

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*



Univerzitetni program Geodezija,  
smer Geodezija

Kandidat:

**Aljaž Lesjak**

## **Izdelava panoramskih kart s sodobnimi programskimi orodji**

**Diplomska naloga št.: 768**

**Mentor:**

doc. dr. Dušan Petrovič

Ljubljana, 4. 9. 2008

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani **ALJAŽ LESJAK** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:  
**»IZDELAVA PANORAMSKIH KART S SODOBNIMI PROGRAMSKIMI ORODJI«**.

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske  
separatoteke FGG.

Ljubljana, 27.08.08

Podpis:

## **IZJAVE O PREGLEDU NALOGE**

Nalogo so si ogledali učitelji geodetske smeri:

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

**UDK: 004.42:528.94(043.2)**

**Avtor: Aljaž Lesjak**

**Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič**

**Naslov: Izdelava panoramskih kart s sodobnimi programskimi orodji**

**Obseg in oprema: 76 str., 38 sl., 1 diag.**

**Ključne besede: panoramska kartografija, trirazsežna kartografija, turistična karta, kartografsko modeliranje, manipulacije DMR.**

### **Izveček:**

Diplomska naloga obravnava področje trirazsežne kartografije s poudarkom na načinih izdelave panoramskih kart z uporabo sodobnih programskih orodij za kartografsko modeliranje. Predstavljen je sklop zahtevnih kartografsko-računalniških del, ki jih srečujemo pri oblikovanju panoramskih kart - določanje matematične osnove, manipulacije z digitalnim modelom reliefa in ostalimi vsebinskimi elementi, zaključni pogledi na trirazsežni kartografski model, oblikovanje izvenokvirne vsebine itd.

Posebna pozornost v nalogi je namenjena programskima paketoma Visual Nature Studio 2 in Adobe Photoshop CS3, kjer je bil izdelan tudi testni primer turistične panoramske karte občine Slovenske Konjice.

**BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION****UDC: 004.42:528.94(043.2)****Author: Aljaž Lesjak****Supervisor: Assist. Prof. Dušan Petrovič****Title: Panoramic maps designing using modern computer SW****Notes: 76 p., 38 fig., 1 diag.****Key words: panoramic cartography, 3D cartography, tourist map, cartographic modeling, DEM manipulation.****Abstract:**

This graduation thesis treats a topic of 3D cartography with accentuation of methods for designing panoramic maps using modern computer software for cartographic modeling. A complex of cartographic-computer work we meet at modelling of panoramic maps was made – determination of the mathematic basis, manipulation with digital elevation model, defining different final views of 3D cartographic models, designing mergins content of maps etc. A special consideration is given to software applications Visual Nature Studio 2 and Adobe Photoshop CS3, where the sample tourist panoramic map of Slovenske Konjice commune was made.

## **ZAHVALA**

Lepo se zahvaljujem:

- mentorju, doc. dr. Dušanu Petroviču za mentorstvo in koristne napotke pri izdelavi diplomske naloge,
- svojim staršem za moralno in finančno podporo v času študija in
- sošolcem za štiri nepozabna študijska leta.

