilities of demonstrating various local spatial data in Google Earth programme.  
**Notes:** 79 p., 3 tab., 37 fig.  
**Key words:** Google Earth, KML, digital ortophoto, digital terrain model, contours, 3D model, local spatial data.

### **Abstract:**

In the paper I examined the possibilities of various local spatial data import in Google Earth programme. I decided to import Kromberk cadastral municipality borders, digital ortophotos, which cover the municipality, digital terrain model with added contours and 3D-model of Kromberk castle.

Google Earth programme and KML schema are introduced. Also considered are various possibilities and methods of recording local spatial data in Google Earth programme. Every data type is examined in its individual chapter. For processing of spatial data I used different approaches and programme tools. Described in the paper are the methods of individual spatial data processing with established programme equipment and other possibilities, which are offered by an individual programme equipment with regard to spatial data. Final results are shown in graphics.

In the conclusion I present the possibilities of use of imported local spatial data in Google Earth programme.

## **ZAHVALA**

Za pomoč, nasvete in korektno sodelovanje se zahvaljujem izr. prof. dr. Radošu Šumradi. Zahvala gre tudi Barbari Trobec za pridobitev prostorskih podatkov, potrebnih za diplomu ter vsem zaposlenim na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Oddelek za geodezijo, ki so bili prisotni v procesu mojega študija.

Posebna zahvala gre družini, ki me je v času študija podpirala ter puncu Špeli za pomoč pri zajemanju terenskih podatkov in za nasvete pri oblikovanju diplomske naloge.

Ne nazadnje se zahvaljujem tudi sošolcem za dobro družbo v času študija.

## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PROGRAMSKA OPREMA</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>GOOGLE EARTH</b>	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>Splošno o Google Zemlji</b>	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>Sistemske zahteve za namestitev aplikacije</b>	<b>5</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Operacijski sistem Windows:</b>	<b>5</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Operacijski sistem Mac:</b>	<b>6</b>
<b>3.3</b>	<b>Sloji in Mesta</b>	<b>6</b>
<b>3.4</b>	<b>Sloji</b>	<b>7</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Meje in oznake</b>	<b>7</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Zanimivi kraji</b>	<b>8</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Panoramio</b>	<b>8</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Ceste</b>	<b>8</b>
<b>3.4.5</b>	<b>Zgradbe 3D</b>	<b>8</b>
<b>3.4.6</b>	<b>Ocean</b>	<b>9</b>
<b>3.4.7</b>	<b>Pogled ulic</b>	<b>10</b>
<b>3.4.8</b>	<b>Vreme</b>	<b>10</b>
<b>3.4.9</b>	<b>Galerija</b>	<b>11</b>
<b>3.4.10</b>	<b>Svetovno ozaveščanje</b>	<b>11</b>
<b>3.5</b>	<b>Mesta</b>	<b>11</b>
<b>3.6</b>	<b>Uvoz podatkov</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>PROJEKCIJE</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>Projekcija programa Google Earth</b>	<b>14</b>
<b>4.2</b>	<b>Državna projekcija</b>	<b>14</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Stara državna projekcija</b>	<b>14</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Nova državna projekcija</b>	<b>15</b>
<b>4.3</b>	<b>Definiranje projekcije, transformacija</b>	<b>15</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Definiranje projekcije</b>	<b>16</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Transformacija</b>	<b>18</b>

<b>5</b>	<b>KML</b>	<b>20</b>
<b>5.1</b>	<b>O KML</b>	<b>20</b>
<b>5.2</b>	<b>Uporaba KML</b>	<b>21</b>
<b>5.3</b>	<b>Zgradba KML</b>	<b>21</b>
<b>5.3.1</b>	<b>Koordinate (&lt;coordinates&gt;)</b>	<b>21</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Višinski prikaz (&lt;altitudeMode&gt;)</b>	<b>22</b>
<b>5.3.3</b>	<b>Kamera (&lt;Camera&gt;)</b>	<b>22</b>
<b>5.3.4</b>	<b>Pogled na (&lt;lookAt&gt;)</b>	<b>24</b>
<b>5.3.5</b>	<b>Leti do (&lt;Fly To&gt;)</b>	<b>25</b>
<b>5.3.6</b>	<b>Povezava (&lt;Link&gt;)</b>	<b>25</b>
<b>5.3.7</b>	<b>Opisno okno (&lt;BalloonStyle&gt;)</b>	<b>25</b>
<b>5.4</b>	<b>KMZ</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>3D-MODEL GRADU KROMBERK</b>	<b>27</b>
<b>6.1</b>	<b>Programska oprema</b>	<b>27</b>
<b>6.2</b>	<b>Priprava podatkov</b>	<b>28</b>
<b>6.3</b>	<b>Geolokacija modela</b>	<b>30</b>
<b>6.4</b>	<b>Določitev višine stavbe</b>	<b>31</b>
<b>6.5</b>	<b>Postavitev stavbe na teren</b>	<b>32</b>
<b>6.6</b>	<b>Gradnja strehe</b>	<b>33</b>
<b>6.7</b>	<b>Dodajanje tekstur</b>	<b>33</b>
<b>6.8</b>	<b>Končna izdelava modela</b>	<b>34</b>
<b>6.9</b>	<b>Googlovi pogoji za objavo modela</b>	<b>35</b>
<b>6.10</b>	<b>Datoteka KML 3D-modela Gradu</b>	<b>37</b>
<b>6.11</b>	<b>Razlaga bistvenih elementov datoteke KML na primeru</b>	<b>38</b>
<b>6.12</b>	<b>Položajna natančnost</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>DIGITALNI ORTOFOTO KATASTRSKE OBČINE</b>	<b>44</b>
<b>7.1</b>	<b>Uporabljeni podatki</b>	<b>44</b>
<b>7.2</b>	<b>Programska oprema</b>	<b>44</b>
<b>7.3</b>	<b>Geolociran raster: TIFF, GeoTIFF</b>	<b>44</b>
<b>7.4</b>	<b>Postopek obdelave DOF5</b>	<b>45</b>
<b>7.5</b>	<b>Bilinearna interpolacija</b>	<b>47</b>

<b>7.6</b>	<b>Super Overlay</b>	<b>48</b>
<b>7.7</b>	<b>Datoteka KML ortofotov</b>	<b>52</b>
<b>7.8</b>	<b>Razlaga bistvenih elementov datoteke KML na primeru</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>PREDSTAVITEV TERENA</b>	<b>55</b>
<b>8.1</b>	<b>DMV 5</b>	<b>55</b>
<b>8.2</b>	<b>Programska oprema</b>	<b>55</b>
<b>8.3</b>	<b>Export to KML, Layer to KML</b>	<b>56</b>
<b>8.4</b>	<b>Rastrski model terena</b>	<b>58</b>
<b>8.5</b>	<b>3D-model terena</b>	<b>59</b>
<b>8.6</b>	<b>Datoteka KML rastrskega modela terena</b>	<b>62</b>
<b>8.7</b>	<b>Razlaga bistvenih elementov datoteke KML na primeru</b>	<b>62</b>
<b>8.8</b>	<b>Plastnice</b>	<b>63</b>
<b>8.9</b>	<b>Datoteka KML plastnic</b>	<b>66</b>
<b>8.10</b>	<b>Razlaga bistvenih elementov KML datoteke plastnic</b>	<b>67</b>
<b>9</b>	<b>ADMINISTRATIVEN MEJE</b>	<b>68</b>
<b>9.1</b>	<b>Katastrska občina Kromberk</b>	<b>68</b>
<b>9.2</b>	<b>Programska oprema</b>	<b>68</b>
<b>9.3</b>	<b>Map Window GIS</b>	<b>68</b>
<b>9.4</b>	<b>Meje katastrske občine Kromberk</b>	<b>70</b>
<b>9.5</b>	<b>Datoteka KML meje katastrske občine</b>	<b>71</b>
<b>9.6</b>	<b>Razlaga elementov datoteke KML</b>	<b>71</b>
<b>10</b>	<b>POLOŽAJNA NATANČNOST IN USKLAJENOST PROSTORSKIH PODATKOV</b>	<b>72</b>
<b>11</b>	<b>ZAKLJUČKI</b>	<b>74</b>
	<b>VIRI</b>	<b>76</b>
	<b>PRILOGE</b>	<b>79</b>
	<b>Priloga A: Zgoščenka z izdelanimi datotekami KMZ</b>	



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Metode zajema za potrebe katastra stavb.....	28
Preglednica 2: Parametri 7-parametrične transformacije.....	40
Preglednica 3: Načini pozicioniranja modelov.....	43

## KAZALO SLIK

Slika 1: Plošči Sloji in Mesta.....	7
Slika 2: Primer definiranja Gauss-Krügerjeve projekcije.....	17
Slika 3: Primer dodeljevanja projekcije prostorskim podatkom.....	17
Slika 4: Primer transformacije vektorskih prostorskih podatkov.....	19
Slika 5: Primer transformacije rastrskih prostorskih podatkov.....	19
Slika 6: Primer stisnjene datoteke KMZ (grad Kromberk.kmz).....	26
Slika 7: Tloris in osi bodočega 3D modela stavbe.....	31
Slika 8: Model gradu z višinami stolpov ter osrednjega dela.....	31
Slika 9: Sprednji del stavbe je na terenu, zadnji lebdi v zraku.....	32
Slika 10: Dodani zidovi in teren na mestih, kjer bi stavba drugače lebdela v zraku.....	32
Slika 11: Streha gradu.....	33
Slika 12: Model gradu Kromberk.....	35
Slika 13: Primer modela, razpotegnjenega po z osi.....	39
Slika 14: Različni položaji tlorisa modela zaradi različnih transformacij.....	41
Slika 15: Povečan levi vogal stavbe za boljšo predstavo o odstopanjih.....	42
Slika 16: Ročno določen položaj modela, ki se najbolje prilega satelitski podobi.....	42
Slika 17: Mozaik ortofotov z mejo katastrske občine v projekciji WGS84.....	46
Slika 18: Ortofoti obrezani po meji katastrske občine, podoba se shrani kot pravokotnik.....	47
Slika 19: Pravokotniki prikazujejo princip delitve na nivoje in osnovo za razrez podob.....	50
Slika 20: Program Super Overlay z nastavitvami izvoza digitalnega ortofota.....	50
Slika 21: Katastrska občina Kromberk prekrita z digitalnimi ortofoti.....	51
Slika 22: Slika predstavlja peti nivo razreza slik, ki so največje ločljivosti in pokrivajo najmanjše območje.....	51
Slika 23: Ekstenzija Export to KML, več nastavitvev se nahaja pod gumbom Nastavitve (Options).....	57
Slika 24: Ekstenzija Layer to KML.....	57
Slika 25: Rastrski model terena v sivi barvi.....	58
Slika 26: Rastrski model terena v barvni lestvici, kjer vsaka barva predstavlja višinski razpon 100 m.....	59
Slika 27: 3D model terena izdelan iz trikotniške mreže.....	61

Slika 28: 3D model terena z dodanimi točkami, ki nosijo podatke o višini.....	61
Slika 29: Sloj 3D točk.....	61
Slika 30: Del plastnic se je skrilo pod površino.....	64
Slika 31: Vse plastnice so nad površino terena.....	64
Slika 32: Plastnice niso na dejanski višini, njihova višina je podana le kot opisni atribut.....	65
Slika 33: Plastnice z ekvidistanco 10 m.....	65
Slika 34: Kombinacija plastnic in rastrskega modela terena.....	66
Slika 35: Primer izvoza meja katastrske občine Kromberk s programom Shape2Earth.....	69
Slika 36: Izvlečeni podatki na določeno višino.....	70
Slika 37: Meje katastrskih občin.....	70

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

DMV5	Digitalni model višin 5 x 5m
DOF5	Digitalni ortofoto 1:5000
D48/GK	Geodetski datum 1948, Gauss-Krügerjeva projekcija
D96/TM	Geodetski datum 1996, transverzalna Mercatorjeva projekcija
EPSG	European Petroleum Survey Group
GE	Google Earth
GIS	Geografski informacijski sistem (Geographic information system)
GURS	Geodetska uprava republike Slovenije
KML	Keyhole markup language
KMZ	zipped KML
LOD	Level of detail
OGC	Open Geospatial Consortium
SHP	Shapefile
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
WGS 84	elipsoid WGS 84
3D	tridimenzionalen

## 1 UVOD

Ideja za diplomsko delo se je porodila med pregledovanjem vsebine v programu Google Earth. Opazil sem, da je teh ogromno, vendar so to povečini točkovni zaznamki, ki so v večini primerov opremljeni s fotografijami ter tekstovnimi opisi. Mnogo je tudi linijskih tipov podatkov, na primer za državne meje ter ceste. Zanimalo me je možnost za uvoz še ostalih vrst prostorskih podatkov, ki ne bi bili samo točkovni, oziroma linijski.

Nadalje sem opazil, da so praktično vsa večja mesta v Evropi opremljena s 3D-modeli zgradb oziroma stavb, medtem ko jih ima naša prestolnica le za vzorec, območje Goriške pa nima nobene. S 3D-modeli stavb, dobimo boljšo predstavo o nekem območju, saj nam daje tretja dimenzija občutek 3D-prostora. Zanimalo me je, kakšne so možnosti za uvoz 3D-stavbe.

Stvar, ki me je tudi precej zmotila, je slabša ločljivost satelitskega posnetka za območje Goriške, kot na primer osrednje Slovenije. Sicer so v programu Google Earth gosteje naseljena območja prikazana z večjo ločljivostjo kot redkeje naseljena, kar je razumljivo, saj se s tem zelo zmanjša količina podatkov, ki jih satelitske podobe zasedajo. Manjša količina podatkov pa pomeni hitrejše »nalaganje«. Tu me je zanimalo ali je možno uvoziti digitalni ortofoto za izbrano območje. Zanimalo me je tudi ali bi bilo možno za izbrano območje sestaviti slikovno piramido, kjer bi bila ločljivost podobe odvisna od oddaljenosti našega pogleda na območje.

V osnovi je površina v programu prikazana na osnovi podatkov SRTM<sup>1</sup> digitalnega modela višin. Ta model višin uporablja program Google Earth za upodobitev površine za skoraj celotno zemeljsko oblo. Vertikalna natančnost tega modela višin naj bi bila okoli 16 m, položajna pa 20 m. Seveda obstajajo tudi območja z večjo, pa tudi s slabšo višinsko natančnostjo. Za svoje izbrano območje sicer nisem nikjer zasledil podatka o višinski natančnosti, ocenjujem pa, da je bil teren izdelan iz digitalnega modela višin s horizontalno mrežo 90 m in vertikalno natančnostjo okoli 16 m.

---

<sup>1</sup> SRTM je projekt ameriške vesoljske agencije NASA, s katerim so z vesoljskim plovilom zajeli topografske podatke za skoraj celotno zemeljsko oblo (<http://srtm.csi.cgiar.org/>). Zajeti so bili podatki za več kot 80 odstotkov zemeljske površje, izvzeta so bila najbolj severna in najbolj južna območja Zemlje. Na osnovi teh podatkov je bil izdelan digitalni model višin s horizontalno mrežo 90 m.

Moja ocena temelji na poznavanju tega območja. Zanimalo me je ali bi lahko za to območje površino predstavil natančneje, kot je v programu Google Earth.

Prostorski podatki, ki so bili predmet diplomske naloge so bili omejeni na katastrsko občino Kromberk. Zaradi tega sem želel prikazati meje katastrske občine in sosednjih katastrskih občin za boljšo orientacijo v prostoru. Zanimalo me je tudi kakšne so možnosti za uvoz linijskih tipov podatkov oziroma poligonov.

Namen moje diplomske naloge je bil raziskati možnosti uvoza različnih tipov lokalnih prostorskih podatkov. Tematika se mi zdi zanimiva, zastavljeni cilji pa se mi sprva niso zdeli težko dosegljivi, saj sem se najprej na spletu pozanimal o različnih možnostih uvoza prostorskih podatkov. Kasneje se je izkazalo, da to le ni tako enostavna naloga, kot se je zdela na prvi pogled. Določena programska oprema se je izkazala za neuporabno, iskati je bilo treba alternative. Nekateri programi pa so imeli tako slaba navodila za uporabo, da si z njimi praktično nisem mogel pomagati.

V program Google Earth se vsakodnevno dodajajo novi prostorski podatki, ki jih priskrbijo posamezniki ali pa jih Google ali njegovi partnerji dodajajo tematskim slojem. Primer najhitreje rastočega sloja so stavbe 3D. Ker ni smiselno, da bi prostorske podatke podvajali je treba spremljati že obstoječe prostorske podatke, oziroma sloje in dodajati te, ki jih še ni. Prostorske podatke je smiselno podvajati le, če menimo, da obstoječi niso dovolj dobri.

Prostorske podatke dodajamo v program Google Earth z namenom predstavitve širši javnosti ali točno določeni skupini ljudi ali posameznikom. Podatki prikazani v programu so enostavni za pregled in za izmenjavo, saj obstaja enotna vrsta zapisa prostorskih podatkov, ki so prikazani v programu.

Google Earth je hitro rastoča in razvijajoča se programska oprema. Ker je dostopen širokemu krogu uporabnikov in je le-tem omogočeno dodajanje lastnih vsebin, se pojavi tudi vprašanje o kakovosti določenih prostorskih podatkov. Določeni prostorski podatki so lahko z namenom netočno prikazani zaradi zavajanja in manipulacije z uporabniki. Zato je potrebno biti pri tem pazljiv ter kritično presoditi ali so določeni prostorski podatki uporabni ali ne.

Osebno menim, da lahko iz prostorskih podatkov, ki so objavljeni v programu ter iz teh, ki jih objavljajo posamezniki ali mi sami, pridobimo ogromno uporabnih in zanimivih podatkov. Kot že napisano, pa je potrebno biti pazljiv in ne »slepo« verjeti vsemu, kar je objavljeno.

## 2 PROGRAMSKA OPREMA

V diplomskem delu sem se srečal z različnimi programskimi orodji, saj sem uporabil različne prostorske podatke. Programska orodja, katera sem nameraval uporabiti, a so se izkazala za neuporabna, nisem naštel. Orodja so naslednja:

- ESRI ArcGIS 9.2 (ArcCatalog in ArcMap z ekstenzijo Export to KML)
- MapWindow GIS 4.7.5 z ekstenzijo Shape2Earth
- Google Earth 5.2
- Google SketchUp 7
- Super Overlay
- Paint Shop Pro 9
- VSO Image Resizer
- Paint
- Microsoft Excel
- Notepad (Beležnica)



### **3 GOOGLE EARTH**

#### **3.1 Splošno o Google Zemlji**

Google Zemlja (ang. Google Earth), v nadaljevanju GE, je virtualni globus in zemljevid ter program, ki prikazuje različne geografske oziroma prostorske podatke. Predhodnik GE je Earth Viewer 3D podjetja Keyhole Inc. Podjetje Keyhole Inc. je bilo ustanovljeno leta 2001, leta 2004 je prešlo pod Google in tako je leta 2005 izšla uspešna aplikacija GE. Aplikacija v osnovi prikazuje celoten svet kot globus, katerega prekrivajo satelitske podobe ter različne prostorske in neprostorske tematike. Uporabniku je omogočeno pregledovanje zelenih lokacij ter interaktivnost v smislu prilagajanja pogledov ter dodajanja poljubnih tematik, v okviru zmožnosti same aplikacije. Namenjen je širokemu krogu uporabnikov in ravno to mu je omogočilo popularnost, saj je vsakemu posamezniku omogočeno, da aplikaciji dodaja svoje tematike. Trenutno je najbolj popularno dodajanje 3D-modelov zgradb, ki jih potem Google objavi v aplikaciji, če ustrezajo določenim kriterijem.

Aplikacija je na voljo v treh različnih licencah:

- zastonjska verzija z omejenimi funkcijami,
- Google Earth Pro verzija,
- Google Earth Enterprise verzija.

Vsaka licenca podpira določene funkcije, uporabnik se odloči glede na svoje potrebe.

#### **3.2 Sistemske zahteve za namestitev aplikacije**

##### **3.2.1 Operacijski sistem Windows:**

- operacijski sistem: Windows 2000, Windows XP, Windows Vista,
- procesor: 500 Mhz, Pentium 3,
- sistemski pomnilnik (RAM): najmanj 256 MB, priporočeno 512 MB,

- trdi disk: 400 MB praznega prostora,
- hitrost omrežja: 128 Kbit/sek,
- grafična kartica: 3D s 16 MB VRAM-a,
- zaslon: 1024 x 768, 16-bitna barvna paleta DirectX 9 (za delovanje v načinu Direct X).

### **3.2.2 Operacijski sistem Mac:**

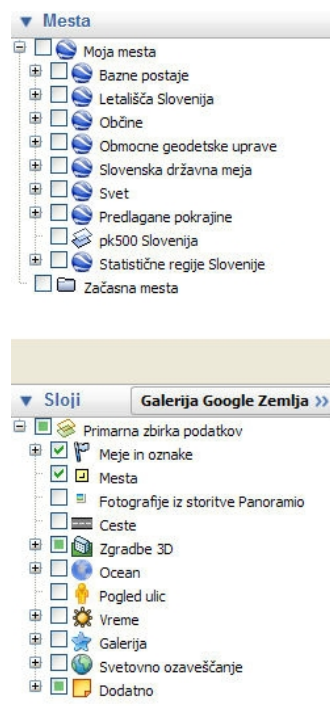
- procesor: 500 Mhz, Pentium 3,
- sistemski pomnilnik (RAM): 256 MB RAM,
- trdi disk: 500 MB praznega prostora,
- hitrost omrežja: 128 Kbit/sek,
- grafična kartica: 3D s 16 MB VRAM-a,
- zaslon: 1024 x 768, 16-bitna barvna paleta.

Za operacijski sistem Linux veljajo enake zahteve kot za Mac. Zahteve za namestitev programa GE danes izpolnjujejo praktično skoraj vsi osebni in prenosni računalniki, bi pa opomnil, da je za normalno delovanje programa potreben precej boljši računalnik, kot je zgoraj naveden. Pomembno vlogo odigra tudi hitrost povezave z medmrežjem.

## **3.3 Sloji in Mesta**

V programu GE imamo plošči Sloji ter Mesta. Ploščo Sloji je ustvaril Google ali njegov partnerji. Tu ne moremo dodajati lastnih vsebin, prav tako jih ne moremo brisati. Omogočeno nam je le vklapljanje, oziroma izklapljanje vsebin. V najnovejši različici programa Google Earth 5.2 lahko pregledujemo naslednje vsebine oz. zbirke podatkov: Meje in oznake, Panoramo, Ceste, Zgradbe 3D, Ocean, Pogled ulic, Vreme, Galerija ter Svetovno ozaveščanje. Nekateri izmed teh slojev imajo še delitev na podsloje.

V plošči Mesta so shranjene vsebine, ki smo jih sami dodali in smo želeli, da se tu shranijo. Shranjene so lokalno, samo na našem računalniku. Primer Slojev in Mest v programu GE na mojem računalniku prikazuje slika 1.



Slika 1: Plošči Sloji in Mesta.

## 3.4 Sloji

### 3.4.1 Meje in oznake

Sloj vsebuje državne in regionalne meje ter zaznamke za mesta. Organiziran je na podsloj meje in podsloj oznake. Podsloj meje se deli še na naslednje podsloje: meddržavne meje, imena držav, obale, administracijske meje prvega nivoja (države/province), administracijske regije drugega nivoja (države) in administracijska imena prvega nivoja (države/province). Oznake so točkovni sloj, ki nosijo kot atribut neko ime. Te so naseljena mesta, alternativna imena krajev ter otoki in vodna telesa. Primer naseljenega mesta bi bil v italijanščini »Trieste«, alternativno ime kraja je Trst.

### 3.4.2 Zanimivi kraji

Sem spadajo različne zanimivosti, kot so gradovi, muzeji, letališča, stadioni, univerze, občinske palače, hoteli, narodni parki, naravne znamenitosti itn. Prikazani so tudi nekateri kraji, kjer so potekale zgodovinske bitke ter še mnogo drugih zanimivosti. Različne tematike so organizirane tako, da se najprej prikažejo pomembnejše, ko se s pogledom približujemo pa se nam prikažejo še ostale. Pri pogledu približno 1100 km nad Zemljo se najprej prikažejo v glavnem gradovi, palače in znani hoteli, pri pogledu 600 km nad Zemljo se prikažejo še muzeji, cerkve, bazilike, univerze itn. Bolj, ko se s pogledom približujemo, več različnih tematik se nam prikazuje.

### 3.4.3 Panoramio

Že samo ime tega sloja pove, da so to fotografije (panorame). Fotografije so geolocirane glede na zanimivost, ki jo prikazujejo. Torej če hočemo poiskati na primer kromberški grad, se s pogledom najprej postavimo tja. Fotografije so organizirane po kategorijah z metapodatkovnimi opisi. Panoramio je sicer samostojna spletna stran, ali pa kot sloj v programu GE in spletni aplikaciji Google Maps. Kot sloj je nekoliko okrnjena različica Panoramio spletne strani.

### 3.4.4 Ceste

Sloj ceste prikazuje ceste posameznih kategorij z ustrezno označenimi oznakami le-teh in imeni. Za različne kategorije so uporabljene različne debeline in barve. Sloj je organiziran tako, da je prikaz odvisen od višine našega pogleda. Bolj, ko se s pogledom oddaljujemo, bolj se ceste generalizirajo, prikazane ostanejo samo višje kategorije. Obratno pa, ko se približujemo, se nam prikazujejo nižje kategorije cest ter stopnja generalizacije se manjša.

### 3.4.5 Zgradbe 3D

Sloj, ki je eden izmed najpopularnejših, saj je prav tretja dimenzija tista, ki daje občutek prostora, v katerem živimo.

Večja mesta so že praktično vsa opremljena s tridimenzionalnimi modeli stavb oziroma zgradb. Stavbe lahko gledamo fotorealistično (v večini primerov), obstajajo pa tudi območja, kjer so stavbe samo kot modeli v sivi barvi, npr. San Francisco. Vsekakor so primernejše za bolj realistično predstavo te, ki imajo fotografije kot teksturo (fotorealistične). Za ogled stavb si lahko izbiramo različne poglede z vrha, od strani, oziroma iz različnih perspektiv. Navigacija je mogoča z miško oziroma s kurzorji in tipkami na tipkovnici.

Poznamo različne nivoje podrobnosti prikaza za 3D-modele stavb (LOD – level of detail). Vsak nivo ima svojo podrobnost prikaza. LOD je odvisen od velikosti območja, ki ga želimo predstaviti s 3D-modeli stavb. Če npr. želimo z modeli stavb predstaviti celotno regijo se odločimo samo za tlorise stavb (LOD 0), če pa želimo podrobno predstaviti samo en model se odločimo za LOD 3 ali LOD 4. Poznamo 5 nivojev podrobnosti prikaza 3D-modelov stavb.

Nivoji podrobnosti prikaza 3D-modelov stavb (LOD):

- LOD 0: primeren za prikaz celotne regije z modeli stavb. Prikazani so samo tlorisi stavb in so 2D.
- LOD 1: primeren za prikaz mesta, kjer so stavbe že 3D, vendar imajo samo osnovno obliko, npr. pravokotnika. Tlorisi stavb so izvlečeni na ustrezno višino stavb.
- LOD 2: 3D-model stavbe že ima prepoznavno strešno strukturo.
- LOD 3: 3D-model stavbe vsebuje poleg strehe tudi ostale detajle na fasadi.
- LOD 4: nivo, pri katerem modeliramo tudi notranjost.

### **3.4.6 Ocean**

Sir Arthur Charles Clarke, angleški pisatelj znanstvene fantastike, futurolog in izumitelj je dejal, da je neprimerno praviti našemu planetu Zemlja, ko je pač očitno, da je to ocean.

Google je 2. Februarja 2009 izdal verzijo programa GE, ki omogoča raziskovanje oceanov. Sloj nam omogoča pregled raznovrstnih tematik.

Spoznavamo lahko različne živalske vrste, raziskujemo ocean s pomočjo videov National Geographica, kraje, primerne za morske športe, ogledujemo si ladijske razbitine in pomorske raziskovalne odprave, ogrožene živalske vrste, stanje oceana (temperaturo gladine morja, arktični led, vpliv človeštva, mrtva območja ter ribe, primerne za prehrano). Poleg vsega tega lahko spremljamo pot posameznih živali, npr. belega morskega psa.

### **3.4.7 Pogled ulic**

Pogled ulic je tehnologija, ki jo je razvil Google. Omogoča nam panoramski pogled ulic iz različnih položajev. Prikazuje nam posnetke, ki so bili posneti s posebno prirejenimi avtomobili. Kjer dostop z avtomobilom ni bil mogoč, npr. ozke ulice, cone za pešce, so fotografije posnete s posebnimi tricikli, oziroma na smučiščih z motornimi sanmi. Vozilo je opremljeno z devetimi kamerami. Vsaka je fiksna in obrnjena v svojo smer. Kamere so tako razporejene, da skupaj zajamejo 360 ° pogled. Nameščene so na višini 2,5 m. Poleg kamer ima vozilo še GPS enoto za določitev položaja in tri laserske merilce razdalje do dolžine 50 m za merjenje dolžine pred avtomobilom do horizontalnega kota 180 °.

Lahko bi rekel, da je pogled ulic najbližji pogled, saj se dobesedno sprehajamo po ulici. S klikom na posnetke, ki so geolocirani po posameznih ulicah se virtualno »sprehajamo« iz ulice v ulico.

### **3.4.8 Vreme**

Sloj vreme nam omogoča spremljanje vremenskih podatkov v realnem času. Lahko izbiramo med podsloji oblaki, radar, pogoji in napovedi ter podatki, ki opisuje prve tri omenjene sloje. Radarski podatki padavin se osvežujejo vsakih 5 do 6 minut. Program GE pridobiva meteorološke podatke iz številnih vojaških in civilnih organizacij kot sta na primer Weather.com (<http://www.weather.com/>) in NOrad (<http://www.norad.mil/>). Radarski podatki so trenutno dostopni le za nekatere predele severne in srednje Amerike ter zahodne in srednje Evrope, medtem ko so oblaki dostopni za cel svet, prav tako so pogoji in napovedi dostopni za praktično vsa večja mesta po svetu.

### **3.4.9 Galerija**

Sloj galerija je po obsegu in raznovrstnosti tematik najobsežnejši sloj. Obsega 360- stopinjske poglede zanimivih krajev, pregledujemo lahko različne tematike kanala Discovery ter National Geographic, vulkanska območja, podatke o magnitudi ter uri in datumu potresov, različne turistične destinacije z opisi, različne kolesarske, gorske, pešpoti, smučarske ture in podobne tematike, satelitske posnetke posnete iz vesolja, ki jih ponujata ameriška vesoljska agencija (NASA) in evropska vesoljska agencija (ESA), različne kompozitne posnetke zanimivih stavb, katere lahko z navigacijo pregledujemo iz različnih zornih kotov. Na voljo so še zgodovinske karte za določene lokacije, ter povezave na videe YouTuba, ki prikazujejo posamezne zanimivosti. Tematike v tem sloju se hitro širijo, zato je vedno več novih zanimivosti.

### **3.4.10 Svetovno ozaveščanje**

Svetovno ozaveščanje je sloj, katerega namen je ozaveščanje širše javnosti o težavah sveta. Ta sloj sestavljajo vse večje naravovarstvene in človekoljubne organizacije kot se Greenpeace, Unicef, WWF ter druge, ki si prizadevajo za boljši jutri. V tem sloju dobimo ogrožene vrste, različne odprave, opozarjanje na pretirano onesnaževanje planeta, globalno segrevanje, težave s pitno vodo ter zdravstvom ljudi, različne krize po svetu ter sorodne tematike.

## **3.5 Mesta**

Plošča mesta omogoča posameznemu uporabniku dodajanje poljubnih vsebin, ki jih je sam ustvaril ali pridobil na spletu, oziroma od določene osebe. Seveda morajo biti te vsebine v točno določenem formatu zapisa. Več o formatu zapisa v poglavju 5.1 (O KML).

### 3.6 Uvoz podatkov

Google Earth ima možnost uvoza vektorskih in rastrskih podatkov ter 3D-modelov. Z vektorskimi podatki imamo v mislih točke, linije in poligone. S točkami (zaznamki) opišemo točno določeno lokacijo, na primer center mesta, medtem ko z linijami opisujemo dolžinske pojave, kot so ceste, reke itd. Poligoni so primerni za opis površin, lahko tudi parcelnih ali drugih administrativnih mej. Rastrske podatke uvažamo, kadar hočemo uvoziti digitalne ortofote, topografske načrte ter različne tematske karte, oziroma ko hočemo območje prekriti z neko fotografijo ali rastrom. Razen v primeru uvoza 3D-modelov sem moral vektorskim in rastrskim podatkom najprej definirati projekcijo v starem državnem koordinatnem sistemu in jih nato transformirati v nov državni koordinatni sistem. Tako pripravljene podatke so bili primerni za izvoz v program GE. V programu ArcCatalog sem podatkom, ki sem jih pridobil od geodetske uprave republike Slovenije (GURS), definiral projekcijo in datum v D48/GK koordinatnem sistemu. Program ArcGIS je služil za urejanje podatkov in transformacijo iz starega v nov koordinatni sistem. Definirati je bilo treba parametre starega in novega koordinatnega sistema ter podatke transformirati.



## 4 PROJEKCIJE

Pri vzpostavitvi podatkovne baze za celoten planet je najprimerneje, da se uporablja enotna, globalna projekcija. GE uporablja preprosto cilindrično projekcijo (Plate Carrée) in elipsoid WGS 84 za svojo slikovno bazo. Poldnevnik in vzporednik sta ravne linije, med seboj vzporedne in enako oddaljene, sekajo se pod pravim kotom. Projekcija tvori kartezijsko mrežo kvadratov enake velikosti in površine.

GE prikazuje Zemljo, kot da bi jo gledali iz letala ali satelita. Projekcija, ki to omogoča, je generalna perspektivna projekcija, ki Zemljo prikazuje, kot da bi jo fotografirali iz letala ali satelita. Ta projekcija je podobna ortogonalni projekciji, kjer je projekcijski center na neskončni razdalji, le da je pri perspektivni projekciji na končni razdalji.

Prostorski podatki, ki sem jih pridobil za potrebe diplomskega dela, so v slovenski državni projekciji. Ker je od 1. 1. 2008 v uporabi tudi nov koordinatni sistem, so bili nekateri podatki v novem koordinatnem sistemu, vsaj po navedbah geodetske uprave republike Slovenije. Razlika med starim in novim koordinatnim sistemom je v geometrijskih in fizikalnih parametrih, ki opisujejo Zemljo kot planet ter v pritrditvi teoretično definiranega koordinatnega sistema na Zemljo. Pri uvozu podatkov je zato pomembno vedeti, v katerem koordinatnem sistemu so ter jih po potrebi transformirati v drug koordinatni sistem, ki ga program GE prepozna. Če program pravilno prepozna koordinatni sistem in če je le-ta pravilno definiran, se bodo podatki pri uvozu v program teoretično prikazali na pravi lokaciji.

## 4.1 Projekcija programa Google Earth

- Oznaka: Plate Carrée, (Equi)rectangular, Equidistant Cylindrical, Simple Cylindrical,
- Oznaka po EPSG<sup>2</sup>: EPSG::4326
- Ime referenčne ploskve: elipsoid WGS 84
- Leto določitve referenčne ploskve: 1984
- Polos a: 6.378.137,00000 m
- Polos b: 6.356.752,31425 m
- Geografska dolžina srednjega meridijana: ni podatka
- Geografska širina izhodiščne paralele: 0 ° (ekvator)

## 4.2 Državna projekcija

### 4.2.1 Stara državna projekcija

- Oznaka: D48/GK (Geodetski datum 1948, Gauss-Krügerjeva projekcija)
- Oznaka po EPSG: EPSG::3787
- Ime referenčne ploskve: Besslov elipsoid
- Leto določitve referenčne ploskve: 1841
- Polos a: 6.377.397,15500 m
- Polos b: 6.356.078,96325 m
- Številka cone: 5
- Širina cone: 3 ° 15 '
- Geografska dolžina srednjega meridijana: 15 ° vzhodno od poldnevnikar Greenwich
- Geografska širina izhodiščne paralele: 0 °
- Linijsko merilo na srednjem meridijanu (modul projekcije): 0,9999
- Navidezni pomik proti severu: -5.000.000,00 m
- Navidezni pomik proti vzhodu: 500.000 m

---

<sup>2</sup> EPSG (European Petroleum Survey Group) je evropska znanstvena organizacija, ki se je ukvarjala z geodezijo in kartografijo v povezavi z odkrivanji nafte (<http://www.epsg-registry.org/>).

#### 4.2.2 Nova državna projekcija

- Oznaka: D96/TM oziroma ETRS98/TM (Geodetski datum 1996, transverzalna Mercatorjeva projekcija)
- Oznaka po EPSG: EPSG::3794
- Ime referenčne ploskve: elipsoid GRS80
- Leto določitve referenčne ploskve: 1979
- Polos a: 6.378.137,00000 m
- Polos b: 6.356.752,31414 m
- Številka cone: 5
- Širina cone: 3 ° 15 '
- Geografska dolžina srednjega meridijana: 15 ° vzhodno od poldnevnikar Greenwich
- Geografska širina izhodiščne paralele: 0 °
- Linijsko merilo na srednjem meridijanu (modul projekcije): 0,9999
- Navidezni pomik proti severu: -5.000.000,00 m
- Navidezni pomik proti vzhodu: 500.000 m

#### 4.3 Definiranje projekcije, transformacija

Definicijo projekcije ter transformacijo sem opravil s programskim orodjem ArcGIS. Osnovna naloga je bila pretvoriti iz Gauss-Krügerjeve projekcije na Besslovem elipsoidu v projekcijo, ki jo uporablja GE na elipsoidu WGS 84. Pred tem je bilo potrebno definirati, v kateri projekciji sploh so osnovni podatki. Podatki, ki sem jih uporabil, so bili digitalni model višin (DMV5), digitalni ortofoto (DOF5), poligon meje katastrske občine ter sosednjih in podatki katastra stavb za grad Kromberk.

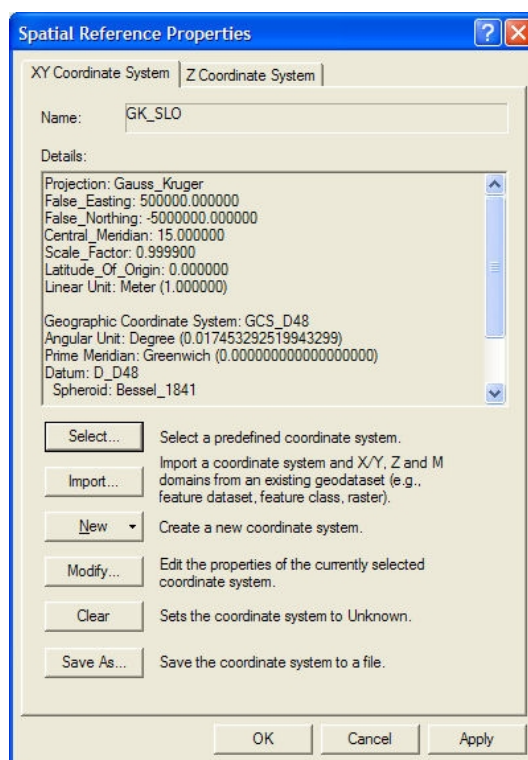
Podatki so bili v stari državni projekciji D48/GK. Te podatke je bilo najprej potrebno pretvoriti v novo državno projekcijo D96/TM in šele nato izvesti transformacijo v projekcijo, ki jo uporablja GE na elipsoidu WGS 84.

V osnovi delujeta programa ArcMap ter MapWindow GIS tako, da prepoznata parametre projekcije, definirane za določene prostorske podatke in jih pri izvozu v program GE transformirata v projekcijo, ki jo uporablja GE na elipsoidu WGS84. To ni bilo vedno res, in sicer so se težave pojavile pri programu MapWindow GIS, ko sem izvažal podatke v projekciji D48/GK. V tem primeru se podatki niso ustrezno geolocirali v programu GE. Če sem podatke najprej transformiral v novo D96/TM državno projekcijo, pa so se le-ti ustrezno geolocirali ob izvozu v GE. Teh težav pri programu ArcMap nisem imel, zato je očitno težava pri programu MapWindow GIS. V izogib težavam sem zato raje vse prostorske podatke transformiral v novo državno projekcijo D96/TM.