**KAZALO VSEBINE**

<b>1</b>	<b>UVOD.....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>2</b>	<b>SLOVAR MANJ ZNANIH BESED, TUJK IN KRATIC .....</b>	<b>- 2 -</b>
<b>3</b>	<b>OBČINA SLOVENSKE KONJICE.....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>4</b>	<b>DEFINICIJA (3R) KARTE .....</b>	<b>- 6 -</b>
4.1	Karta .....	- 6 -
4.2	Trirazsežna karta (3R karta).....	- 6 -
<b>5</b>	<b>RAZVOJ TRIRAZSEŽNIH IN PANORAMSKIH KART SKOZI ČAS .....</b>	<b>- 7 -</b>
<b>6</b>	<b>DIMENZIJE PROSTORA.....</b>	<b>- 9 -</b>
6.1	Višinska predstavitev terena.....	- 10 -
<b>7</b>	<b>ZAZNAVANJE ALI PERCEPCIJA KARTE.....</b>	<b>- 16 -</b>
<b>8</b>	<b>TRIRAZSEŽNE KARTE.....</b>	<b>- 19 -</b>
8.1	Vrste trirazsežnih kart .....	- 19 -
8.2	Uporabnost in uporaba 3R kart .....	- 21 -
8.3	Vizualizacija 3R kartografskih modelov .....	- 24 -
<b>9</b>	<b>ZGRADBA IN VSEBINA 3R PANORAMSKIH KART .....</b>	<b>- 26 -</b>
9.1	Matematična osnova karte.....	- 26 -
9.2	Digitalni model reliefa .....	- 32 -
9.3	Nanosni sloji.....	- 39 -
9.4	Pogledi .....	- 45 -
9.5	Orientacija, osvetlitev in senčenje panoramskih kart.....	- 47 -
9.6	3D kartografska generalizacija .....	- 48 -
9.7	Oblikovanje ostale vsebine panoramskih kart .....	- 49 -
<b>10</b>	<b>IZDELAVA PANORAMSKE KARTE OBČINE SLOVENSKE KONJICE.....</b>	<b>- 55 -</b>
10.1	Namen in vrsta karte.....	- 55 -
10.2	Matematični elementi karte .....	- 55 -
10.3	Izbira in analiza kartografskih virov .....	- 56 -
10.4	Kartografska generalizacija .....	- 59 -
10.5	Postopek izdelave in oblikovanje karte.....	- 60 -
<b>11</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>- 70 -</b>
<b>VIRI</b>	<b>.....</b>	<b>- 71 -</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1: Stari trg, središče Slovenskih Konjic	- 4 -
Slika 2: Golf igrišče v Slovenskih Konjicah	- 5 -
Slika 3: Panoramska karta Georgetown	- 7 -
Slika 4: Panoramski karti Heinricha Beranna	- 8 -
Slika 5: Panoramska karta Eduarda Imhofa	- 8 -
Slika 6: Karta izdelana s perspektivno metodo	- 11 -
Slika 7: Uporaba višinskih šraf ali črtk za predstavitev reliefa	- 12 -
Slika 8: Uporaba poltonskega senčenja za predstavitev reliefa	- 12 -
Slika 9: Uporaba hipsometrične metode	- 13 -
Slika 10: Uporaba geometrične metode prikaza terena	- 14 -
Slika 11: Uporaba senčenja in plastnic pri izdelavi tlorisne karte	- 14 -
Slika 12: Panoramska karta izdelana z uporabo računalniške tehnologije	- 15 -
Slika 13: Fotorealističen prikaz odseka občine Slovenske Konjice	- 20 -
Slika 14: Znakovna karta	- 20 -
Slika 15: Scena iz igre Unreal tournament 2003	- 23 -
Slika 16: Centralna projekcija	- 28 -
Slika 17: Panoramska karta v ortogonalni poševni projekciji	- 29 -
Slika 18: Panoramska karta v progresivni projekciji	- 30 -
Slika 19: Karta izdelana v projekciji »fisheye«	- 30 -
Slika 20: Panoramska karta izdelana v »Rubber« projekciji	- 31 -
Slika 21: Odsekovna krožna projekcija	- 32 -
Slika 22: Prikaz trikotniške strukture DMR	- 35 -
Slika 23: Narodni park Denali – modifikacije reliefnih oblik	- 36 -
Slika 24: Poudarjanje DMR občine Slov. Konjice	- 37 -
Slika 25: Vulkan sv.Helene	- 38 -
Slika 26: Generalizacija digitalnega modela višin	- 39 -
Slika 27: Funkcija »fractal depth« v VNS2	- 39 -
Slika 28: Točkovni 3R objekt	- 42 -
Slika 29: Prikaz linijskih in ploskovnih 3R objektov na panoramski karti	- 43 -
Slika 30: Panoramska karta smučišča na Rogli	- 44 -
Slika 31: Osvetljenost in senčenje DMR	- 47 -
Slika 32: Nebo in vremenskih pojavi izdelani v VNS2	- 50 -
Slika 33: Območje prikaza panoramske karte občine Slovenske Konjice	- 56 -
Slika 34: Delovno okno v VNS2	- 62 -
Slika 35: Primeri 3R kartografskih znakov	- 65 -
Slika 36: Renderirano fizično površje občine v VNS2	- 66 -