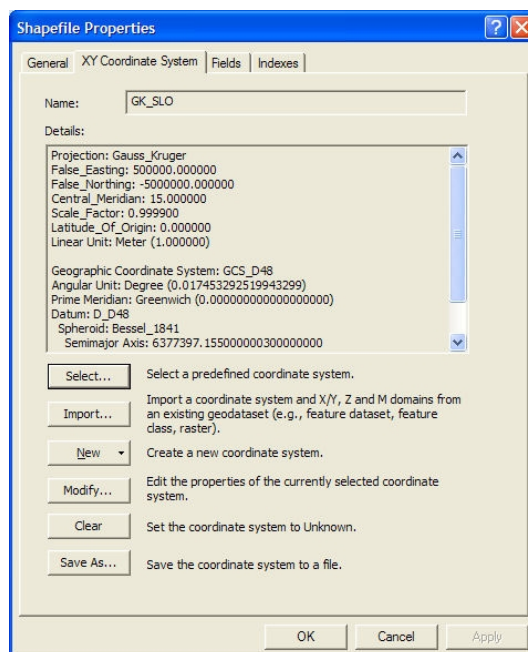
### 4.3.1 Definiranje projekcije

V programu ArcMap sem z orodjem Projeciraj (Project) definiral parametre stare in nove državne projekcije. Treba je bilo definirati ime projekcije, ki si ga poljubno izberemo, ustrezen elipsoid ter projekcijo na elipsoidu, linijsko merilo na srednjem meridijanu, navidezni pomik proti severu ter navidezni pomik proti vzhodu, geografsko dolžino srednjega meridijana in enote v katerih so koordinate. Ko je projekcija ustvarjena, jo shranimo, tako da jo kasneje lahko uporabljamo za transformacije. Primer definiranja projekcije prikazuje slika 2.

Ker podatki sami ne nosijo informacije o tem, v kateri projekciji so, jim je potrebno dodeliti projekcijo. Za dodeljevanje projekcije prostorskim podatkom sem uporabil program ArcCatalog, kjer se v lastnostih prostorskih podatkov le-tem dodeli projekcija; desni klik na prostorske podatke, izberemo Lastnosti (Properties) ter izberemo ustrezno projekcijo, ki smo jo prej definirali v programu ArcMap. V kolikor projekcije še nismo definirali, jo lahko še vedno definiramo tukaj; izberemo možnost dodaj novo (New) in jo definiramo po že prej opisanem postopku. Primer dodeljevanja projekcije prostorskim podatkom prikazuje slika 3.



Slika 2: Primer definiranja Gauss-Krügerjeve projekcije.



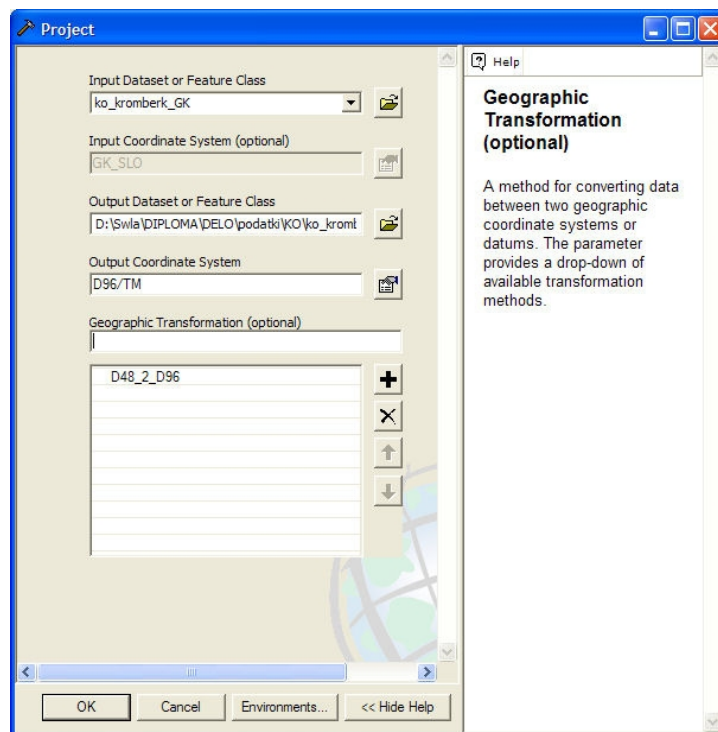
Slika 3: Primer dodeljevanja projekcije prostorskim podatkom.

### 4.3.2 Transformacija

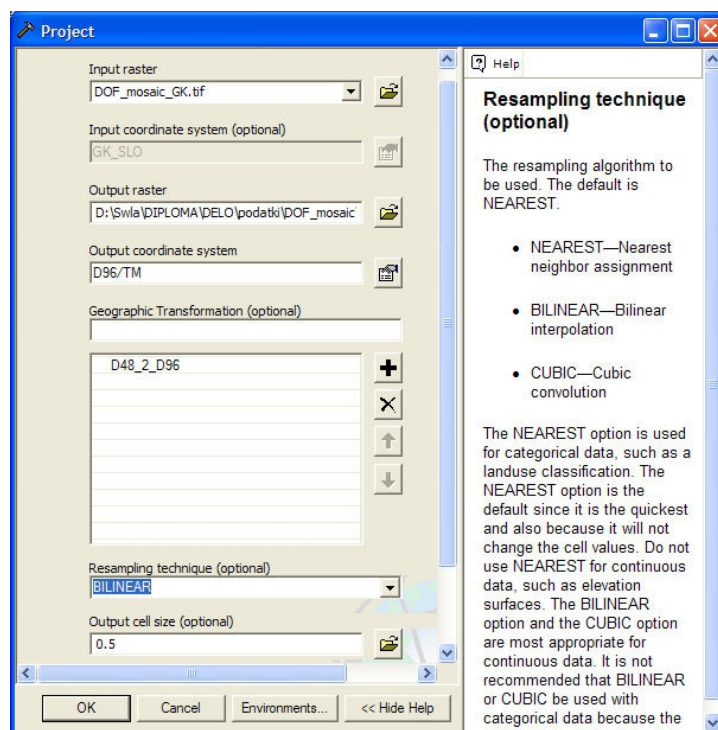
Transformacijo sem opravil v programu ArcMap. Podatke sem transformiral iz starega D48/TM v nov D96/TM koordinatni sistem. Transformacija v projekcijo programa GE na elipsoidu WGS 84 se izvede kasneje ob izvozu podatkov v program GE. Izjema so tu bili le digitalni ortofoti, katere sem transformiral še na elipsoid WGS 84, saj je tako zahtevala programska oprema za operacije z digitalnimi ortofoti (Super Overlay). Več o tem v poglavju 7.4 (Postopek obdelave DOF5).

Za transformacijo obstajata dve orodji, in sicer eno za vektorske in eno za rastrske podatke. V principu sta zelo podobni. Pri obeh je potrebno definirati vhodno ter izhodno datoteko. Vhodni koordinatni sistem je že definiran, saj sem podatkom že dodelil projekcijo. Potrebno je izbrati še koordinatni sistem za izhodno datoteko, ki je tudi že bil predhodno definiran in ga le izberem s seznama. Izbrati je treba še geografsko transformacijo, ki definira iz katerega v kateri koordinatni sistem se podatki transformirajo. Za transformacijo vektorskih podatkov zadostujejo ti elementi.

Pri transformaciji rastra moramo še izbrati metodo dodeljevanja novih vrednosti celicam. Izbral sem bilinearno interpolacijo, več o tem v poglavju 7.5 (Bilinearna interpolacija). Definiramo lahko tudi velikost izhodne celice rastra, ki je ostala enaka kot pri vhodnem rastru. Zadnji dve fazi sta izbirni in jih ni potrebno definirati. Če nič ne definiramo, se bo raster prevzorčil po metodi najbližjega soseda, velikost izhodne celice pa bo enaka vhodni celici. Transformacijo vektorskih in rastrskih podatkov prikazujeta sliki 4 in 5.



Slika 4: Primer transformacije vektorskih prostorskih podatkov.



Slika 5: Primer transformacije rastrskih prostorskih podatkov.

## 5 KML

### 5.1 O KML

KML je okrajšava za »Keyhole Markup Language«, kar v prevodu pomeni označevalni jezik podjetja Keyhole Inc. Temelji na XML jezikovni shemi. KML je format datoteke, ki se uporablja za prikaz geografskih podatkov v brskalniku Google Maps in Google Earth. Datoteke KML lahko ustvarimo s posebnimi programi ali z beležnico.

KML je postal 14. 04. 2008 standard OGC<sup>3</sup> (Open Geospatial Consortium). Podjetje Google in OGC organizacija sta takrat sklenila 4 temeljne cilje:

- da bi obstajal samo en standard za prikaz geografskih podatkov na obstoječih in prihodnjih spletnih zemljevidih oziroma zemeljskih pregledovalnikih, na primer Google Maps in Google Earth.
- Da bi KML ustrezal standardom in se ravnal po dobri praksi ter da bi omogočal večjo povezljivost z zemeljskimi pregledovalniki.
- Da bi OGC in Google sodelovala z namenom, da bi KML uporabniki bili primerno vključeni v proces uporabe ter informiranja o dobrih in slabih lastnostih KML.
- Da se zagotovi standardu KML ustrezen življenjski cikel, ki bi vključeval vsestransko združljivost in uporabnost.

---

<sup>3</sup> OGC je neprofitna, mednarodna, prostovoljna organizacija, ki usklajuje in razvija standarde na področju prostorskih in geolokacijskih informacij (<http://www.opengeospatial.org/standards>).



## 5.2 Uporaba KML

Po OGC se KML lahko uporablja za naslednje namene:

- nastavev zaznamkov na pregledovalniku GE,
- določitev ikon in tabel, ki identificirajo lokacije na Zemlji,
- nastavev različnih pogledov v GE pregledovalniku,
- prekrivanje zemeljskega površja z izbranimi podobami oz. digitalnimi ortofoti,
- nastavev prikaza datoteke KML,
- pisanje opisov HTML različnih podatkov KML, vključujoč hiperpovezave in vgrajene slike,
- organizacijo podatkov KML v hierarhije,
- urejanje in pregledovanje že obstoječih datotek KML, ki jih pridobimo lokalno ali s spleta,
- nastavev lokacije in orientiranosti teksturiranega 3D-objekta.

## 5.3 Zgradba KML

KML je na jezikovni shemi XML temelječ jezik. Namen strukture KML je tako kot strukture XML, da poudarja enostavnost, splošnost ter uporabnost v spletu. V nadaljevanju je opisanih nekaj elementov, ki jih vsebuje dokument KML, za lažjo predstavo o zgradbi dokumenta. Elementi so podani z lomljenimi oklepaji, v takšni obliki, kot tvorijo dokument KML. Več elementov je kasneje razloženih v posameznih poglavjih na konkretnih primerih datotek KML, ki sem jih izdelal.

### 5.3.1 Koordinate (<coordinates>)

Element, ki določa koordinate posameznih pojavov, ki jih želimo prikazati v pregledovalniku GE. Vsaka točka ima svoje koordinate. Geografska dolžina je podana v stopinjah od - 180 ° do 180 °, geografska širina v razponu od - 90 ° do 90 °, višina pa je podana v metrih.

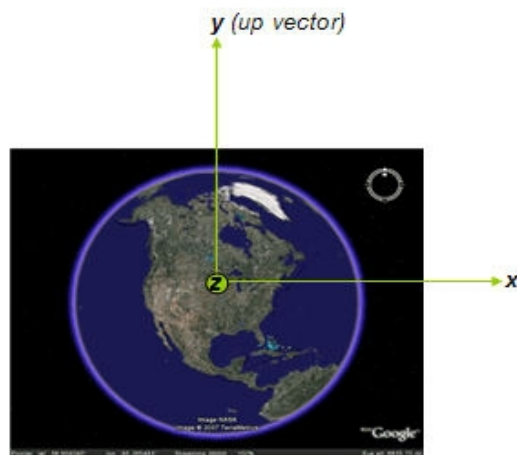
### 5.3.2 Višinski prikaz (<altitudeMode>)

Element, ki definira, kako interpretirati višino v elementu (<coordinates>). Na voljo so naslednje možnosti:

- Pritrjeno na tla (<Clamp to ground>). Pri tej vrednosti višinske vrednosti niso dovoljene, saj je višina oznake položaja pritrjena na tla. Ta možnost zagotavlja, da je oznaka položaja pritrjena na tla.
- Relativno glede na tla (<Relative to ground>). Višina elementa je relativna glede na dejanski potek površja. Ne glede na to ali imamo v programu GE vključen sloj površina ali ne, bo višina elementa nad določeno lokacijo vedno enaka.
- Absolutno (<Absolute>). Višine so podane glede na morsko gladino in se ne prilagajajo površju. Na ta način lahko določene elemente postavimo pod površino in niso vidne. Lahko podamo tudi negativne višine za postavitev elementov pod morsko gladino.
- Pritrjeno na morsko dno (<Clamp to sea floor>). Element je pritrjen na morsko dno. To funkcijo lahko uporabljamo na vsakem večjem vodnem telesu. Če uporabimo to funkcijo, element pa bi bil lociran proč od vodnega telesa, bi element avtomatsko pritrnilo na tla.
- Relativno na morsko dno (<Relative to sea floor>). Višine elementa so merjene od morskega dna, če je element pod vodo, če pa element gleda ven iz vode, je višina merjena od morske gladine.

### 5.3.3 Kamera (<Camera>)

Element, ki definira položaj kamere, skozi katero gledamo. Ta element določa položaj kamere relativno glede na zemeljsko površje in smer pogleda. S tem elementom lahko definiramo tudi pogled, ki ni na zemeljsko površje, temveč v nebo. Kamera ima 3 osi.



Osi kamere (vir: <http://code.google.com/intl/sl/apis/kml/documentation/cameras.html>)

X os kaže na desno od kamere, y os kaže gor glede na zaslon in z os kaže od centra zaslona proti točki pogleda.

Položaj kamere je definiran z naslednjimi elementi:

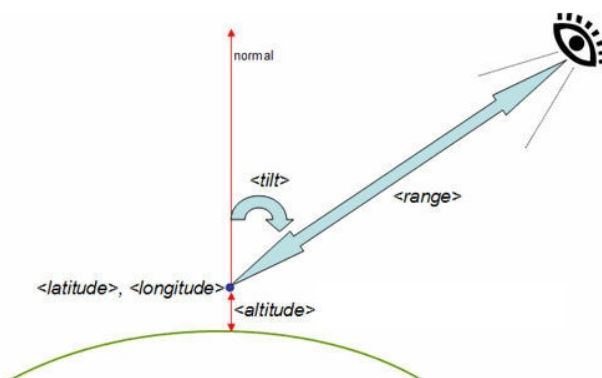
- geografsko dolžino (<longitude>). Geografska dolžina virtualne kamere. Vrednosti zahodno od ničelnega poldnevnikar so podane od  $-180^\circ$  do  $0^\circ$ . Vrednosti vzhodno od ničelnega poldnevnikar so podane od  $0^\circ$  do  $180^\circ$ .
- Geografsko širino (<latitude>). Element, ki določa geografsko širino kamere. Vrednosti so podane od  $-90^\circ$  do  $90^\circ$ .
- Višino (<altitude>). Razdalja kamere od zemeljskega površja v metrih. Višino lahko interpretiramo na različne načine. To pogojuje element (<altitudeMode>).
- Azimutom kamere (<heading>). Smer azimuta kamere v stopinjah, rotacija okrog z osi. Privzeta nastavitev je  $0^\circ$ , kar pomeni pogled proti severu. Vrednostni razpon pa je možen od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ .
- Rotacijo okrog x osi (<tilt>). Rotacija je podana v stopinjah. Vrednost  $0^\circ$  pomeni, da je pogled naravnost dol na Zemljo, oziroma pravokotno na Zemljo. Vrednost  $90^\circ$  pomeni pogled proti horizontu, vrednosti večje od  $90^\circ$ , pa pomenijo, da je točka pogleda usmerjena v nebo.

- Rotacijo okrog z osi (<roll>). Podana je v stopinjah, vrednostni razpon pa je možen od  $-180^\circ$  do  $180^\circ$ . Ta rotacija ni enaka kot pri elementu (<heading>), čeprav sta obe rotaciji okrog z osi. Kameri se pri rotaciji okrog ene osi, spremenita položaja ostalih dveh osi. Vsakič, ko je definirana rotacija okrog katere od osi, se ostali dve osi ustrezno premakneta. Zaradi tega je pomemben vrstni red rotacij okrog osi. Najprej se upošteva element (<heading>), nato (<tilt>), nazadnje pa še (<roll>).

#### 5.3.4 Pogled na (<lookAt>)

Element, ki je povezan z objektom, predstavljenim v Google Earthu. S funkcijo (<lookAt>) nastavimo naš pogled v relaciji z objektom, ki ga gledamo. Funkcijo določajo naslednji elementi:

- Geografska dolžina (<longitude>): Geografska dolžina točke, na katero kamera gleda. Vrednosti zahodno od ničelnega poldnevnikar so podane od  $-180^\circ$  do  $0^\circ$ . Vrednosti vzhodno od ničelnega poldnevnikar so podane od  $0^\circ$  do  $180^\circ$ .
- Geografska širina (<latitude>): Element, ki določa geografsko dolžino točke, na katero kamera gleda. Vrednosti so podane od  $-90^\circ$  do  $90^\circ$ .
- Višina (<altitude>): Razdalja kamere od zemeljskega površja v metrih. Višino lahko interpretiramo na različne načine. To pogojuje element (<altitude mode>).
- Azimut kamere (<heading>): Smer azimuta kamere v stopinjah. Privzeta nastavitve je  $0^\circ$ , kar pomeni pogled proti severu. Vrednostni razpon pa je možen od  $0^\circ$  do  $360^\circ$  stopinj.
- Rotacijo okrog x osi (<tilt>): Kot med smerjo pogleda na objekt in normalo na zemeljsko površino. Vrednostni razpon je med  $0^\circ$  in  $90^\circ$ . Vrednosti ne morejo biti negativne, vrednost  $0^\circ$  pomeni pogled pravokotno na zemeljsko površje, kot  $90^\circ$  pa pomeni pogled v smeri horizonta.
- Razdalja (<range>): razdalja v metrih od točke na katero gledamo do kamere.



Prikaz elementov geografske dolžine, širine, višine, razdalje in rotacije okrog x osi  
(vir: <http://code.google.com/intl/sl/apis/kml/documentation/>)

### 5.3.5 Leti do (<Fly To>)

Element, ki definira točko v prostoru, do katere bo uporabnik »letel« med turo. Vsebovati mora dva elementa, in sicer element, ki določa čas, da preidemo iz prve do druge točke ter način prehoda. To sta naslednja dva elementa:

- Čas (<duration>), ki je potreben za prehod iz ene točke na drugo.
- Način prehoda (<flyToMode>). Prehod je lahko med točkami gladek, kjer imamo občutek, da smo pot med dvema točkama preleteli ali neposreden, ki nas takoj prestavi na novo točko.

### 5.3.6 Povezava (<Link>)

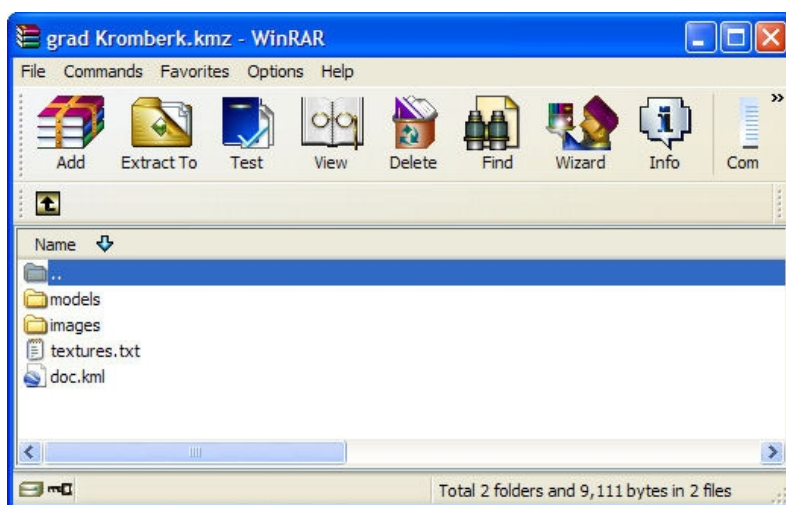
Element določa povezavo na določen spletni naslov, na fotografije, ki prekrivajo določeno območje ali na 3D-model, ki se nam prikaže na neki lokaciji.

### 5.3.7 Opisno okno (<BalloonStyle>)

Element, ki določa, kako naj se prikaže pojavno okno za opis določenega pojava. Možno je nastaviti barvo in prosojnost okna in obliko besedila v njem. Okno za opis je lahko tudi skrito, če ga nečemo prikazati.

## 5.4 KMZ

Datoteka KMZ je sestavljena iz glavne datoteke KML ter nič ali več spremljajočih datotek, stisnjenih v eno enoto. Datoteke so stisnjene po principu arhiva ZIP<sup>4</sup>. Namen je ta, da imamo samo eno datoteko za shranjevanje in pošiljanje po elektronski pošti ali gostovanje na spletni strani. Datoteko si tako lahko vsak pretoči in odpre v svojem pregledovalniku GE. Smiselno je datoteko KML stisniti v KMZ, kadar datoteka KML presega 10 kB ali kadar ima KML datoteka spremljajoče datoteke, kot so slike, zvočne datoteke, modeli in teksture. Odvisno od datoteke KML, po navadi pa se datoteka KML zmanjša za 10-krat, če jo stisnemo v KMZ. 10 kB velika datoteka KML bi se torej zmanjšala v 1 kB datoteko KMZ. Datoteko KMZ lahko spet razširimo v glavno datoteko KML ter spremljajoče datoteke (Slika 6).



Slika 6: Primer stisnjene datoteke KMZ (grad Kromberk.kmz).

<sup>4</sup> ZIP je format datoteke, ki vsebuje eno ali več stisnjenih datotek. Uporabljamo ga z namenom shranjevanja več datotek v eni in zmanjševanja prostora na disku.

## 6 3D-MODEL GRADU KROMBERK

Za izdelavo tridimenzionalnega modela gradu Kromberk sem se odločil zato, ker je najbolj zanimiva stavba v katastrski občini Kromberk, tako zgodovinsko, kot tudi arhitekturno. Grad je kulturna dediščina, zadnji plemiški lastnik je bil grof Viljem Coronini – Cronberg iz Gorice. V tlorisu je grad tipična renesančna stavba, sestavljena iz osrednjega poslopja skoraj kvadratnega tlorisa, ki ima na vogalih štiri stolpe. V sedanji obliki je bil grad Kromberk zgrajen v začetku 17. stoletja, po zgledu severnoitalijanske arhitekture 16. stoletja. V obeh svetovnih vojnah je bila gradu povzročena velika materialna škoda. Grof ga je moral obnavljati kar dvakrat – po prvi in po drugi svetovni vojni. Zadnjo večjo škodo pa mu je povzročila tudi orkanska burja, ki je marca 2010 divjala po vipavski dolini in je presegala 200 km/h.

Izdelava 3D-modela gradu z namenom predstavitve v pregledovalniku GE je svojevrsten način prikaza kulturne dediščine in predstavitev širši, svetovni javnosti.

### 6.1 Programska oprema

Za izdelavo trirazsežnega modela zgradbe sem izbral programsko orodje Google SketchUp. Na začetku sem bil sicer malo skeptičen, saj sem se bal, da orodje ne bo zadostovalo mojim potrebam. Izkazalo se je, da je orodje povsem primerno za oblikovanje modelov stavb in tudi zahtevnejših elementov, ki nimajo samo osnovnih oglatih oblik. Google SketchUp je programsko orodje namenjeno izdelavi 3D-modelov. Namenjen ni samo izdelavi stavb, ampak lahko z njim ustvarjamo še marsikaj drugega. Je enostaven za uporabo, kljub enostavnosti pa ponuja pester nabor funkcij. Za spoznavanje programa je na voljo center za pomoč uporabnikom in video predstavitve, tako za začetnike, kot za zahtevnejše uporabnike. Sam sem uporabljal oba načina učenja. Pomembno pri izbiri programske opreme se mi je zdelo tudi to, da obstaja zastonska verzija, na voljo pa je tudi Pro verzija s časovno omejitvijo uporabe. Povezljivost med Google Earthom in Google SketchUpom je dobra, saj sta obe orodji Googlovi.

Slaba stran orodja je, da se začne »sesuvati«, kadar ima model veliko število detajlov in tekstur. Težava je bila tudi pri počasnem nalaganju modela, ko je bil le-ta opremljen s teksturami, vendar gre to bolj pripisati nezadostni zmogljivosti računalnika.

Preden sem se lotil izdelave modela, sem razmišljal o uporabi programske opreme 3ds Max Design ali LandXplorer. Obe sta last podjetja Autodesk in sta na voljo v 30 dnevni testni različici, kar pa mi ni ustrezalo. Poleg tega pa je 3ds Max Design bolj namenjen izdelavi kompleksnejših 3D-modelov, kar zahteva več časa za osvojitve potrebnega znanja.

## 6.2 Priprava podatkov

Podatke o stavbi sem pridobil s prostorskega portala Prostor, ki ga vodita Ministrstvo za okolje in prostor ter Geodetska uprava republike Slovenije, katastra stavb in terenskih meritev. Objekta nisem zajel z detajlno izmero, saj se mi za potrebe izdelave modela, z namenom prikaza v pregledovalniku GE, ni zdelo smiselno. Na terenu sem izmeril vse fronte objekta z distomatom Leica Disto, z namenom primerjave dejanskih vrednosti, z vrednostmi iz katastra stavb.

Za kataster stavb se uporabljajo različne metode zajema koordinat: terenska meritev, fotogrametrični zajem, zajem iz temeljnega topografskega načrta, zajem iz grafičnih podatkov zemljiškega katastra, terenski zajem brez navezave na mrežo ter zajem iz registra prostorskih enot. Vsaka metoda ima svojo položajno natančnost. Geodetska uprava za vsako metodo poda okvire, v katerih se giblje natančnost posamezne metode (preglednica 1).

Preglednica 1: Metode zajema za potrebe katastra stavb

Metoda zajema	Razpon položajne natančnosti (v cm)
terenska meritev	0 do 12
fotogrametrični zajem	0 do 50
zajem iz TTN	0 do 150
zajem iz grafičnih podatkov ZK	nad 150
terenski zajem brez navezave na mrežo	nad 150
zajem podatkov iz RPE	0 do 150



Ker nisem nikjer zasledil podatka o metodi zajema obravnavane stavbe za kataster stavb, nisem mogel sklepati o položajni natančnosti. Izkazalo se je, da so prišla odstopanja v dolžinah front okoli 1 m, nekje celo 1,15 m. Fronte po katastru stavb so od front, izmerjenih na terenu odstopale, in sicer so bile fronte zunanjih 4 stolpov za približno vrednost 1 m povečane, fronte osnovne zgradbe pa za približno vrednost 1 m pomanjšane. Po mojem mnenju to nakazuje na to, da je bil grad Kromberk za potrebe katastra stavb zajet fotogrametrično, saj so fronte stolpov povečane zaradi napušča strehe, fronte osnovne zgradbe pa pomanjšane zato, ker sega napušč stolpov čez fronte osnovne zgradbe. Pri fotogrametričnem zajemanju pa je težko oceniti, do kje je rob stavbe, saj se stavba zajema iz ortogonalnega pogleda na zemeljsko površje, oziroma se stavba zajema po robovih streh. Ne glede na metodo, po kateri je bila stavba zajeta za potrebe katastra stavb, pa sem za svoje potrebe izdelave tridimenzionalnega modela uporabil dimenzije, ki sem jih izmeril z distomatom Leica. Napaka izmerjene dolžine z instrumentom je za potrebe izdelave modela zanemarljiva.

Višino stavbe sem najprej preveril na prostorskem portalu republike Slovenije, kjer je bil podatek, da je višina stavbe 16,02 m. Sprva sem imel nekaj pomislekov, od kje do kje je ta višina merjena, zato sem podatek preveril še v katastru stavb. V katastru stavb imamo podane tri višine:

- nadmorska višina najnižje točke stavbe (H1) je višina tlaka v prvi etaži, ki je lahko tudi pod površjem.
- Nadmorska višina najvišje točke stavbe (H2) je najvišja višina strehe ali zidanega dela stavbe.
- Karakteristična višina stavbe (H3) je višina terena praviloma ob vhodu v stavbo in označuje lego stavbe glede na površino zemljišča.

Višina stavbe je razlika med nadmorsko višino najvišje točke stavbe (H2) in nadmorsko višino najnižje točke stavbe (H1). V primeru grada Kromberk pa v katastru stavb ni bilo podatka o najnižji nadmorski višini, na voljo sta bila le podatek o najvišji nadmorski višini (180,06 m) ter podatek o karakteristični višini (164,04 m). Če to preračunamo dobimo ravno višino 16,02 m, ki je bila podana na prostorskem portalu. Tako sem ugotovil, da je ta višina

mišljena kot razlika med karakteristično višino stavbe, kjer je glavni vhod in najvišjo višino strehe. Za najnižjo nadmorsko višino, oziroma za nadmorsko višino tlaka v prvi etaži, ki je klet, pa ni podatka. V Pravilniku o vpisu v kataster stavb sicer piše, da je višina stavbe med najvišjo in najnižjo nadmorsko višino točke, vendar v konkretnem primeru to ne more biti res, saj podatka o najnižji nadmorski višini ni bilo. Dejstvo, da ni bilo podatka o najnižji višini, spet kaže na verjetnost, da je bila višina stavbe zajeta fotogrametrično.

Iz katastra stavb sem torej dobil višino od karakteristične točke do vrha slemena strehe, višino stavbe od karakteristične točke (terena) do kapi, pa sem izmeril z distomatom Leica. Tako sem imel vse potrebne podatke za izdelavo 3D modela gradu Kromberk.

K pripravi podatkov sodi tudi zajem fotografij same stavbe ter detajlov v okolici. Temu delu je potrebno posvetiti dovolj pozornosti. Veliko dela z obdelavo fotografij si lahko prihranimo, če pri zajemanju upoštevamo nekaj bistvenih pravil. Fotografij napravimo vedno več, kot jih dejansko potrebujemo in tem bolj pravokotno na fasado oziroma detajl. Kadar imamo pred stavbo ovire, le-teh ne zajamemo, temveč se jim ognemo, če je le mogoče. Seveda to ni vedno mogoče. Ko stavbo fotografiram, vključimo še okolico za lažjo predstavo. Fotografiram tudi vogale, da so spoji stavbe dobro vidni. Detajle zajamemo še enkrat posebej, saj so nam kasneje pri modeliranju v pomoč.

### 6.3 Geolokacija modela

Za geolokacijo modela je potrebno uporabiti tudi program GE. Najprej poženemo GE in vključimo sloj površina. Nastavimo zeleni pogled do te bližine, da vidimo samo območje, kamor želimo postaviti model. Ker želimo imeti pogled pravokotno glede na zemeljsko površje, pritisnemo tipko r na tipkovnici. Ta ukaz nam zagotovi pravokotnost pogleda in orientacijo gledanega območja proti severu tako, da je sever na vrhu našega zaslona. Sloj 3D-stavb ter tudi ostale sloje izključimo. Trenuten pogled shranimo kot podobo JPG, ki jo bomo kasneje potrebovali. Poženemo še Google SketchUp in uvozimo trenuten pogled iz Google Eartha. Uvozi se črno-bela podoba in površina. Črno-beli podobi našega pogleda je potrebno dodati barvno, ki smo jo prej shranili. Uvozimo barvno podobo, s katero prekrijemo črno-

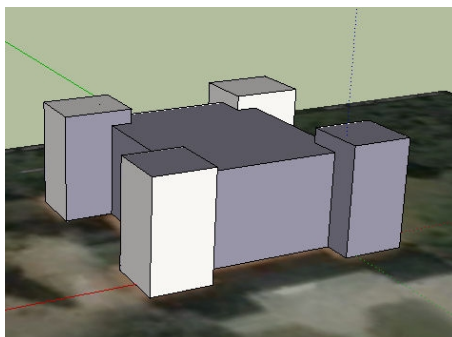
belo. Nastavimo osi x, y in z glede na robove stavbe, saj si tako olajšamo kasnejše delo pri modeliranju stavbe. Obod stavbe izrišemo glede na podobo tako, da se z njo čim lepše prekriva. Sam sem pri risanju oboda stavbe upošteval dolžine front, ki sem jih izmeril z distomatom. Ker je končni namen izdelave modela stavbe tudi ta, da stavba lepo izgleda, sem nekatere dolžine popravil za 1 dm, eno dolžino celo za 3 dm, da je stavba postala pravokotna in simetrična. Tloris in osi x, y in z prikazuje slika 7.



Slika 7: Tloris in osi bodočega 3D modela stavbe.

#### 6.4 Določitev višine stavbe

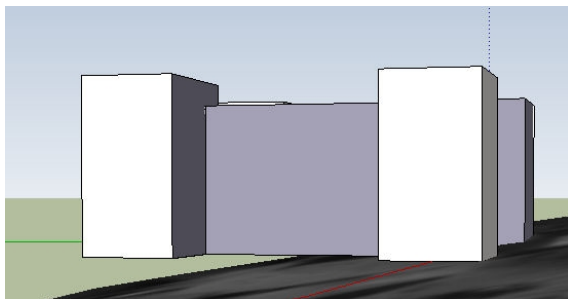
Zaradi različnih višin delov stavbe sem stavbo razdelil na pet delov (slika 7). Osrednje poslopje predstavlja en del, štirje stolpi pa ostale dele. Višine stavbe do kapi sem izmeril z distomatom in so 13,9 m za stolpe ter 12,0 m za osrednje poslopje. Višino modela sem nastavil na te vrednosti (slika 8).



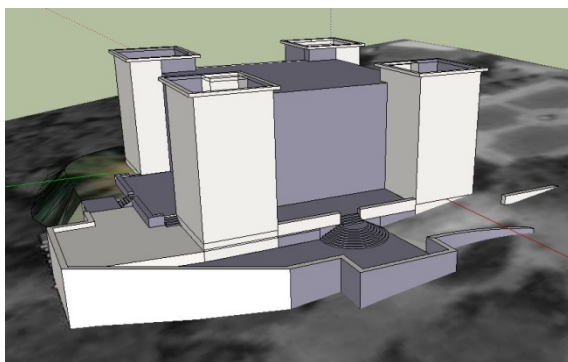
Slika 8: Model gradu z višinami stolpov ter osrednjega dela.

## 6.5 Postavitev stavbe na teren

Stavbo sem najprej višinsko vklopil na teren s premikanjem po z osi. Stavba mora ležati na terenu in ne sme biti preveč vkopana v teren. Idealno bi bilo, če bi bila stavba nekje na ravnini, tako bi se vsi deli stavbe lepo prilegali terenu. Grad Kromberk je na brežini, teren oziroma površina, ki jo ponuja Google Earth, pa je premalo natančna, da bi se stavba lepo prilegala terenu (slika 9). V Googlovih navodilih o modeliranju stavb je odgovor na to težavo ta, da se okoli stavbe ročno doda teren. Ta možnost se mi ni zdela preveč sprejemljiva, zato sem se odločil, da bom poleg same stavbe vključil tudi okolico, kot so stopnice, park, zidovi itd. Na delih stavbe, kjer je bil podporni zid, sem le tega podaljšal do terena, brez upoštevanja dejanskih dimenzij zidu. To se mi je zdelo vseeno precej bolj sprejemljivo kot ročno risanje terena »na pamet«. Na delih stavbe, kjer ni bilo nobenih zidov in stopnic pa sem bil prisiljen dodati teren (slika 10).



Slika 9: Sprednji del stavbe je na terenu, zadnji lebdi v zraku.



Slika 10: Dodani zidovi in teren na mestih, kjer bi stavba drugače lebdele v zraku.

## 6.6 Gradnja strehe

Streho sem konstruiral tako, da sem najprej na objektu zarisal slemena, ki sem jih nato dvignil na višino, kot je bila podana v katastru stavb. Slemena sem risal glede na satelitski posnetek, ki sem ga uvozil iz programa GE. Streho sem nato prekril s fotografijami strehe, da je dobila čim bolj realističen videz. Ker ima streha napušč, sem vključil tudi ta detajl, za konec pa dodal še žlebove (slika 11).



Slika 11: Streha gradu.

## 6.7 Dodajanje tekstur

Teksture modela so fotografije, ki sem jih zajel na terenu. Smiselno je zajeti več fotografij, kot jih potrebujemo, saj jih lahko kasneje izločimo. Ta del modeliranja je del, ki zavzame poleg gradnje modela največ časa. Najprej je potrebno izbrati primerno fotografijo, jo obrezati tako, da ostane samo vsebina katero želimo imeti in jo nanesti na izbrano fasado. Fotografije lahko obrežemo z enostavnim programom Slikar (Paint). Težava se pojavi, kadar ne moremo z eno fotografijo zajeti celotne fasade, takrat moramo eno fasado sestaviti iz več fotografij. Fasade, sestavljene iz več fotografij, je potrebno čim bolj medsebojno uskladiti, da so spoji čim manj vidni. Te spoje je potrebno uskladiti tako položajno, kot tudi barvno. Položajno jih uskladimo tako, da fotografijo premikamo, raztegujemo in krčimo, barvno pa fotografije popravimo v katerem od programov za delo s fotografijami. Fotografije sem urejal v programu Paint Shop.

Položajno je fotografije potrebno uskladiti tudi med različnimi fasadami, saj želimo, da so vsa okna in vrata na isti višini, kot je dejansko stanje. Že ko fotografiramo, moramo paziti, da fotografiramo čim bolj pravokotno na fasado, saj se tako izognemo popačenju zaradi centralne projekcije. Če je fotografija preveč popačena, imamo težave pri nameščanju le te na fasado, saj jo je potrebno preveč raztegniti. Del, ki smo ga precej raztegnili, bo tako imel slabšo ločljivost, saj smo fotografijo tako rekoč umetno povečali na raztegnjenem delu.

Če hočemo, da bo Google naš model objavil v sloju zgradbe 3D, je treba biti pazljiv na velikost datoteke modela. Poleg geometrije je ločljivost tekstur tista, ki najbolj pogojuje velikost datoteke. Če imamo preveliko ločljivost tekstur, bo datoteka modela zasedala več prostora, vendar bo model lepše izgledal. Sam nisem zmanjšal ločljivosti fotografij, ki sem jih uporabljal za texture in je zato na koncu bila datoteka prevelika za objavo. Težavo sem rešil s programom VSO Image Resizer, ki lahko zmanjša ločljivost vseh tekstur naenkrat, in sicer za odstotek, ki smo ga nastavili. Za lokalno rabo pa hranim tudi datoteko z boljšo ločljivostjo tekstur, saj je model na pogled neprimerljivo boljši od tega z zmanjšano ločljivostjo.

## **6.8 Končna izdelava modela**

Model sem hotel prikazati čim bolj realistično, zato sem se posvetil tudi detajlom na modelu samem in v okolici. Posebno pozornost sem namenil tudi parku pred gradom. Nepotrebni detajlom nisem posvečal pozornosti in sem jih generaliziral, saj se na ta način zmanjša velikost datoteke, to pa pomeni hitrejšo nalaganje v pregledovalniku GE. Nepotrebno geometrijo, ki je v notranjosti stavbe in tako nevidna, sem izbrisal, z namenom zmanjšati velikost datoteke modela in povečati hitrost nalaganja. Detajli, kot so zidovi, stopnice, vodnjak itd. sem izrisoval glede na dejanske dimenzije, ki sem jih izmeril na terenu.

Pri risanju detajlov stavbe in okolice stavbe sem si pomagal z merami, ki sem jih izmeril na terenu ter s fotografijami. Fotografije okolice so nujne, saj če pozabimo kako stvar izgleda v naravi, lahko to takoj preverimo na fotografijah. Še posebej so mi fotografije prišle prav pri modeliranju vodometa v parku pred gradom, saj je tu enostavno preveč detajlov, da bi si jih lahko zapomnil.

Pri detajlih je težava v tem, da če vse preveč natančno modelirano, se velikost datoteke poveča, ravno zato je smiselno nekatere stvari generalizirati, oziroma poenostaviti. Kompromisa med precizno izrisanim detajlom in generalizacijo pa ni vedno enostavno najti. Če želimo, da bo naš model objavljen v sloju 3D-stavbe, je potrebno slediti kriterijem, ki jih zahteva Google. Končni izdelan model prikazuje slika 12.

Končni model predstavlja nivo podrobnosti prikaza LOD 3, kar pomeni, da vsebuje model poleg strehe tudi ostale detajle na fasadi (okna, okenski okvirji, police, vrata, oboki, line itd). Poleg tega so modelirani tudi ostali detajli v okolici (park, zidovi, brežine itd). Notranjosti stavbe (LOD 4) nisem modeliral, saj je z navigacijo, ki jo ponuja GE težko pregledovati notranjost. Za razumevanje nivojev LOD, glej poglavje 3.4.5.



Slika 12: Model gradu Kromberk.

## 6.9 Googlovi pogoji za objavo modela

Preden se 3D-model objavi v sloju Zgradbe 3D v programu GE, se model pregleda in ugotovi ali ustreza kriterijem za objavo:

- model ne sme vsebovati reklam.
- Model mora biti boljši od že obstoječih v Google galeriji 3D.