Slika 37: 2R kartografski znaki z dodanim učinkom senčenja

- 66 -

Slika 38: Panoramska karta občine Slovenske Konjice

- 69 -

## **KAZALO DIAGRAMOV**

Diagram 1: Potek dvodimenzionalne upodobitve 3D modela

- 24 -



## 1 UVOD

Kartografija je znanost o zgodovini, načinih prikaza in izdelave, uporabe in vzdrževanja kart ter ostalih kartam sorodnih prikazov površja Zemlje ali drugih vesoljskih teles in njihovih delov (Peterca, 2001). Z branjem kart uporabnik pridobi informacije o stvarnem svetu. Želja po opisljivosti prostora je bila prisotna že v prazgodovini, ko so začele nastajati prve preproste risbe. Od takrat do danes je kartografija doživela zelo velik napredek. Spreminjali so se materiali upodobitve kart, tehnologije izdelave, načini prikaza itd. Največ težav pa je skozi celoten razvoj povzročala nezmožnost uspešnega prikazovanja trirazsežnega (3R) stvarnega sveta na dvorazsežni podlagi. Za prikaz višine so kartografi uporabljali najrazličnejše metode, od šrafiranja, senčenja, plastnic do prikaza s hipsometrično lestvico. Uspešno pridobivanje podatkov ob takšnih načinih prikaza reliefa pa je lahko za uporabnika precej zapleteno in zato omejeno. Uporabnik mora imeti razvito sposobnost prostorske predstavljalivosti in mora biti kartografsko »pismen«. Že v preteklosti so se pojavljale 3R upodobitve v obliki maket, 3R modelov, reliefnih in taktilnih kart, vendar je bila njihova izdelava zahtevna in zamudna. 3R prikazi so se zato v večjem obsegu začeli pojavljati šele z uporabo računalniške tehnologije, saj je izdelava postala enostavnejša in hitrejša. Trirazsežna karta upodobljena na 3R mediju omogoča uporabniku zaznavo razgibanosti terena in višine na osnovi fizioloških vplivov, medtem ko 3R karta upodobljena na dvorazsežnem (2R) mediju omogoča uporabniku psihološko zaznavo reliefa. Tako lahko tudi neizkušeni in tisti, ki nimajo sposobnosti prostorske predstavljalivosti, uspešno pridobijo informacije o stvarnem svetu iz karte. V skupino 3R kart upodobljenih na 2R mediju (papir, folija itd.) prištevamo tudi panoramske karte, ki so bile predmet moje diplomske naloge.

V okviru diplomske naloge skušam predstaviti področje 3R kartografije, konkretnije področje izdelave panoramskih kart z uporabo sodobnih programskih orodij za kartografsko modeliranje in vizualizacijo. Obravnavam različne pristope oblikovanja digitalnega modela reliefa, vsebinskih elementov, pogledov na 3R kartografske modele itd. Zaradi želje, da celotna naloga ne bi bila le teoretično naravnana, sem se odločil, da svoj pristop k izdelavi panoramskih kart ponazorim tudi s testnim primerom. Izdelal sem tematsko (turistično) panoramsko karto občine Slovenske Konjice, ki je izdelana v sodobnem programskem paketu Visual Nature Studio 2 z dodatno obdelavo v Adobe Photoshop CS3.