- 
- Model ne sme lebdeti nad terenom.
  - Model ne sme biti pregloboko potopljen v teren.
  - Model ne sme vsebovati dreves, ljudi ali avtomobilov v okolici.
  - Model mora biti v celoti prekrit s teksturami, ki so fotografije zajete na terenu.
  - Model mora imeti pravilno višino.
  - Model mora imeti pravilno velikost, da se ujema s satelitskim posnetkom v GE.
  - Model mora biti pravilno pozicioniran, glede na satelitski posnetek v GE.
  - Model mora biti končan, deli ne smejo manjkati.
  - Model ne sme vsebovati preveč ročno zgrajenega terena, če ga je potrebno dodati, ga dodamo le toliko, kot je potrebno, da model ne lebdi v zraku.
  - Model ne sme biti preveč kompleksen, če model vsebuje preveč poligonov, bo velikost datoteke velika in model se bo nalagal počasneje.
  - Model ne sme vsebovati več stavb, v tem primeru ga raje razdelimo na posamične stavbe in naložimo vsako posebej.
  - Velikost datoteke modela ne sme biti večja od 10 MB, v praksi pa je boljše, da datoteka ne zaseda več kot 2 MB.

Tem pogojem sem skušal zadostiti, vendar pa nisem upošteval prav vseh, saj sem želel model zgraditi tudi po svojem okusu. Tudi modeli, ki so že objavljeni v sloju Zgradbe 3D, ne zadostujejo vsem kriterijem, ki so tu navedeni.

Kot opisano, sem skušal zadostiti večini pogojev za objavo modela v sloju Zgradbe 3D v programu GE in tako sem 14. 10. 2010 dobil od Googla obvestilo, da je moj model vključen v sloj Zgradbe 3D ter je tako viden vsem uporabnikom programa GE ter tako dostopen svetovni javnosti. Model je tudi dostopen na spletni strani Google galerija 3D (3D Warehouse) in sicer na spletnem naslovu:

<http://sketchup.google.com/3dwarehouse/details?mid=96571a3f1c7ae401807c05aa4bbbc52c&prevstart=0>.



## 6.10 Datoteka KML 3D-modela Gradu

Datoteka KML je v izvorni obliki, kot je prikazana, ko jo odpremo s programom Beležnica (Notepad). Posamezne elemente KML lahko v programu Beležnica tudi spreminjamo in dodajamo ali brišemo, če hočemo še kaj spremeniti.

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<kml xmlns='http://earth.google.com/kml/2.1'>
<Folder>
  <name>Kromberk castle</name>
  <description><![CDATA[Created with <a
href="http://sketchup.google.com/">Google SketchUp
7.0.8657</a>]]></description>
  <DocumentSource>SketchUp</DocumentSource>
<visibility>1</visibility>
<LookAt>
<heading>182.663</heading>
<tilt>73.9997</tilt>
<latitude>45.96247644640305</latitude>
<longitude>13.6859896336674</longitude>
<range>65.18988086132154</range>
<altitude>18.4501289080305</altitude>
</LookAt>
<Folder>
<name>Tour</name>
<Placemark>
<name><![CDATA[Camera]]></name>
<visibility>1</visibility>
<LookAt>
<heading>182.663</heading>
<tilt>73.9997</tilt>
<latitude>45.96247644640305</latitude>
<longitude>13.6859896336674</longitude>
<range>65.18988086132154</range>
<altitude>18.4501289080305</altitude>
</LookAt>
</Placemark>
</Folder>
  <Placemark>
    <name>Model</name>
    <description><![CDATA[]]></description>
    <Style id='default'>
    </Style>
    <Model>
      <altitudeMode>relativeToGround</altitudeMode>
      <Location>
        <longitude>13.685991759575</longitude>
        <latitude>45.961763755658</latitude>
        <altitude>0.000000000000</altitude>
      </Location>
      <Orientation>
        <heading>0</heading>
        <tilt>0</tilt>
        <roll>0</roll>
      </Orientation>
    </Model>
  </Placemark>
</Folder>
</kml>
```

```

    </Orientation>
    <Scale>
      <x>1.0</x>
      <y>1.0</y>
      <z>1.0</z>
    </Scale>
    <Link>
      <href>models/Kromberk castle.dae</href>
    </Link>
  </Model>
</Placemark></Folder>
</kml>

```

### 6.11 Razlaga bistvenih elementov datoteke KML na primeru

- Vidnost (<visibility>): Element določa ali naj se model prikaže v GE, ko ga prvič naložimo. Vrednost je nastavljena na 1, kar pomeni, da se bo prikazal.
- Pogled na (<lookAt>): Določa pogled na objekt. Določen je z elementi (<heading>), (<tilt>), (<latitude>), (<longitude>), (<altitude>) in (<range>).
- Azimut kamere (<heading>) je nastavljen na 182,7 °, pogled je proti jugu. Vrednost 0 ° bi pomenila pogled proti severu.
- Kot med smerjo pogleda na objekt in normalo na zemeljsko površje (<tilt>) je nastavljen na približno 74 °. Na objekt gledamo skoraj v višini horizonta.
- Geografska širina (<latitude>) in dolžina (<longitude>) določata položaj objekta, na katerega gledamo, se pravi geografsko širino in dolžino. V konkretnem primeru položaj gradu.
- Razdalja od točke pogleda do objekta (<range>) je 65,2 m.
- Višina našega pogleda (<altitude>) je 18,5 m nad zemeljskim površjem.
- Višine (<altitudeMode>) modela je relativna glede na tla (<relativeToGround>). Ne glede na to ali bo vključen sloj površina ali ne, bo višina objekta nad tlemi vedno enaka. Vrednost je nastavljena na 0 °, kar pomeni, da bo objekt vedno spojen s tlemi.
- Lokacija objekta (<Location>), oziroma centroida objekta je podana v kotnih stopinjah na elipsoidu WGS84. Podana je z elementi (<longitude>), (<latitude>) in (<altitude>). Višina objekta je nastavljena na 0 m, saj objekt leži na tleh.

- Orientacija objekta (<orientation>) je določena s tremi elementi (<heading>), (<tilt>) in (<roll>), ki določajo rotacije okrog vseh treh osi. Z rotacijami objekt pravilno pozicioniram, če tega nisem prej storil.
- Rotacija okrog z osi (<heading>) je nastavljena na 0 °.
- Rotacija okrog x osi (<tilt>) je nastavljena na vrednost 0 °.
- Rotacija okrog y osi (<roll>) je nastavljena na vrednost 0 °.
- Nastavitev merila (<Scale>) po vseh treh oseh. Po posamezni osi lahko spreminjamo merila. V modelu gradu je merilo po x osi (<x>), y osi (<y>) in z osi (<z>) nastavljeno na 1, kar pomeni, da ni nobenih popačenj modela. Ta možnost omogoča, da lahko kasneje, ko je objekt že zgrajen, lahko popravimo dolžine po posameznih oseh. V primeru, da bi se zmotil pri določanju višine objekta, bi to lahko popravil s spremembo merila po z osi. Primer razpotegnjenega modela po z osi prikazuje slika 13. S spremembo merila sem pretiraval, da je učinek bolj viden.
- Element (<Link>) določa povezavo na datoteko modela.
- Element (<href>) določa lokalno datoteko formata DAE<sup>5</sup>, ki se naloži kot model. Ta datoteka je Kromberk Castle.dae.



Slika 13: Primer modela, razpotegnjenega po z osi.

<sup>5</sup> DAE format datoteke je izmenjevalni format 3D-objektov s teksturami med programoma Google SketchUp in Google Earth.

## 6.12 Položajna natančnost

Absolutna položajna natančnost modela ni pomembna, pomembno je le, da se model prilega satelitski podobi v programu GE. Večje ločljivosti kot je satelitska podoba za dano območje, bolj se ji bo model prilegal. Model sem položajno nastavil tako, da se satelitski podobi čim bolj prilega. Pri absolutni položajni natančnosti je težava, ker ne vemo kakšno položajno natančnost imajo satelitske podobe v programu GE. Vseeno pa me je zanimalo, kako bi se prilegali podatki grada Kromberk iz katastra stavb s satelitsko podobo programa GE, če bi upošteval državne transformacijske parametre. Na prostorskem portalu Prostor sem pridobil transformacijske parametre med starim (D48/GK) in novim (D96/TM) državnim koordinatnim sistemom. Za primerjavo sem uporabil troje državnih parametrov, in sicer državne parametre, ki veljajo za celotno območje Slovenije, regionalne parametre, ki razdeljuje območje Slovenije na 3 transformacijska območja in regionalne parametre, ki razdeljuje območje Slovenije na 7 transformacijskih območij. Transformacija je v vseh primerih 7-parametrična prostorska podobnostna transformacija. Sedem parametrov, ki določajo 7-parametrično transformacijo so translacije po x, y in z osi, rotacije okoli x, y in z osi ter sprememba merila. Parametri so podani v preglednici 2.

Preglednica 2: Parametri 7-parametrične transformacije

Število transformacijskih območij	1	3	7
Ime območja	Slovenija	Zahodna Slovenija	Primorska in Notranjska
pomik po x osi (m)	409,545	315,393	355,845
pomik po y osi (m)	72,164	186,223	274,282
pomik po z osi (m)	486,872	499,609	462,979
rotacija okrog x osi (s)	-3,085957	-6,445954	-9,086933
rotacija okrog y osi (s)	-5,469110	-8,131631	-6,491055
rotacija okrog z osi (s)	11,020289	13,208641	14.502181
sprememba merila (ppm)	17,919665	23,449046	20.888647

Poleg transformacije z državnimi parametri sem transformacijo iz starega v novi koordinatni sistem izvedel tudi s transformacijo brez upoštevanja državnih parametrov. Vsak način določitve položaja je predstavljen s svojo barvo:

- modra - brez upoštevanja državnih parametrov za območje Slovenije.
- Zelena - z upoštevanjem parametrov za območje Slovenije.
- Rumena - z upoštevanjem parametrov za območje Zahodne Slovenije.
- Rdeča - z upoštevanjem parametrov za območje Primorske in Notranjske.
- Bela - ročna določitev položaja.

Kot sem na začetku sklepal, se je na koncu tudi izkazalo, da z nobeno transformacijo ne bom dosegel boljšega ujemanja modela s satelitsko podobo, kot z ročno določitvijo položaja. (Slika 14, 15 in 16).



Slika 14: Različni položaji tlorisa modela zaradi različnih transformacij.



Slika 15: Povečan levi vogal stavbe za boljšo predstavo o odstopanjih.



Slika 16: Ročno določen položaj modela, ki se najboljše prilega satelitski podobi.

Za boljšo predstavo o odstopanju sem izmeril dolžine zgornjega levega vogala modela, kjer je bil položaj ročno določen do modelov, kjer so bili položaji določeni s 7-parametrično transformacijo. Vrednosti sem zaokrožil na dm natančno. Vektor odmika je približno v smeri severovzhod- jugozahod. Vrednosti so podane v preglednici 3.

Iz slik 14, 15 in 16 je razvidno, da je najboljša možnost, da modelu ročno določimo položaj, saj tako dobimo najboljše prileganje s satelitskimi podobami.

Preglednica 3: Načini pozicioniranja modelov

Način pozicioniranja modelov		Razdalja (m)
ročno	brez upoštevanja državnih parametrov	4,6
ročno	z upoštevanjem državnih transformacijskih parametrov za območje Slovenije	4,3
ročno	z upoštevanjem državnih transformacijskih parametrov za območje zahodne Slovenije	4,6
ročno	z upoštevanjem državnih transformacijskih parametrov za območje Primorske in Notranjske	4,5

## **7 DIGITALNI ORTOFOTO KATASTRSKE OBČINE**

Ker je ločljivost satelitskega posnetka na območju izbrane katastrske občine slabša od digitalnih ortofotov, sem se odločil za uvoz ortofota 1 : 5000 (DOF5). Na katastrsko občino Kromberk sega 5 listov DOF5, in sicer B231562B, B232462B, B232562B, B232662B, B233562B. Imena listov predstavljajo sekcijo, v kateri leži posamezen list (B23), zaporedno številko lista v tej sekciji (15, 24, 25, 26 in 35) ter leto zajema (62B) 2006. Posamezne liste je bilo potrebno združiti in obrezati, da sem dobil združen digitalni ortofoto samo za želeno katastrsko občino.

### **7.1 Uporabljeni podatki**

Podatki so pridobljeni od Geodetske uprave RS. Digitalni ortofoti so bili izdelani leta 2006. Novejši za izbrano območje še ne obstajajo, saj se je leta 2009 aerofotogrametično zajemala predvsem južna Slovenija.

### **7.2 Programska oprema**

Za obdelavo rastrskih podatkov sem uporabljal programsko orodje ArcGIS; Arc Map in Arc Catalog ter za uvoz v program GE program Super Overlay.

### **7.3 Geolociran raster: TIFF, GeoTIFF**

Format datoteke TIFF, (ang. Tagged Image File Format) je format, ki vsebuje dve datoteki; glavno in spremljajočo. Glavna datoteka ima pripono ».tif«, spremljajoča datoteka pa ».tfw«. Glavna datoteka predstavlja rastrsko podobo, spremljajoča pa podatke o geolokaciji glavne datoteke, imenuje se tudi geolokacijska datoteka. Ti podatki so velikost celice rastra po x in y osi, zasuk okoli x in y osi, ki je praviloma 0 ° ter x in y koordinata sredine leve zgornje celice rastra. V tem zapisu dobimo digitalne ortofote, ki nam jih posreduje geodetska uprava.



GeoTIFF (ang. Geographically Registered Tagged Image File Format) je format datoteke, kjer so podatki o geolokaciji neposredno zapisani v glavo glavne datoteke in je torej samo ena datoteka. Program GE Pro verzija ima tudi možnost neposrednega odpiranja formata datoteke GeoTIFF v programu, brez pretvarjanja v zapis KML. Za izdelavo formata GeoTIFF sem najprej poskusil uporabiti program ArcMap, saj načeloma podpira to možnost, praktično pa se je izkazalo, da stvar ne deluje, pa tudi navodila so bila precej skopa. Odločil sem se poiskati kakšen drug program, vendar sem po številnih pridobljenih programih to možnost opustil, saj so bila navodila zelo slaba, z različnimi spletnimi forumi pa si nisem uspel kaj dosti pomagati. Odločil sem se, da bom rastrsko datoteko poskušal pretvoriti v zapis KML.

#### **7.4 Postopek obdelave DOF5**

Za prikaz digitalnega ortofota v programu GE mora biti rastrska podoba geolocirana in v pravilni projekciji. S tem sem imel nekaj težav, tudi zaradi netočnosti navodil geodetske uprave RS.

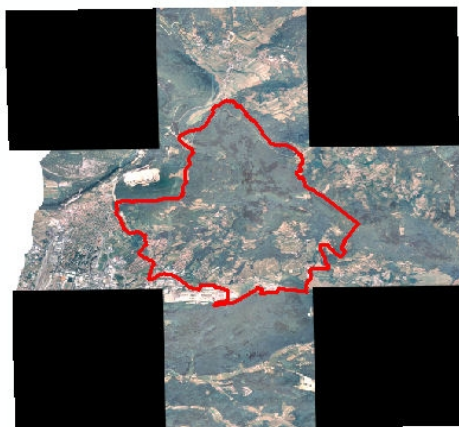
Digitalne ortofote, ki sem jih pridobil, so bili v stari državni projekciji D48/GK. Rastrske podobe same ne nosijo nobenega podatka o parametrih projekcije, v kateri so, zato sem te parametre nastavil v programu ArcCatalog tako, da so ustrezali državni projekciji D48/GK. V programu ArcMap sem vse ortofote, ki so pokrivali katastrsko občino, združil v mozaik in nato izvozil kot samo en raster, tako da sem imel pripravljene podatke za rezanje po mejah katastrske občine. Tu sem imel kar precej težav, da sem dobil ustrezno orodje za to operacijo. Preden sem se lotil obrezovanja, je bilo potrebno vse skupaj transformirati v novo državno projekcijo D96/TM, iz te pa na elipsoid WGS 84, saj lahko le tako ustvarimo zapis datoteke KML, ki uporablja preprosto cilindrično projekcijo na elipsoidu WGS 84.

Orodje, ki je na voljo v programu ArcMap, zagotavlja, da je napaka, ki se pojavi pri transformaciji rastra manjša od polovice slikovnega elementa oziroma piksla. Ker sem podatke dvakrat transformiral, najprej v nov državni koordinatni sistem D96/TM ter nato še na elipsoid WGS 84, napaka ne more biti večja od piksla, kar je za potrebe prikaza v GE zelo zadovoljivo.

Pri transformaciji rastrske podobe so na voljo tri tehnike določevanja novih vrednosti posamezne celice, in sicer metoda najbližjega sosedu, bilinearna interpolacija ter kubična konvolucija. Sam sem izbral bilinearno interpolacijo.

Na tem mestu bi tudi opozoril na površna, oziroma netočna navodila Geodetske uprave RS. Ker je v Sloveniji od 1. 1. 2008 v veljavi tudi nov koordinatni sistem D96/TM, ponuja geodetska uprava geolokacijske datoteke za nov koordinatni sistem. V navodilih za uporabo novih geolokacijskih datotek piše, da stare geolokacijske datoteke enostavno zamenjamo za nove, medtem ko uporabimo iste digitalne ortofote kot prej. To pa ne more biti res, saj če so glavne datoteke, ki vsebujejo rastrsko podobo v stari državni projekciji, je potrebno tudi te transformirati v novo državno projekcijo. Testiral sem možnost, ki jo ponujajo navodila geodetske uprave, vendar sem kmalu ugotovil, da je boljše, da uporabim stare geolokacijske datoteke in transformacijo v nov koordinatni sistem opravim sam. Če bi se držal navodil, podatki ne bi bili ustrezno locirani v programu GE.

Faza, ki je sledila po definiranju projekcije rastrov in transformaciji le-teh, je bila obrezovanje. Želel sem imeti ortofote samo za katastrsko občino, zato sem jih obrezal po mejah katastrske občine (slika 17 in 18). Naj omenim, da se vsaka rastrska podoba, ne glede na to kako jo obrežemo, shrani kot pravokotnik. Celicam, ki nimajo nobene vrednosti (angl. NoData cells) se pripiše poljubna vrednost, ki je za vse celice enaka. Sam sem nastavil to vrednost na 0, oziroma črno barvo (slika 18).



Slika 17: Mozaik ortofotov z mejo katastrske občine v projekciji WGS84.

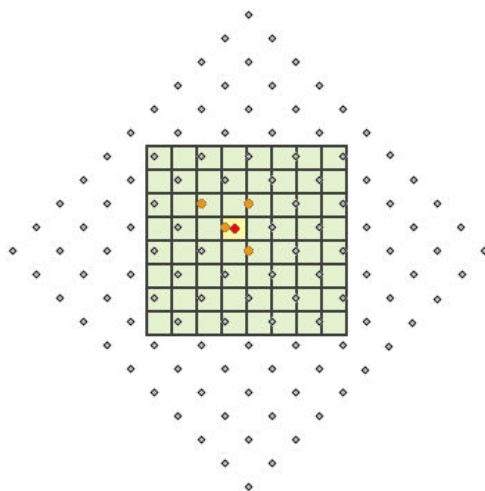


Slika 18: Ortofoti obrezani po meji katastrske občine, podoba se shrani kot pravokotnik.

## 7.5 Bilinearna interpolacija

Pri transformaciji rastrske podobe iz ene projekcije v drugo sem pri prevzorčenju podobe uporabil bilinearno interpolacijo. Bilinearna interpolacija uporablja vrednosti sredin štirih najbližjih celic (pikslov) vhodnega rastra, za določitev vrednosti posamezne celice izhodnega rastra. Nova vrednost celice izhodnega rastra se izračuna iz uteženega povprečja vrednosti štirih okoliških celic. Uteži se določijo glede na razdaljo do sredine izhodne celice. Vrednost se izračuna za vsako celico izhodnega rastra. Metoda bilinearne interpolacije se od metode bližnjega soseda razlikuje v tem, da se izhodni celici pripiše nova vrednost, kar v praksi pomeni, da so prehodi med celicami gladkejši. Za potrebe transformacije digitalnega ortofota je torej boljša izbira bilinearna interpolacija. Lahko bi za transformacijo izbral tudi kubično konvolucijo, kjer se za izračun namesto štirih uporabi šestnajst okoliških celic, vendar se za to nisem odločil, saj se celicam izhodnega rastra lahko pripišejo tudi vrednosti, ki presegajo vrednosti celic vhodnega rastra.

Transformacijo rastra z metodo bilinearne interpolacije prikazuje slika Transformacija rastra. Sive pike predstavljajo sredine celic vhodnega rastra, kvadrat pa predstavlja izhodni raster. Rdeča pika predstavlja sredino celice izhodnega rastra, za katero se vrednost računa, oranžne pike so sredine štirih najbližjih celic vhodnega rastra, ki se upoštevajo za izračun nove vrednosti celice izhodnega rastra (rdeča pika).



Transformacija rastra (vir: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/>)

## 7.6 Super Overlay

Za uvoz geolociranega rastra v program GE sem uporabil samostojen program Super Overlay, ki je dostopen na spletu. Rastrsko podobo sem že prej transformiral v WGS 84 projekcijo, saj tako zahteva program. Program Super Overlay je občutljiv na bitni zapis rastrske datoteke, ki mora biti 8-bitni. Pri transformiranju iz ene projekcije v drugo v programu ArcMap, se rastrske datoteke zapišejo kot 16-bitni zapis, zato je treba 16-bitni spet pretvoriti v 8-bitni.

Nastavitve programa Super Overlay:

- podati je potrebno koordinate levega spodnjega ter desnega zgornjega roba podobe (digitalnega ortofota katastrske občine). Če podoba ni pravokotne oblike, se okoli nje tvori pravokotnik in koordinate veljajo za pravokotnik. Pravokotnik se tvori tako, da pade celotna podoba znotraj pravokotnika, hkrati pa se ga dotika v njenih mejnih vrednostih (slika 19, največji pravokotnik).
- Definirati je potrebno izhodno ime datoteke in format datoteke ter metodo prevzorčenja. Format datoteke je TIFF, metoda prevzorčenja pa bilinearna interpolacija.
- Ker s programom lahko tvorimo slikovno piramido, z namenom hitrejšega nalaganja podob, je potrebno definirati število nivojev (LOD – level of detail).

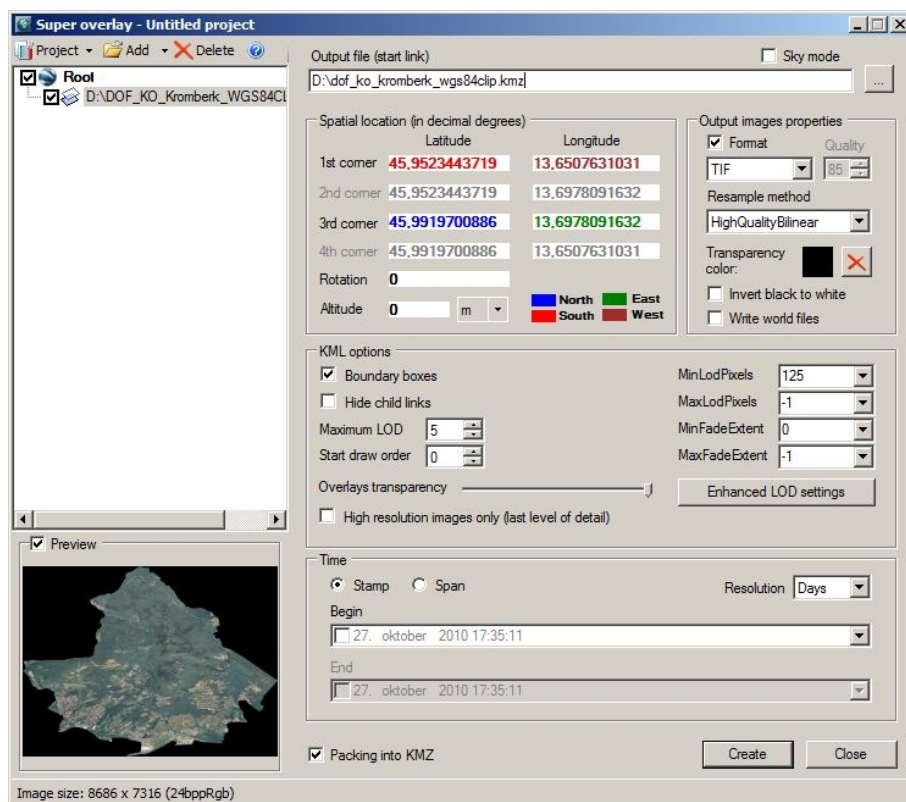
Število nivojev sem nastavil na 5. Za 5 nivojev sem se odločil zato, ker so podobe v 5. nivoju ravno toliko velike, da pokrivajo zadosti veliko območje, ko smo s pogledom zelo približani in hkrati niso premajhne. Vsak nivo tvorijo podobe z različno ločljivostjo in različnim območjem prekrivanja. Prvi nivo (nivo 0) se prikaže najprej in zajema celotno podobo, drugi (nivo 1) in naslednji nivoji (nivo 2, 3, 4) so sestavljeni iz več razrezanih podob. Višji kot je nivo, manjše območje pokriva podoba in večjo ločljivost ima. Najvišji nivo je nivo 4, najnižji pa nivo 0. Razrez podob poteka tako, da se osnovni pravokotnik (nivo 0) deli na štiri dele, nato se ti pravokotniki spet delijo vsak na štiri dele itd. Na zaslonu se prikaže samo podoba, ki ustreza območju, na katerem se trenutno nahajamo. Ostale podobe se ne naložijo. Podobe določenega nivoja se prikazujejo glede na elemente »MinLodPixels«, »MaxLodPixels«, »MinFadeExtent«, »MaxFadeExtent«, ki jih uporabnik definira. Ti elementi določajo vidnost posamezne podobe, glede na nivo kateremu pripada. Vrstni red prikazovanja nivojev je od majhnega proti velikemu. Ko se s pogledom približujemo določenemu območju se najprej prikaže nivo 0, nato nivo 1, nato še ostali nivoji do nivoja 4. Podrobneje so ti elementi opisani v poglavju 7.8. Nivoje in razrez podob prikazuje slika 19.

- Program ima možnost nastavitve prosojnosti za določeno barvo. Ker je bil ortofoto katastrske občine Kromberk obdan s črno barvo zaradi obdelave v programu ArcMap (slika 18), sem nastavil črno za prosojno. Tako sem se znebil nepotrebnega prekrivanja območja s črno barvo zunaj katastrske občine.
- Na koncu je potrebno izbrati možnost, da se vse pripadajoče datoteke stisnejo v datoteko KMZ, da imamo vse razrezane podobe shranjene v eni datoteki. Podobe lahko sicer hranimo tudi posebej izven datoteke, vendar je zaradi števila podob bolj priporočljivo, da imamo vse na enem mestu.

Nastavitve programa Super Overlay na primeru digitalnega ortofota prikazuje slika 20.



Slika 19: Pravokotniki prikazujejo princip delitve na nivoje in osnovo za razrez podob.



Slika 20: Program Super Overlay z nastavitvami izvoza digitalnega ortofota.

Končni rezultat je prikaz združenih digitalnih ortofotov, obrezanih po mejah katastrske občine, v programu GE (slika 21). Primer razreza slike, ki predstavlja zadnji, peti nivo prikazuje slika 22.



Slika 21: Katastrska občina Kromberk prekrita z digitalnimi ortofoti.



Slika 22: Slika predstavlja peti nivo razreza slik, ki so največje ločljivosti in pokrivajo najmanjše območje.

## 7.7 Datoteka KML ortofotov

Zaradi prevelike obsežnosti datoteke KML je predstavljen le izsek datoteke, ki predstavlja eno podobo v enem nivoju. Ostali deli datoteke KML so zgrajeni na enak način, razlikujejo se le imena podob, koordinate robov in nivo prikaza.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
  <Document>
    <name>dof_ko_kromberk</name>
    <Folder>
      <name>DOF_KO_Kromberk_WGS84_8bit_copy0</name>
      <Region>
        <LatLonAltBox>
          <north>45.9919700886</north>
          <south>45.9523443719</south>
          <west>13.6507631031</west>
          <east>13.6978091632</east>
        </LatLonAltBox>
        <Lod>
          <minLodPixels>125</minLodPixels>
          <maxLodPixels>-1</maxLodPixels>
          <minFadeExtent>0</minFadeExtent>
          <maxFadeExtent>-1</maxFadeExtent>
        </Lod>
      </Region>
      <GroundOverlay>
        <name>DOF_KO_Kromberk_WGS84_8bit_copy0.tif</name>
        <drawOrder>1</drawOrder>
        <Icon>
          <href>DOF_KO_Kromberk_WGS84_8bit_copy0.tif</href>
        </Icon>
        <LatLonBox>
          <north>45.9919700886</north>
          <south>45.9523443719</south>
          <west>13.6507631031</west>
          <east>13.6978091632</east>
        </LatLonBox>
      </GroundOverlay>
    </Folder>
  </Document>
</kml>
```



## 7.8 Razlaga bistvenih elementov datoteke KML na primeru

- Element (<name>) definira ime elementa. Lahko je to ime celotnega sloja ali samo posameznega elementa v sloju.
- Element (<Folder>) služi za organizacijo posameznih elementov v hierarhije.
- Element (<Region>) (območje) je pogojen z dvema elementoma (<LatLonAltBox>) ter (<Lod>). Aktiven je takrat, ko ustreza kriterijem, ki jih določata omenjena dva elementa. Element se prikaže, kadar je aktiven.
- Element (<LatLonAltBox>) določa območje, ki ga element zavzame. Podan je z geografskimi koordinatami, in sicer sever (<north>), jug (<south>), zahod (<west>) in vzhod (<east>). Vsakemu elementu se podajo ustrezne geografske koordinate v decimalnem zapisu.
- Element (<Lod>) določa, kdaj bo sloj viden. Določa velikost elementa, pri kateri je ta element še viden. Ta element je pogojen z elementi (<minLodPixels>), (<maxLodPixels>), (<minFadeExtent>), (<maxFadeExtent>).
- Elementa (<minLodPixels>) in (<maxLodPixels>) določata minimum in maksimum vidnega območja. Podana sta v pikslih, ki se merijo na zaslonu. Program GE izmeri velikost elementa, projeciranega na zaslon, na primer kvadratne slike in če izmerjena vrednost pade v uporabniško določeno območje se bo element prikazal. Če je elementu (<maxLodPixels>) pripisana vrednost -1 pomeni, da bo element viden do neskončnosti. V konkretnem primeru pomeni, da ko se bomo s pogledom bližali določenemu območju in dosegli izmerjeno vrednost 125 pikslov (<minLodPixels>), se bo element prikazal. Z nadaljnjim bližanjem pogleda bo element ves čas ostal viden, saj vrednost -1 (<maxLodPixels>) določa, da bo ostal viden do neskončnosti.
- Elementa (<minFadeExtent>), (<maxFadeExtent>) določata, kdaj element preide iz popolnoma neprosojnega do popolnoma prosojnega stanja ter obratno. Element je tako kot prejšnja dva podan v pikslih, ki se merijo na zaslonu. Vrednost (<minFadeExtent>) se doda takoj po vrednosti (<minLodPixels>) in je zato z njo pogojena. V zgornjem primeru je elementu (<minFadeExtent>) dodeljena vrednost 0, zato ne odigra nobene vloge. Vrednost (<maxFadeExtent>) se dodeli takoj po

vrednosti (<maxLodPixels>), ker pa je elementu dodeljena vrednost -1, pomeni, da bo element viden do neskončnosti.

- Element (<GroundOverlay>) izriše podobo, ki prekriva tla. Pogojen je z elementi (<name>), (<drawOrder>), (<icon>), (<LatLonBox>).
- Element (<drawOrder>) določa vrstni red prikazovanja podob, ki se ena z drugo prekrivajo, če je na istem območju več podob. Podobe, ki imajo dodeljeno višjo vrednost, prekrivajo te, ki imajo nižjo vrednost.
- Element (<icon>) določa podobo, ki je namenjena za prekrivanje površja.

## **8 PREDSTAVITEV TERENA**

Model terena v programu GE za izbrano območje ni natančen, izdelan je iz 90 m horizontalne mreže, višinska natančnost pa naj bi bila okoli 16 m. Zato sem želel na omenjenem območju izboljšati predstavitev terena. Za boljšo predstavitev terena sem uporabil podatke digitalnega modela višin Slovenije z ločljivostjo 5 m (DMV 5). Za zadano nalogo je to zadostna natančnost. Če bi želel imeti večjo natančnost, bi podatke o višinah pridobil iz terenskih meritev, kar pa za zadano nalogo ni smiselno.

### **8.1 DMV 5**

Izdelan je bil leta 2006, vzporedno s cikličnim aerosnemanjem in izdelavo ortofota. Poleg podatkov aerosnemanja so bili za izdelavo uporabljeni še drugi podatki. Podatki so v pisnem zapisu, najprej koordinata y, nato x in še ortometrična višina H. Višina je podana na vogalih kvadrata dimenzije 5 m. Ker je osnova za izdajo DMV 5 list temeljnega topografskega načrta (TTN 5), sem za svoje potrebe pridobil 5 listov, prav tako kot za digitalne ortofote.

### **8.2 Programska oprema**

Za obdelavo prostorskih podatkov sem uporabil program ArcMap, za izvoz podatkov v zapis KML, pa ekstenziji programa ArcMap, Export to KML in Layer to KML. Slednjo najdemo v orodju 3D Analyst Tools. Ekstenzija Export to KML ni v standardnih orodjih programa ArcMap, lahko pa jo prenesemo s spleta (<http://arcscripsts.esri.com/details.asp?dbid=14273>).

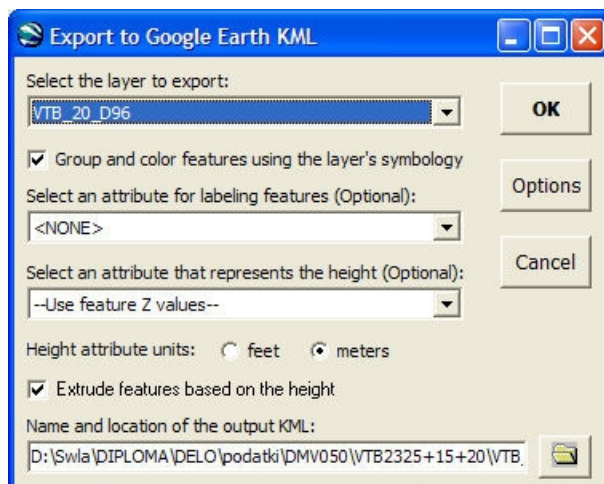
Za urejanje številčnih vrednosti osnovnih datotek DMV 5, sem potreboval tudi programa Beležnico (Notepad) in Microsoft Excel. Prav tako sem ta dva programa potreboval za urejanje atributnih vrednosti določenih slojev.

### 8.3 Export to KML, Layer to KML

Ekstenzijo Export to KML sem uporabil za izvoz sloja 3D-modela terena in sloja 3D-točk, ekstenzijo Layer to KML pa za izvoz rastrskega modela terena. V osnovi je ekstenzija Export to KML namenjena izvozu vektorskih podatkov. Z ekstenzijo Layer to KML pa načeloma lahko izvozimo rastrske in vektorske podatke, vendar se je v praksi pokazalo, da za izvoz vektorskih podatkov ta ekstenzija ni primerna. Ekstenzija Export to KML omogoča tudi neprimerno več uporabniških nastavitvev pred izvozom.

Nastavitve ekstenzije Export to KML na primeru izvoza 3D-točk:

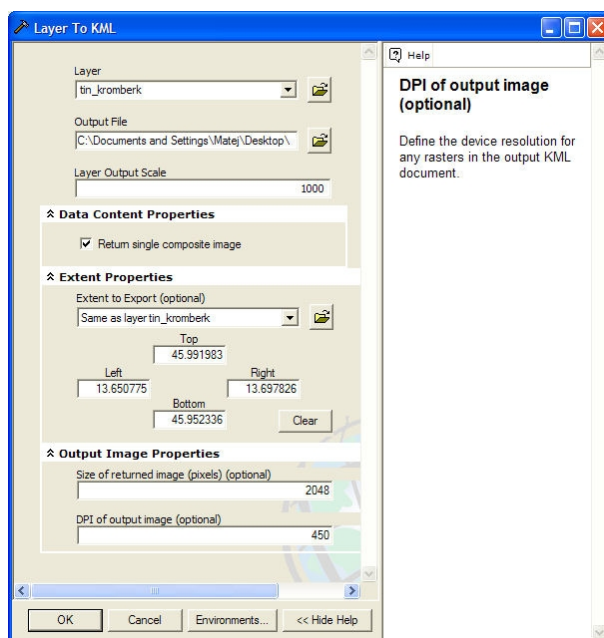
- definiramo ime sloja, ki ga hočemo izvoziti in ime novega sloja.
- Označimo možnost, da so točke enake barve in oblike kot v sloju, ki ga izvažamo.
- Attribute, ki bi označevale točke, izklopimo, saj ne želimo, da so le-ti stalno izpisani poleg sloja.
- Nastavimo atribut, ki predstavlja višino točk in enote, ki so metri.
- Točke ekstrahiramo na višino, ki jo predstavljajo, oziroma so točke povezane s tlemi.
- Višine so predstavljene absolutno in ne relativno glede na tla.
- Označimo kateri atribut se nam izpiše, ko z miško kliknemo na določeno točko. V tem primeru se nam izpišejo ortometrične višine.
- Poleg teh atributov so možne še nastavitve prosojnosti sloja, dodajanje časovnih atributov sloju, lahko izvozimo attribute v spremljajoči tabeli, ki nam kasneje lahko služijo za GIS obdelavo podatkov. Lahko tudi vse podatke v sloju horizontalno ali vertikalno zamaknemo, vendar je to odvisno od sloja, s katerim operiramo. Ni možno za vsak sloj uporabiti vse nastavitve. Nastavitve v tej zadnji alineji podajam kot možnost, vendar jih pri izdelavi svojih slojev nisem potreboval.



Slika 23: Ekstenzija Export to KML, več nastavitvev se nahaja pod gumbom Nastavitve (Options).

Nastavitve ekstenzije Layer to KML na primeru izvoza rastrskega modela reliefa:

- definiramo ime sloja, ki ga hočemo izvoziti in ime novega sloja.
- Definiramo merilo, pri katerem naj se izvoženi sloj prikaže.
- Definiramo, da je končni izvoženi sloj samo ena kompozitna slika.
- Nastavimo mejne koordinate, ki so enake kot mejne koordinate izvornega sloja.
- Nastavimo velikost izvožene slike v pikslih ter ločljivost (DPI – dots per inch).



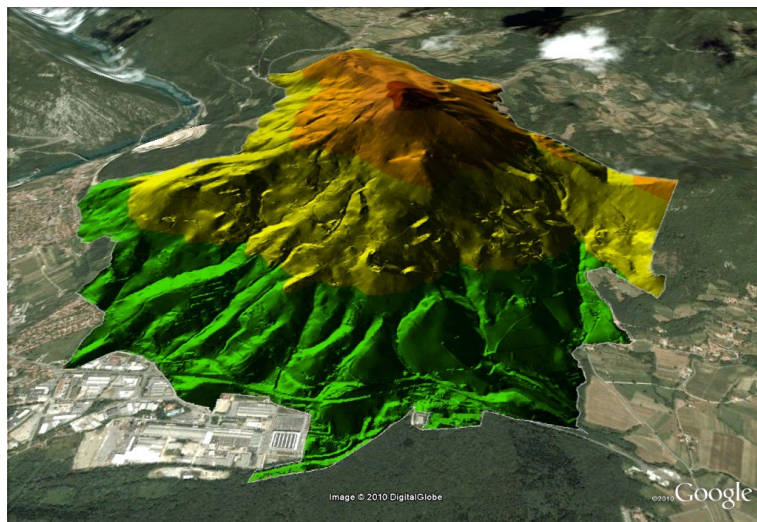
Slika 24: Ekstenzija Layer to KML.

## 8.4 Rastrski model terena

Za izdelavo rastrskega modela terena sem uporabil program ArcMap. Zbrane podatke DMV 5 sem ustrezno obdelal, rastrski model terena sem izdelal v sivi barvi ter barvni lestvici, kjer vsaka barva pomeni določen višinski interval. Vsaka barva predstavlja intervalni razpon 100 m. Zmodeliran teren sem obrezal po mejah katastrske občine prav tako kot digitalne ortofote. Pri rezanju so se na robu modela pojavile napake. Na določenih mestih so se pojavile zelo visoke višinske vrednosti, ki jih v naravi dejansko ni. Napake sem odpravil tako, da sem nastavil višinsko lestvico le do višine, ki jo ima najvišja točka v modelu, vsem ostalim višinam, ki so presegale to vrednost, sem namenil prosojno barvo, tako da v modelu niso vidne. Za izvoz sem uporabil ekstenzijo programa ArcMap, in sicer Layer to KML. Orodje med drugim omogoča nastavitve velikosti modela v pikslih, ter ločljivost modela, ki so bistvene za razločno vizualizacijo modela. Rastrski model terena v programu GE prikazujeta sliki 25 in 26. Rastrski model terena je dejansko rastrska podoba, ki nam na osnovi različnih barv daje vtis tridimenzionalnega modela.