## 2 SLOVAR MANJ ZNANIH BESED, TUJK IN KRATIC

- CAS – ciklično aerosnemanje.
- *Dingbat font* – poseben tip pisave, ki ima namesto simbolov za črke in številke kar slike, ki so navadno tematsko usmerjene znotraj ene dingbat pisave.
- DMR – digitalni model reliefa.
- DMV12,5 – Digitalni model višin z ločljivostjo celice 12,5 m.
- DTK50 – Državna topografska karta v merilu 1 : 50 000.
- GERK – grafična enota rabe kmetijskih gospodarstev.
- DOF5 – digitalni ortofoto načrt v merilu 1:5000.
- *Pixel* – je okrajšava za izraz »picture element« ali slikovni element. Predstavlja najmanjšo naslovljivo enoto slike, ki se jo lahko prebere ali nariše.
- Tiff – okrajšava za Tagged image file format. Format je eden izmed možnih za zapis rastrskih podatkov, ki se zaradi nizke stopnje kompresije (programom omogoča hitrejši dostop do podatkov) pogosto uporablja za shranjevanje prostorskih podatkov v rastrski obliki.
- TTN5 – Temeljni topografski načrt v merilu 1 : 5000.
- TIN in GRID – zapis digitalnega modela reliefa eksplicitno opisuje višine točk, črt ali območij, podanih npr. v ravninskih pravokotnih koordinatah (x, y, H). Podatki so pogosto zapisani v obliki celične (GRID) ali nepravilne trikotniške mreže (TIN).
- *Vertical exaggeration* – nadvišanje, pomeni, da je merilo v verikalni oziroma Z-smeri večje kot merilo v horizontalni smeri. Pogosto se uporablja pri manipulaciji z digitalnim modelom reliefa, kadar želimo povečati kontrastnost med gorovji in dolinami (višine skaliramo z določenim faktorjem).

### 3 OBČINA SLOVENSKE KONJICE

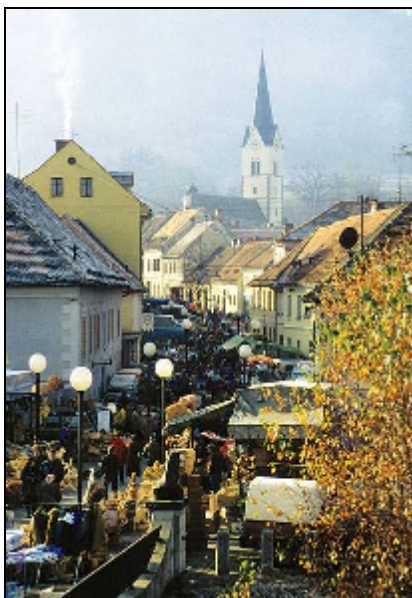
V prirodno – geografskem oziru je območje občine Slovenske Konjice prehodno ozemlje med Celjem in Mariborom. Lega ob Dravinji in na robu Dravskega polja govori sicer v prid Mariboru, vendar v celoti prevladujejo dejstva, ki dajejo prednost Celju. Pri tem pa je treba zlasti upoštevati to, da sta konjiška in celjska občina »sosedni«, medtem ko se med konjiško in mariborsko občino vriva slovenjebistriška občina.

Zemljepisno os občine tvori dolga brazda, ki poteka v vzhodno-zahodni smeri. Njeno severno krilo je na jugu dokaj položno pobočje centralnega Pohorja, njeno južno krilo pa kot podaljšek Karavank tvorijo Paški Kozjak, Stenica in Konjiška gora. Razen te brazde in njenih obeh kril pripada občini še južna stran Konjiške gore, saj teče tukaj potok Žičnica v Dravinjo, ki je glavni vodotok konjiške pokrajine. V njenem zgornjem območju se razprostira Konjiška kotlina, ki jo loči na vzhodu od Ptujkega polja valovit svet Dravinjskih gor. Ozemlje občine, kjer je po podatkih popisa prebivalstva leta 2002 živel 13.612 ljudi, obsega 98 km<sup>2</sup>. Najnižje mesto občine leži na višini okoli 250 m in sicer ob sotočju Dravinje in Ličnice.

V 12. stoletju se je uveljavila prometna smer Tepanje – Rovška dolina – Ložniška dolina – Celje. Ob njej je nastala obcestna naselbina, ki je imela od vsega začetka tržno-prometni značaj, iz nje pa so se razvile današnje Konjice. Naselje je bilo prvič pisno omenjeno že davnega leta 1146 pod nazivom Counowiz (Konjice), ki je se je obdržalo vse do 6. julija 1934. Tega dne je banski svetnik Novak z uredbo Konjicam dodal še pridevnik Slovenske, da bi se ločile od naselja Konjic, ki se je nahajalo v Bosni. To ime se za mesto uporablja še danes. Konjiški tržani so omenjeni že leta 1236 in 1251, konjiški trg leta 1306, prve hiše pa leta 1325.