Slika 25: Rastrski model terena v sivi barvi.



Slika 26: Rastrski model terena v barvni lestvici, kjer vsaka barva predstavlja višinski razpon 100 m.

### 8.5 3D-model terena

Teren sem želel prikazati tudi tridimenzionalno, ne samo na osnovi barv. Program ArcMap omogoča izdelavo modela terena, kjer se višinske vrednosti uporabijo za tretjo dimenzijo in ne samo kot atribut. Izdelal sem trikotniško mrežo na podlagi podatkov digitalnega modela višin (DMV 5). Ogljišča trikotnikov imajo  $y$  in  $x$  koordinato ter višino  $H$ . Trikotniška mreža ima 3D-koordinate, višine se vodijo poleg koordinat in ne v atributni tabeli.

Mrežo trikotnikov sem z ekstenzijo programa ArcMap, Export to KML izvozil v KML zapis. Višina 3D-modela terena je predstavljena absolutno, tako da je model neodvisen od slabe natančnosti modela terena programa GE, višine predstavljajo odmik od nivoja morja. Ker je model terena programa GE natančnosti okoli 16 m, se je izdelan 3D-model terena na določenih mestih vkopal, na določenih mestih pa se je dvignil nad model terena programa GE. Ker sem želel, da je teren, ki sem ga uvozil v program, viden na vseh mestih, sem vse višine v modelu dvignil za absolutno vrednost 20 m. S tem sem dosegel, da se teren, ki sem ga uvozil, na vseh mestih prikaže nad terenom programa GE in se na nobenem mestu ne vkopa pod teren programa GE. Enako sem storil s plastnicami, le da sem te dvignil za 15 m. Več o tem v poglavju 8.8.

---

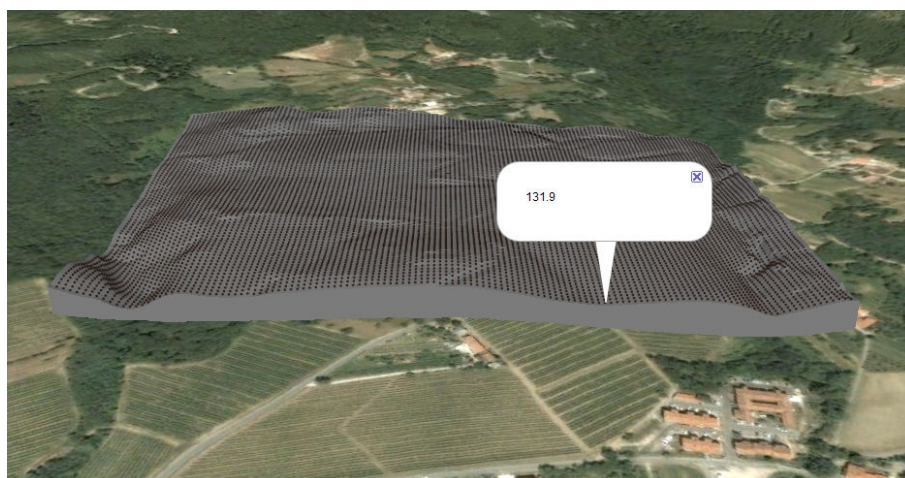
Sloj trikotniške mreže ima kot že omenjeno 3D-koordinate. Višine se shranjujejo h koordinatam, zato jih ni možno več popravljati (prišteti absolutno vrednost 20 m), ko imamo sloj že izdelan. Višine sem moral popraviti že prej v osnovni datoteki DMV 5. Datoteka je v pisnem zapisu (y, x, H). Najprej je podana koordinata y, nato x in še ortometrična višina H. Za popravek vrednosti višin za absolutno vrednost 20 m sem uporabil program Microsoft Excel, kjer sem lahko vse višine popravil v eni potezi. Za ponovno sestavo pisne datoteke, ki je služila za izdelavo trikotniške mreže sem uporabil program Beležnica (Notepad).

Pri izdelavi 3D-modela terena sem se omejil na poljubno izbrano manjše območje okoli gradu, znotraj katastrske občine Kromberk. Če bi izdelal 3D-model terena za celotno katastrsko občino, bi bila količina podatkov prevelika za pregled sloja v programu GE. Temu modelu sem še dodal sloj 3D-točk, ki imajo ravno tako 3D-koordinate. Te točke so oglišča trikotnikov in lahko s klikom nanje dobimo podatek o višini. Sloj točk je ravno tako kot 3D-model terena dvignjen za absolutno vrednost 20 m, vendar s klikom nanje dobimo podatek o pravilni ortometrični višini posamezne točke in ne ti, ki je dvignjena za 20 m. S tem namenom sem sloju 3D-točk v atributni tabeli dodal stolpec s podatki o ortometričnih višinah. Točke sem ravno tako izvozil z ekstenzijo Export to KML. 3D-model terena in 3D-točke prikazujejo slike 27, 28 in 29.

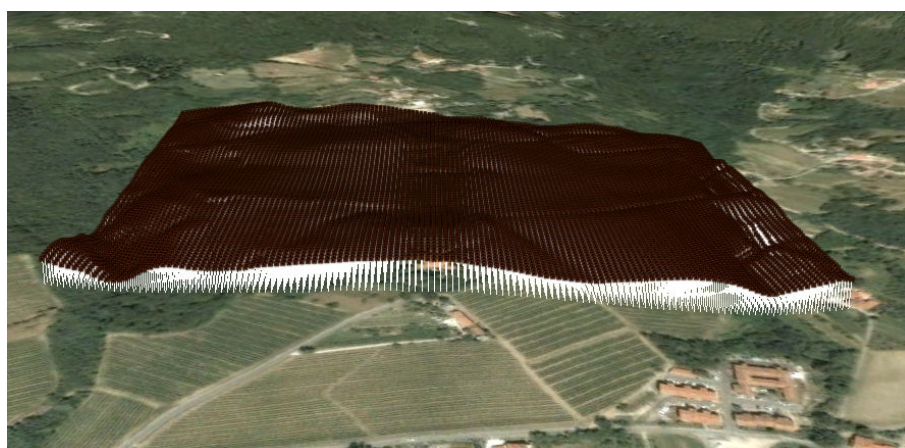




Slika 27: 3D model terena izdelan iz trikotniške mreže.



Slika 28: 3D model terena z dodanimi točkami, ki nosijo podatke o višini.



Slika 29: Sloj 3D točk.

## 8.6 Datoteka KML rastrskega modela terena

Datoteka predstavlja datoteko KML rastrskega modela terena, ki je bil izdelan s programom ArcMap. Podoba, ki predstavlja rastrski model terena je Composite.png.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2"

xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
<Folder>
  <name maxLines="1">DMR-100</name>
  <Snippet maxLines="0"></Snippet>
  <GroundOverlay>
    <name maxLines="1">tin_ko_kromberk: Composite</name>
    <Icon>
      <href>files/Composite.png</href>
    </Icon>
    <LatLonBox>
      <north>45.99593</north>
      <south>45.948382</south>
      <east>13.702513</east>
      <west>13.646059</west>
    </LatLonBox>
  </GroundOverlay>
</Folder>
</kml>
```

## 8.7 Razlaga bistvenih elementov datoteke KML na primeru

- Element (<name>) predstavlja uporabniško določeno ime sloja v programu GE.
- Element (<GroundOverlay>) določa kaj in kako bo prekrivalo določeno območje. Določen je z elementi (<name>), (<icon>), (<LatLonBox>).
- Element (<icon>) definira slikovno podobo, s katero se bo določeno območje prekrilo. V tem primeru je to rastrska podoba modela reliefa Composite.png, ki je bila izdelana s programom ArcMap.
- Element (<LatLonBox>) določa meje območja, ki ga prekriva rastrska podoba. Podane so kot geografska širina in dolžina v decimalnem zapisu, v stopinjah.

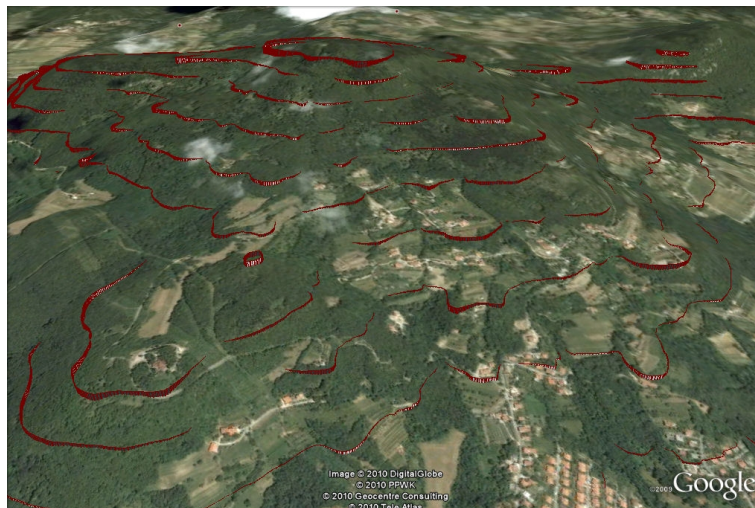
Dejansko se okoli rastrske podobe modela terena, ki nima oblike klasične pravokotne rastrske podobe tvori neviden pravokotnik in meje sever (<north>), jug (<south>), (<vzhod>) in (<zahod>) se nanašajo na ta umetno tvorjen pravokotnik.

## 8.8 Plastnice

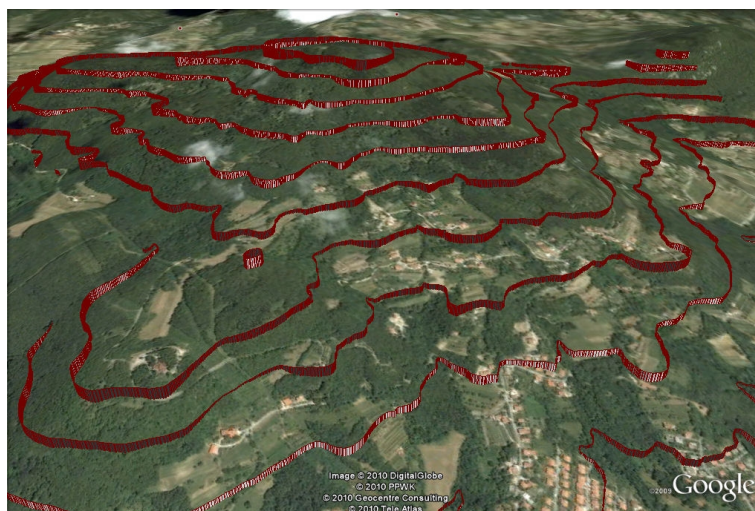
Za še boljšo predstavo o terenu sem rastrskemu modelu terena dodal tudi plastnice, in sicer z ekvidistanco 50 m in 10 m. Večja ekvidistanca je namenjena gledanju z večje razdalje, manjša pa z manjše. Plastnice sem izdelal iz DMV 5, prav tako kot model terena. Namen plastnic je poleg boljše predstave o terenu tudi ta, da lahko poizvemo dejansko višino, na kateri se nahajamo. S tem namenom sem plastnicam dodal atribut višino, da lahko s klikom na plastnico dobimo podatek o višini. Pri izvozu v KML sem si pomagal z ekstenzijo programa ArcMap, Export to KML. Atribut, ki je predstavljal dejansko višino, je bila ortometrična višina. Pri načinu prikaza višine sem se odločil za absolutno višino, raje kot relativno glede na tla, saj je relativna še vedno obremenjena s slabo natančnostjo modela terena, ki ga prikazuje program GE. Če nastavimo višino relativno glede na tla, se nam plastnice dvignejo za višino, ki jo predstavljajo, od tal. Se pravi, če imamo v programu GE vklopljen ali izklopljen sloj površina, bodo plastnice z enako višino vedno v enaki oddaljenosti od tal. Pri absolutni višini se višina plastnic ne spreminja z vklapljanjem ali izklapljanjem sloja površina, plastnice ostanejo na vedno enaki, absolutni višini. Težava, ki se je pojavila z absolutnim prikazom višine je bila, da so se plastnice na določenih mestih skrile pod površino, saj je model terena, ki ga uporablja GE, manj natančen kot plastnice, izdelane iz DMV5 (Slika 30). To sem rešil tako, da sem vse plastnice dvignil za absolutno vrednost 15 m (Slika 31). Višina, ki se izpiše s klikom na posamezno plastnico ostaja še vedno pravilna, dvig plastnic sem izvedel samo z namenom boljšega prikaza plastnic.

Tretja možnost predstavitve plastnic je, da višine ne uporabimo dejansko, plastnice prilepimo na tla. Njihove višine pa so podane samo kot opisni atribut. Tudi ta možnost prikaza je precej nazorna (slika 32).

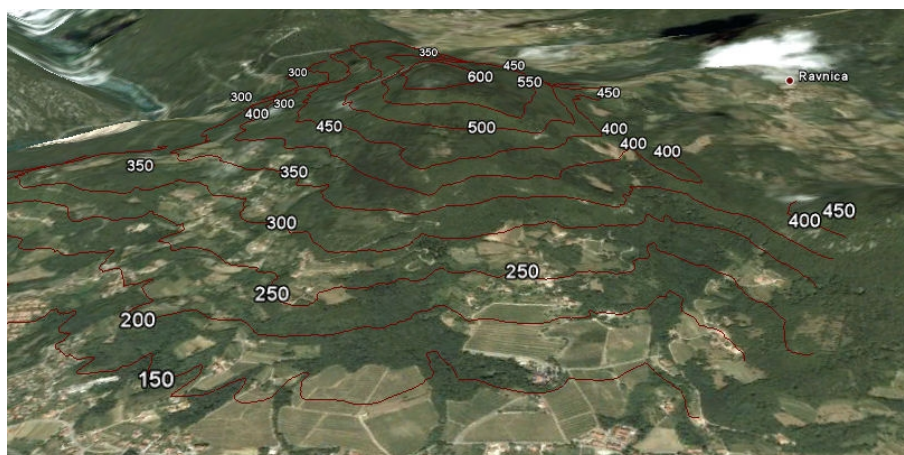
Plastnice na slikah od 30 do 32 imajo ekvidistanco 50 m. Za bližji pogled in še bolj natančno predstavitev terena so plastnice z ekvidistanco 10 m na sliki 33. Za boljšo predstavo terena je pod sloj plastnice z ekvidistanco 50 m dodan še rastrski model terena (slika 34).



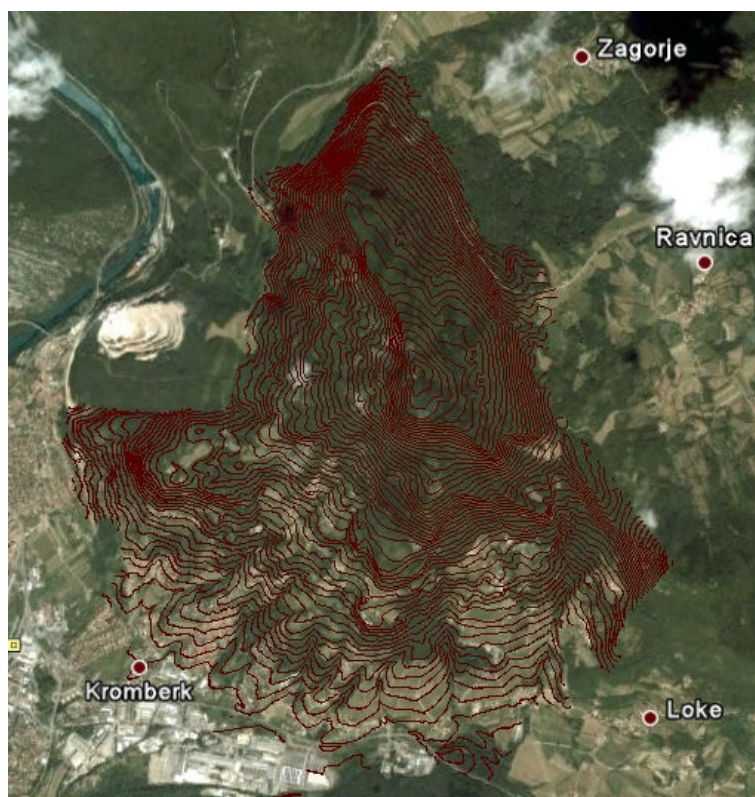
Slika 30: Del plastnic se je skrila pod površino.



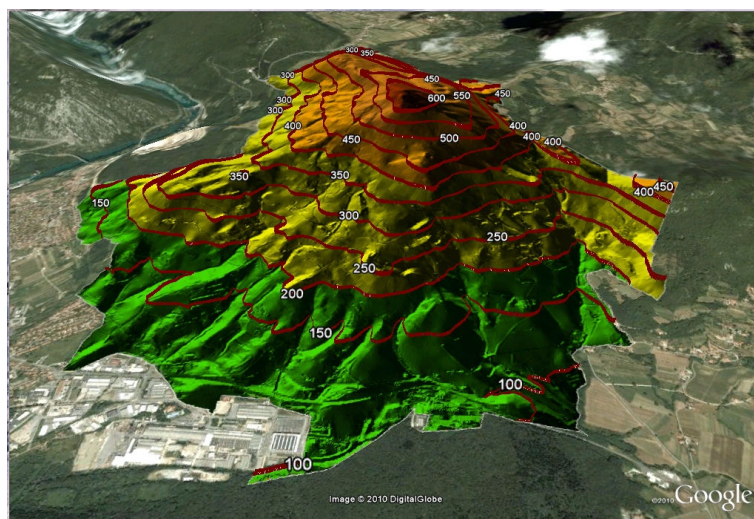
Slika 31: Vse plastnice so nad površino terena.



Slika 32: Plastnice niso na dejanski višini, njihova višina je podana le kot opisni atribut.



Slika 33: Plastnice z ekvidistanco 10 m.



Slika 34: Kombinacija plastnic in rastrskega modela terena.

## 8.9 Datoteka KML plastnic

Zaradi prevelike obsežnosti datoteke je predstavljen del datoteke KML, ki predstavlja eno plastnico.