V srednjem veku so predstavljale glavnino naselja stavbe Starega in Mestnega trga, grajene iz lesa, danes pa oba trga predstavljata strogi center mesta. Pogosti požari so kar nekajkrat spremenili podobo mesta. Ljudje so se po zaščito pred požari zatekli k zavezniku svetemu Florijanu in mu sredi trga postavili spomenik. Meščani se niso izognili niti izbruhu epidemij bolezni, niti turškim in madžarskim vpadom. Deležni so bili tudi kmečkega upora leta 1515 in protestantizma. Stari trg mesta v zavetju mogočne farne cerkve Sv. Jurija ohranja zasnovo iz

časa prvih omemb. V poznejših obdobjih je življenje v trgu utripalo podobno kot v drugih slovenskih krajih. Stavbe so skladno z ujmami in požari spreminjale svojo zunanjo in notranjo podobo, naselje pa se je širilo vzdolž proti vzhodu.



Slika 1: Stari trg, središče Slovenskih Konjic

Konjice so imele lastno nižjo sodstvo. Leta 1850 so dobile okrajno sodišče, nekaj let kasneje pa so postale sedež okrajnega sodišča. V tem obdobju je živelo mesto v zatišju, saj je bilo z izgradnjo železnice Dunaj – Trst odrinjeno na stran in ni imelo več pomembne vloge.

Po zadnji vojni so se Konjice razvile v pomembno gospodarsko in kulturno občino. Med novimi stavbami, ki so obdale naselbino, ohranja staro jedro s starodavnimi kulturnimi spomeniki še svoj čar.

Občina Slovenske Konjice je veliko časa in truda namenila urejevanju turistom prijaznega okolja, zato ne čudi dejstvo, da se mesto in vas Žiče ponašata z večkratnim nazivom najbolj urejenega mesta in vasi na evropskem tekmovanju Entente Florale.

Dobro ohranjena narava daje prebivalcem vrhunsko bivalno okolje in dobre možnosti za razvoj turizma povezanega z bivanjem v naravi. Za občino je značilna tudi bogata kulturna dediščina (dvorec Trebnik, Žička kartuzija), vinogradništvo (Škalce, Zlati grič), športna infrastruktura (golf igrišče, motokros steza, športno letališče Senožet). Vse to pa bogati turistično ponudbo. Na območju občine so številne zanimivosti, ki privlačijo predvsem

izletnike. V občini primanjkuje prenočitvenih objektov. Primanjkuje predvsem majhnih turističnih ponudnikov oziroma turističnih kmetij, ki so med seboj tudi premalo povezani. V bližini Slovenskih Konjic sta večja turistična kraja Terme Zreče in Zdravilišče Rogla. V sodelovanju z njimi bi občina lahko nastopila kot ponudnik dodatnih turističnih produktov in prenočitvenih kapacitet.



Slika 2: Golf igrišče v Slovenskih Konjicah je zgrajeno v idiličnem okolju – med vinogradi

Kot glavno turistično atrakcijo v občini bi izpostavil Žičko kartuzijo, ki je bila zgrajena okoli leta 1160. V njej so do konca 18. stoletja, ko je njihov red ukinil Jožef II., menihi kartuzijani živeli skromno, a duhovno polno življenje. Danes se med zidovi kartuzije v poletnih mesecih odvijajo številne kulturne prireditve. Ob kartuziji najdemo še najstarejše gostišče na slovenskem, imenovano Gastuž in sicer iz leta 1467. (<http://www.slovenskekonjice.si/>)



## **4 DEFINICIJA (3R) KARTE**

### **4.1 Karta**

Septembra leta 1995 je bila v Barceloni v Španiji na Generalni skupščini mednarodne kartografske zveze ICA sprejeta definicija karte, ki pravi: »Karta je znakovna slika geografske resničnosti, ki prikazuje izbrane objekte ali lastnosti in je rezultat ustvarjalnega dela avtorja, namenjena uporabi, kjer so bistveni prostorski odnosi«. (Petrovič, 2001)

Pojem karte lahko torej po tej definiciji razumemo kot sliko, ki prikazuje svet okoli nas z določeno mero poenostavitve in posplošitve prikaza objektov in pojavov po subjektivni presoji avtorja. V definiciji pa ni omenjeno, na katerem mediju mora biti karta, zato lahko uporabimo termin karta za kakršenkoli upodobljen zapis prostorskih podatkov z urejenimi prostorskimi odnosi, pa naj bo to karta na zaslonu ali karta projicirana na platno.

### **4.2 Trirazsežna karta (3R karta)**

Cilj izdelave karte je čim boljše in realnejše informiranje uporabnika o stvarnem svetu. Zato je potrebno izbrati takšen način prikaza podatkov o prostoru, da ga bo uporabnik čim bolje zaznal. Ker živimo v trirazsežnem stvarnem svetu in smo na vsakem koraku obdani s trirazsežnimi objekti, ki jih tudi zaznavamo trirazsežno, je tudi na karti najbolj naraven trirazsežen prikaz objektov in stvarnega sveta. Tako lahko tudi ljudje, ki imajo sicer težave z občutkom za prostorsko predstavljanje in pri branju klasičnih kart, lažje interpretirajo trirazsežne karte.

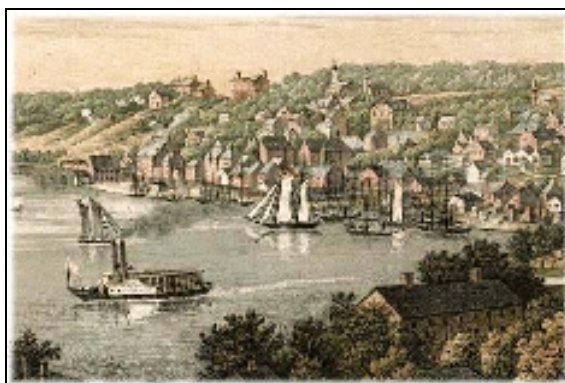
Pojem trirazsežne karte se v zadnjem obdobju veliko uporablja. Schenkel definira trirazsežno karto kot karto, kjer lahko tretjo dimenzijo neposredno vidimo (2000). Razlika med karto in 3R karto je torej v tem, da je tretja dimenzija na klasični karti prikazana s pogojnimi znaki (npr. plastnice), ki jih moramo interpretirati za predstavo oblike terena, trirazsežni stvarni svet pri 3R karti pa zaznavamo neposredno s čutili.

## 5 RAZVOJ TRIRAZSEŽNIH IN PANORAMSKIH KART SKOZI ČAS

Z upodobitvijo reliefa so se ukvarjali že v davni prazgodovini. Ena izmed najstarejših kart je bila najdena v Mezopotamiji in je nastala že davnih 5000 let nazaj. Na glinenih ploščah so preprosto profilno upodobljene gore in gričevje kar priča o tem, da človek v prazgodovini še ni bil sposoben upodobiti vseh treh dimenzij. Med prvimi, ki se je poslužil sodobnejših tehnik prikazovanja reliefa in prostorskih razmerij na Zemljini površini, je bil Leonardo da Vinci s karto Toskane (leto 1502). Pri izdelavi je uporabil planimetričen način. Sledil je razmah kartografije, saj se je pričelo obdobje osvajanj in raziskovanj sveta.

V 18. stoletju se pojavijo ob klasičnih kartografskih izdelkih tudi prve "sodobne" 3R karte, med njimi so tudi prvi primeri panoramskih kart. Kot začetnik slednjih je v mnogi literaturi naveden Irec Robert Barker, ki je naredil prvi osnutek oziroma skico panoramske karte velikega merila v osemdesetih letih 18.stoletja.

V začetku 19. stoletja pride zaradi pojava turizma do razmaha oziroma do masovnega izdelovanja panoramskih kart. V tem času izdelajo na stotine kvalitetnih in predvsem uporabnih kart.