```

<Placemark>
  <name>100</name>
  <Snippet maxLines="0">${Plastnice_-_50/visina}</Snippet>
  <styleUrl>#FEATURES</styleUrl>
  <ExtendedData>
    <SchemaData schemaUrl="#Plastnice_-_50_schema">
      <SimpleData name="visina">100</SimpleData>
    </SchemaData>
  </ExtendedData>
  <LineString>
    <extrude>1</extrude>
    <altitudeMode>absolute</altitudeMode>
    <coordinates>
13.684203938752,45.95537205041639,115 13.684193100512,45.955379364684,115
13.6841920373519,45.95542434188221,115
13.6842483289691,45.9554306128097,115 13.6842564338219,45.9554288314526,115
13.6843210074771,45.9554258248821,115 13.6843858468812,45.9554115737999,...
    </coordinates>
  </LineString>
</Placemark>

```

## 8.10 Razlaga bistvenih elementov KML datoteke plastnic

- Element (<Placemark>) je zaznamek povezan z določeno geometrijo. V tem elementu določimo, katero geometrijo bomo uporabili, na primer točka, poligon, niz linij itn. V tem primeru je uporabljena geometrija niz linij.
- Element (<name>) določa ime posamezne plastnice. Plastnice so poimenovane z ortometričnimi višinami.
- Element (<Snippet>) je namenjen kratkemu opisu elementa oziroma plastnice. V tem primeru mu je dodeljena vrednost 0, saj je podano že ime plastnice in tega elementa ne potrebujem.
- Element (<LineString>) definira niz povezanih linijskih segmentov. Določen je z elementi (<extrude>), (<altitudeMode>), (<coordinates>).
- Element (<extrude>) določa ali linijski niz poveže s tlemi ali ne, ko je ta na določeni višini. Vrednost 1 pomeni, da se bo plastnica, ki je na določeni višini, povezala s tlemi. Vrednost 0 bi pomenila, da bi plastnice prosto »plavale« v zraku. Primer plastnic, povezanih s tlemi nazorno prikazuje slika 31.
- Element (<altitudeMode>) določa način predstavitve višine. Ker je podana vrednost »absolute« pomeni, da bo višina prikazana absolutno, ne glede na dejanski potek površja, odvisna je samo od nadmorske višine.
- Element (<coordinates>) določa geografske koordinate povezanih linijskih segmentov. Podane so z decimalnim zapisom.

## **9 ADMINISTRATIVEN MEJE**

### **9.1 Katastrska občina Kromberk**

Vsi podatki, ki so bili predmet diplomske naloge, so bili omejeni na katastrsko občino Kromberk. Posledično se mi je zdelo smiselno prikazati tudi meje katastrske občine. Za lažjo orientacijo v prostoru so prikazane še vse katastrske občine, ki mejijo na omenjeno. Te so Solkan, Nova Gorica, Rožna Dolina, Loke, Ravnica ter Grgar. Podatke sem pridobil od Geodetske uprave v obliki SHP, primerni za prikaz in obdelavo v orodjih GIS.

### **9.2 Programska oprema**

Uporabljena programska oprema Map Window GIS z ekstenzijo Shape2Earth ter ArcMap. ArcMap je služil za začetno obdelavo podatkov, medtem ko je Shape2Earth služil za izvoz v zapis KML. Za izvoz podatkov SHP lahko služi tudi ekstenzija programa ArcMap, Export to KML. Ekstenzija Shape2Earth programa Map Window GIS omogoča več uporabniških nastavitev pred izvozom v program GE. To velja za sloj meje katastrske občine, ki je poligon. Za nekatere druge vrste podatkov, npr. 3D-model terena, pa je primernejša ekstenzija Export to KML, programa ArcMap.

### **9.3 Map Window GIS**

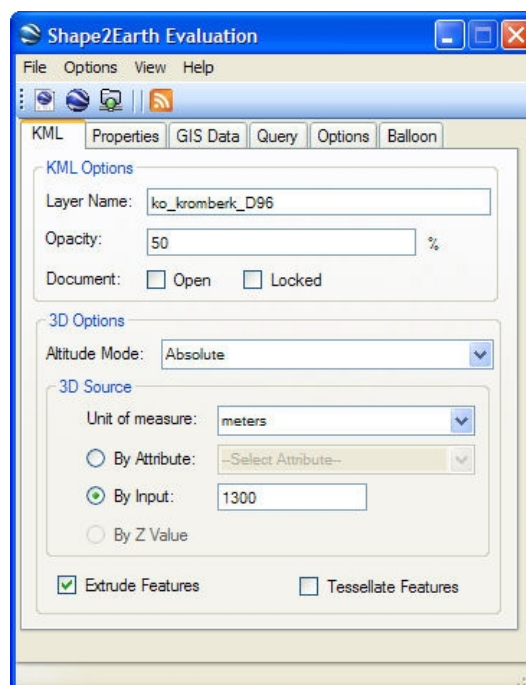
Program Map Window GIS je zastonjski program, ki ga lahko pridobimo s spleta. Služi za obdelavo rastrskih ter vektorskih tipov podatkov, lahko bi ga primerjali s programom ArcMap, le v nekoliko okrnjeni različici. Kljub temu, da je zastonj, ponuja kar pester nabor funkcij. Za izvoz podatkov SHP v KML je potrebno namestiti ekstenzijo Shape2Earth. Zastonjska verzija te ekstenzije omogoča izvoz do 1000 elementov naenkrat. Za moje potrebe je bilo to več kot dovolj.



Nastavitve, ki jih ta program omogoča pri izvozu:

- dokument lahko zaklenemo ali pustimo odklenjen za kasnejše spreminjanje nastavitvev.
- Možno je nastaviti prosojnost izvoženih elementov.
- Višina: Podatki so lahko prilepljeni na tla (clamped to ground) ali dvignjeni absolutno (absolute), oziroma relativno glede na tla (relative to ground).
- Podatke lahko izvlečemo na določeno višino ali jih samo dvignemo na določeno višino, da lebdi v zraku, ukaz »Extrude Features«.
- Podatki lahko sledijo površini ali ne, ukaz »Tessellate Features«. Če površini ne sledijo, pomeni, da se lahko na določenih mestih vkopajo v površino in so tako skriti.
- Attribute lahko prikažemo na različne načine. Ti se lahko izpišejo s klikom na element ali pa so prikazani vedno zraven posameznega elementa.
- Ustvarimo lahko ikone, ki služijo za dodaten opis elementa.
- Možno je nastaviti povezavo na določen spletni naslov.

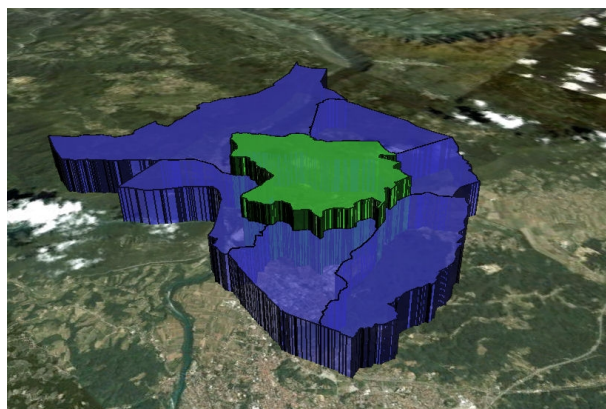
Program omogoča še nekatere druge nastavitve, našteje so najbolj uporabne. Primer izvoza podatkov prikazuje slika 35.



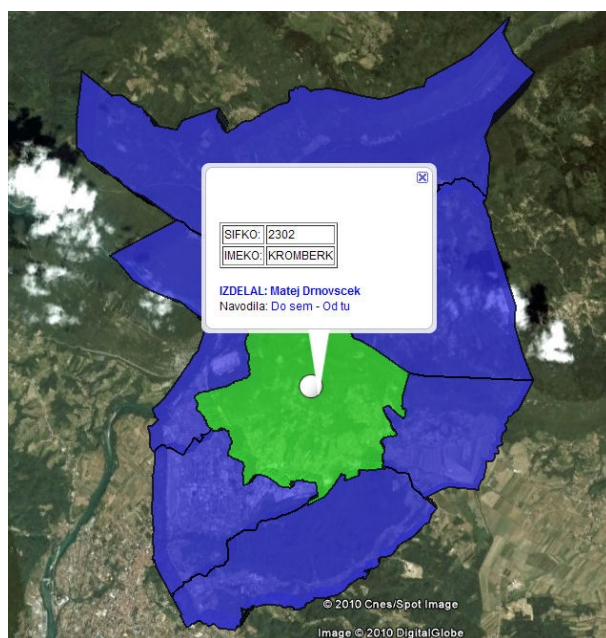
Slika 35: Primer izvoza meja katastrske občine Kromberk s programom Shape2Earth.

## 9.4 Meje katastrske občine Kromberk

Prikazal sem meje katastrske občine ter okoliških za boljšo predstavu. Meje so poligoni, ki so v notranjosti napolnjeni s prosojno barvo, tako da lahko vidimo satelitske posnetke skozi. Podatki so izvlečeni na določeno višino (slika 36), tako da se z bližanjem pogleda lahko zapeljemo skozi in nam tako ni potrebno izklapljati sloja, da bi pregledovali še ostale tematike na tem območju. Katastrski občini Kromberk je dodan centroid. S klikom nanj lahko poizvemo ime, šifro katastrske občine ter izdelovalca sloja (slika 37).



Slika 36: Izvlečeni podatki na določeno višino.



Slika 37: Meje katastrskih občin.

## 9.5 Datoteka KML meje katastrske občine

Predstavljen je del datoteke KML, in sicer poligon meje katastrske občine.

```
<Polygon>
  <extrude>1</extrude>
  <tessellate>0</tessellate>
  <altitudeMode>absolute</altitudeMode>
  <outerBoundaryIs>
    <LinearRing>
      <coordinates>
        13.6728291572846,45.9917293120621,1300
        13.6726550815217,45.991850834988,1300
        13.6723309866968,45.9919676441308,1300
        13.6722388256964,45.9919024205105,1300
        13.6721252097751,45.9918220106064,1300
        13.6720359509234,45.9917974909388,1300
        13.6718444267227,45.9916658784564,1300
        13.6716620583685,45.991486146311,1300, ...
      </coordinates>
    </LinearRing>
  </outerBoundaryIs>
</Polygon>
```

## 9.6 Razlaga elementov datoteke KML

- Element (<Polygon>) je definiran z mejo, ki je dejansko definirana z nizom linijskih segmentov. Površina znotraj meje je lahko zapolnjena ali prazna.
- Element (<extrude>) ima enak pomen kot pri plastnicah (glej poglavje 8.10).
- Element (<tessellate>) določa ali bodo linije, ki so prilepljene na tla sledile terenu, ko vklopimo sloj površina ali ne. Vrednost 0 pomeni, da ne, saj meja katastrske občine ni prilepljena na tla in je tako ta element brezpredmeten.
- Element (<altitudeMode>) ima enak pomen kot pri plastnicah (poglavje 8.10).
- Element (<outerBoundaryIs>) določa zunanjo linijo poligona, saj ima poligon lahko poleg zunanje tudi več notranjih linij.
- Element (<LinearRing>) definira niz linijskih segmentov, ki so povezani v obroč. Podobno kot element (<LineString>) opisan v poglavju 8.10, le da so te linije na koncu povezane v zaprt obroč.
- Element (<coordinates>) določa geografske koordinate povezanih linijskih segmentov.

## 10 POLOŽAJNA NATANČNOST IN USKLAJENOST PROSTORSKIH PODATKOV

Vsi prostorski podatki, ki sem jih uvažal v program GE, so bili geolocirani na podlagi koordinat v državnem koordinatnem sistemu. Izjema je bil le model gradu Kromberk, ki je bil pozicioniran ročno. Ker sem te podatke transformiral v drugo projekcijo, z namenom prikaza v GE, se pojavi tudi vprašanje o položajni natančnosti podatkov, prikazanih v programu GE. Položajno natančnost lahko samo ocenimo na podlagi ujemanja prostorskih podatkov s satelitskimi podobami programa. Za oceno sem uporabil podatke katastra stavb gradu Kromberk. Ugotovil sem, da so ti podatki premaknjeni za približno 4,5 m glede na satelitske podobe. Vprašljiva je tudi natančnost koordinat katastra stavb, vendar boljših podatkov za primerjavo nisem imel. Ne nazadnje niti ne vemo, s kakšno natančnostjo so pozicionirane same satelitske podobe programa Google Earth, zato se je po mojem mnenju nesmiselno spraševati o absolutni položajni natančnosti uvoženih podatkov. Sam menim, da je odstopanje 4,5 m zadovoljivo, saj namen prikaza podatkov v GE ni njihova absolutna položajna natančnost, pač pa je bolj pomemben njihov nazoren prikaz in sporočilna vrednost. Vseeno pa podatki, ki jih uvažamo, morajo biti vsaj približno na pravi lokaciji, saj lahko le tako določen prostorski podatek povežemo s pravilno lokacijo.

Satelitske podobe programa GE, se posodablja vsakih nekaj let. Ko program opremijo z novimi satelitskimi podobami pride do odstopanj s prejšnjimi, zaradi postopka obdelave satelitskih podob. Tako bo tudi odstopanje z našimi uvoženimi prostorskimi podatki drugačno.

Ne glede na to, kakšna je absolutna položajna natančnost geolociranih prostorskih podatkov, pa je ostala njihova medsebojna usklajenost pri uvozu v program GE načeloma nespremenjena, saj so bili vsi prostorski podatki obdelani po enakih postopkih (transformacija iz projekcije D48/GK v D96/TM ter nato na elipsoid WGS84). Vsi podatki, ki sem jih uvozil, imajo enaka odstopanja glede na satelitske podobe. Ker sem uvozil tudi digitalne ortofote, se ostali podatki (model reliefa, plastnice, meje katastrske občine) le tem prilegajo, zato prileganje s satelitskimi podobami niti ni potrebno. Pomembna je le relativna položajna usklajenost med uvoženimi podatki.

Iz 3D-modela gradu lahko dobimo tudi metrične podatke, vendar je treba ob tem vedeti, da so podatki v projekciji in je potem vprašanje kako natančna je izmerjena dolžina. Zato so metrični podatki, ki jih lahko pridobimo le informativne narave in približni. Merilo, ki ga vsebuje program GE, omogoča, da izmerimo tloris stavbe, oziroma dimenzije njenih posameznih delov. Prav tako, kot iz 3D-modela gradu, bi lahko tudi iz ostalih uvoženih podatkov pridobili metrične podatke, vendar ker ne vemo kakšna je natančnost, jih raje ne uporabljamo. Če hočemo točne metrične podatke, jih lahko uvozimo kot attribute poleg posameznih slojev s prostorskimi podatki. S klikom na element lahko tako poizvemo točen metrični podatek.

## 11 ZAKLJUČKI

Z diplomskim delom sem skušal predstaviti različne vrste prostorskih podatkov v programu GE. Namen je bil prikazati vektorske in rastrske podatke ter 3D-model stavbe. Končni izdelki moje diplomske naloge so izdelane KML oziroma KMZ datoteke 3D-modela gradu Kromberk, digitalnih ortofotov katastrske občine Kromberk, meje katastrske občine Kromberk in okoliških, rastrskega in 3D-modela terena ter plastnic, izdelanih za območje katastrske občine.

Z dodajanjem lastnih vsebin v program GE za območje katastrske občine Kromberk sem skušal izboljšati vizualno predstavo o območju in hkrati dokazati, da lahko v programu GE prikažemo lastne vsebine po svoji želji.

Zastavljeni cilj, ki sem si ga zadal na začetku, sem izpolnil. Dokazal sem, da je v programu GE pravzaprav možno prikazati vse vrste prostorskih podatkov. Težava je le v tem, da ni samo ene programske opreme, ki bi to omogočala in je tako potrebno ogromno več časa za osvojitve znanja, potrebnega za obdelavo določenih prostorskih podatkov in spoznavanja različne programske opreme.

S prikazovanjem različnih prostorskih vsebin v brskalniku, kakršen je GE, lahko izboljšamo predstavo o določenem prostoru. Prostorske vsebine so lahko namenjene laični javnosti ali strokovnim uporabnikom, ki želijo o določenem kraju, oziroma območju dobiti čim več informacij. Osebno menim, da ima orodje velik potencial rabe tudi v inženirskih krogih, saj je format izmenjave podatkov poenoten, pregled pa enostaven. Sicer za zdaj najbrž ni še pričakovati, da se bodo iz prostorskih podatkov, predstavljenih v programu, delale poglobljene analize, lahko pa nam ti podatki služijo kot prvi vtis o nekem območju ali pa kot hiter pregled nekega končnega izdelka. Kakovostnejša kot je predstavitev podatkov, več informacij lahko dobimo.

Velika prednost pri takšni predstavitvi prostorskih podatkov je tudi v tem, da je orodje dostopno vsakomur in to zastonj. Tako lahko geodeti, prostorski načrtovalci, gradbeniki, arhitekti, skratka vsi, ki se ukvarjajo s prostorskimi podatki, posredujejo izdelke svojim

naročnikom in potencialnim naročnikom, saj le-ti pogosto nimajo ustrezne programske opreme, za pregled prostorskih podatkov. Podatke, si lahko tako izmenjujejo tudi različne stroke med sabo, v kolikor je namen samo predstavitev prostorskih podatkov. Sicer gre razvoj tudi že v tej smeri, da lahko podatke v zapisu KML pretvorimo v zapis SHP in je tako mogoče podatke uporabiti za nadaljnjo obdelavo z ustrezno programsko opremo.

Ne nazadnje bi se lahko program GE uporabljal za pregled evidence 3D-katastra stavb, seveda pa bi bilo evidenco potrebno najprej vzpostaviti z ustrezno programsko opremo. Sedaj se vodijo samo 2D-podatki, ki pa ne zadoščajo za kakovostno obravnavo, višinska komponenta je podana le kot atribut. GE je program, ki bi lahko prenesel pregled evidence 3D katastra stavb, le pravilno bi ga bilo treba izkoristiti. Evidenca bi se lahko vodila posebej, program bi služil le za pregled podatkov. Vsak uporabnik bi lahko podatke, pridobljene od geodetske uprave, lokalno pregledoval na svojem računalniku. S takšno evidenco bi najbrž bili zadovoljni geodeti, ki se ukvarjajo s katastrom, nepremičninske agencije ter najbrž tudi ostali, ki so že kdaj potrebovali podatke katastra stavb.

## VIRI

ArcGIS – izvoz karte.

[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=415&pid=412&topicname=Exporting\\_a\\_map](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=415&pid=412&topicname=Exporting_a_map) (14. 12. 2009)

ArcGIS – prevzorčenje.

[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=4727&pid=4720&topicname=Cell\\_size\\_and\\_resampling\\_in\\_analysis](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=4727&pid=4720&topicname=Cell_size_and_resampling_in_analysis) (20. 10. 2010)

Državna kartografska projekcija.

[http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/ogs/Nova\\_drz\\_karto\\_projekcija.doc](http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/ogs/Nova_drz_karto_projekcija.doc)  
(9. 3. 2010)

EPSG.

<http://www.epsg-registry.org/> (18. 10. 2010)

E-prostor.

[http://e-prostor.gov.si/index.php?id=zbirke\\_prostorskih\\_podatkov](http://e-prostor.gov.si/index.php?id=zbirke_prostorskih_podatkov) (7. 3. 2010)

GeoTIFF.

<http://en.wikipedia.org/wiki/GeoTIFF> (13. 12. 2009)

Geotools.

<http://www.geotools.org/> (13. 12. 2009)

Google Earth.

<http://www.google.com/earth/outreach/index.html> (28. 1. 2010)

Google Earth Blog.

<http://www.gearthblog.com/> (13. 4. 2010)

Google Earth forum.

<http://www.google.com/support/forum/p/earth/thread?tid=7054add579615280&hl=en>  
(13. 10. 2010)



Google Earth Lat Long Blog.

<http://google-latlong.blogspot.com/2007/11/import-your-kml-kmz-and-georss-files.html>  
(22. 4. 2010)

Google Earth pomoč.

<http://earth.google.com/support/bin/static.py?page=faq.html&hl=sl> (5. 12. 2009)

Google galerija 3D.

[http://sketchup.google.com/intl/en/3dwh/acceptance\\_criteria.html](http://sketchup.google.com/intl/en/3dwh/acceptance_criteria.html) (11. 5. 2010)

Google SketchUp.

<http://sketchup.google.com/support/bin/answer.py?answer=167473> (10. 3. 2010)

Kovačič, I., Šumrada, R., 2006. XML pregled. Skripta s predavanj. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 36 str.

KML.

<http://code.google.com/intl/sl/apis/kml/documentation/> (22. 2. 2010)

KML, KMZ.

[http://www.manifold.net/doc/export\\_image\\_kml\\_kmz.htm](http://www.manifold.net/doc/export_image_kml_kmz.htm) (2. 2. 2010)

Modeliranje mesta.

[http://static.googleusercontent.com/external\\_content/untrusted\\_dlcp/www.google.com/sl/intl/en/sketchup/3dwh/pdfs/modeling\\_a\\_city.pdf](http://static.googleusercontent.com/external_content/untrusted_dlcp/www.google.com/sl/intl/en/sketchup/3dwh/pdfs/modeling_a_city.pdf) (30. 9. 2010)

Oštir, K., 2008. Daljinsko zaznavanje. Skripta s predavanj. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 100, 123.

Plate Carrée projekcija.

[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Plate\\_Carree](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Plate_Carree) (21. 10 2010)

Radovan D., 2004. Kartografija II, Avtomatizirana kartografija. Skripta s predavanj.

Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 70 str.

Rijavec U., 2009. 3D kataster stavb – pogoj za vstop v tretje tisočletje. Geod. vestn. 53/2009-4: 7 str.

SRTM.

<http://srtm.csi.cgiar.org/> (13. 10. 2010)

Superoverlay.

[http://docs.google.com/Edit?tab=view&docid=ddqhtms3\\_136p5mcrt](http://docs.google.com/Edit?tab=view&docid=ddqhtms3_136p5mcrt) (9. 3. 2010)

Thematic mapping blog.

<http://blog.thematicmapping.org/> (3. 12. 2009)

Zmanjšanje velikosti datoteke collada.

<http://blackspell.de/2010/08/hint-reduce-collada-file-size/> (4. 10. 2010)

Zmanjšanje velikosti datoteke SketchUp.

<http://www.alexschreyer.net/cad/reducing-sketchup-file-sizes-for-google-earth/> (29. 3. 2010)

Wilson, T. (ur.), 2008. OGC KML. Open Geospatial Consortium Inc.: 233 str.

## **PRILOGE**

## **Priloga A: Zgoščenska z izdelanimi datotekami KMZ**