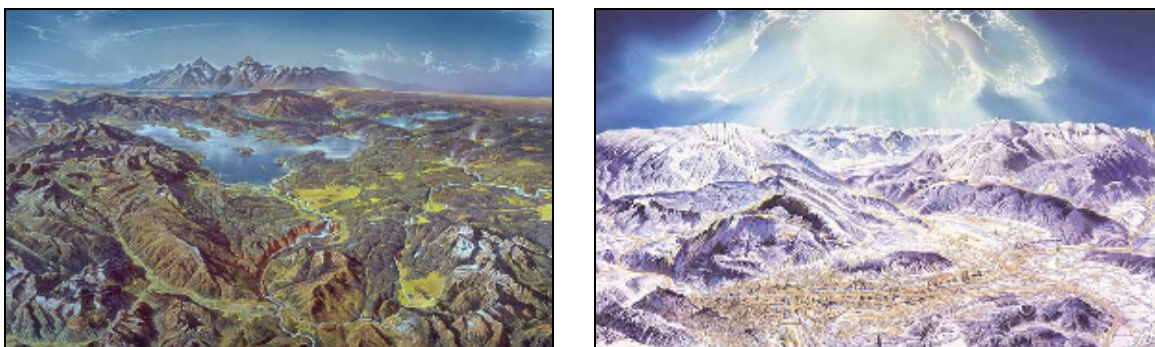


Slika 3: Panoramska karta iz leta 1855 (Georgetown)

Izdelava panoramskih kart velikih formatov je v prejšnjih stoletjih trajala leta in leta, saj so se avtorji posluževali najrazličnejših slikarskih tehnik: risanje s svinčnikom, slikanje z oljnimi barvami na platno itd. Pri izdelavi kart so si do razvoja fotografije pomagali tudi z skicami popotnikov in turistov. V današnjem času, torej času računalnikov in sodobne programske opreme, se je čas izdelave panoramskih kart z uporabo 3R modelov krepko skrajšal.

3R karte so pridobile na svoji veljavi stoletja, njihovem razvoju pa je največ prispeval kartograf in umetnik Heinrich Berann, ki je svoja največja dela ustvaril v drugi polovici 20. stoletja. Njegovo delo je lepo opisal Stern z besedami »natančna kot karta in izgleda kot fotografija«, ter «barvitejša, jasno in tridimenzionalno kot satelitska podoba»(1987). Vsako njegovo delo je posebno, vendar imajo vsa podobne karakteristike. Teren na kartah je prikazan perspektivno s poudarjenjo trirazsežnostjo (2.5R), vsebujejo nebo, meglice, nevihtne oblake in dajejo vtis realističnosti. (Patterson, 2001)

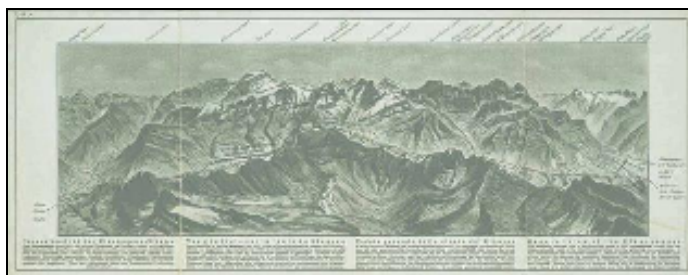
V svojem življenju je ustvaril stotine panoramskih kart, naj omenim le številne karte za potrebe olimpijskih iger in ameriških nacionalnih parkov (Yellowstone National Park, Denali National Park itd.).



Slika 4: Karta najbolj znanega izdelovalca panoram Heinricha Beranna (levo nacionalni park Yellowstone, desno olimpijske igre v Sarajevu)

Pomemben mož v 3R kartografiji je bil tudi Eduard Imhof, ki je ustvarjal v začetku 20. stoletja. Ukvarjal se je predvsem s tehnikami senčenja šolskih kart in atlasov. Ustvaril pa je tudi nekaj kakovostnih panoramskih kart.

V današnjem času pa se s tehnikami izdelave in preučevanjem panoramskih kart ukvarjata predvsem Tom Patterson in Michael Wood.



Slika 5: Panoramska karta Eduarda Imhofa iz leta 1923 (prikaz ceste Klausen)

## 6 DIMENZIJE PROSTORA

Že v osnovni šoli smo se učili o dimenzionalnosti prostora, vendar je še danes ta pojem precej nerazjasnjen in zatorej predmet številnih debat med matematiki, fiziki, filozofi itd. Nekateri zagovarjajo obstoj četrte dimenzije, ki naj bi bila čas, drugi to teorijo zavračajo in govorijo le o treh dimenzijah.

Za potrebe kartografije so v večini primerov potrebne največ tri dimenzije, saj vemo, da je objekt v prostoru enolično določen s tremi koordinatami. Ob tem predpostavjamo, da je definiran koordinatni sistem in njegovo izhodišče. Največkrat pa pri upodobitvi določenih podatkov uporabljamo manj kot tri dimenzije. Brezdimenzijski objekt (0D) je točka, ki je položajno določena, nima pa površine, prostornine ali mase. Zato v praksi upodobitev točke ni mogoča, nadomestimo jo z ustreznim znakom, ki ima vse zgoraj naštetе fizikalne lastnosti (Petrovič, 2001). Enorazsežna upodobitev (1R) je številski poltrak, ki se v predstavitev prostorskih podatkov praviloma ne uporablja. Precej pa se v kartografiji uporablja ravna ploskev kot primer dvorazsežnega prikaza (2R), saj je najpogosteje uporabljeni mediji za prikaz prostorskih podatkov ravno ravna ploskev (npr. računalniški zaslon, list papirja, plastična folija itd.).

V današnjem času, ko se za potrebe izdelave kart uporabljajo predvsem računalniki, govorimo predvsem o razsežnosti podatkovnih modelov. Glede na prakso prikaza na klasičnih kartah je bila točka v modelu opredeljena le s parom koordinat ( $x$ ,  $y$ ), ki sta določali le njeno horizontalno lego na zemeljskem površju. Govorimo o dvorazsežnem podatkovnem modelu (2R). Z razvojem kartografije se je pojavila potreba po vključitvi naslednje dimenzije – višinske komponente oziroma nadmorske višine. S to dimenzijo so bile omogočene analize povezane z višinskimi odnosi. Ločimo dva primera:

- višina je zapisana kot atribut objekta – dvo-in-pol-razsežni model (2,5R),
- višina je zapisana kot koordinata  $z$  – trirazsežni model (3R).

Z upodobitvijo 2R ali 2,5R modela dobimo klasično tlorisno karto, medtem ko lahko z uporabo 3R podatkovnega modela izdelamo tudi panoramsko karto kot 2R upodobitev (omogočen nam je poljuben kot, položaj stojišča in višina pogleda na zemljišče). 3R podatkovni model lahko uporabimo tudi za izdelavo trirazsežne karte, vendar je takšnih kart dandanes zaradi visokih stroškov izdelave in zahtev po dodatnih pripomočkih uporabnikov še zelo malo.

Pojavljajo se tudi dinamične karte, ki imajo dodano še četrto dimenzijo (čas). Le-te je nemogoče upodobiti na papirju, mogoča pa je uporaba v računalniškem okolju z vključitvijo časovne spremembe v model.

## 6.1 Višinska predstavitev terena

V kartografiji je višinska predstavitev terena na klasičnih 2R kartah ena izmed najzahtevnejših nalog. Uveljavile so se metode, ki uporabljajo za prikaz višinske komponente določene znake oziroma posebne načine prikaza. Z interpretacijo znakov uporabnik dobi vtis o razgibanosti terena.

Peterca (1974) je zapisal, da je potrebno pri predstavitvi reliefa na karti zadostiti dvema pogojema:

- karta mora dati uporabniku prostorski vtis, tako da dobi predstavo o razgibanosti reliefa,
- s karte se lahko kvantitativno oceni relief, torej se lahko vsaki točki reliefa določi višino in naklon.

Metode višinske predstavitve terena na klasičnih 2R kartah delimo v štiri skupine (Peterca, 1974):

1. perspektivne,
2. prostorske ali plastične:
  - višinske šrafe ali črtke,
  - poltonsko senčenje,
  - hipsometrična metoda,
3. geometrijske:
  - kote,
  - izohipse,
4. kombinacija raznih metod.

## 6.1.1 Perspektivne metode

Najstarejša metoda prikaza reliefa je metoda prikaza višine s »hribčki«. Bistvo metode je perspektivni prikaz višinskih objektov, večinoma reliefnih oblik, na tlorisni karti. Hribovja in gričevja so prikazana s hribčki različnih velikosti. Za še boljši 3D efekt so hribčke še dodatno senčili. Takšen način prikaza višinske komponente ima prednosti in slabosti. Vsekakor se prednosti pokažejo pri populaciji, ki ima težave z interpretiranjem kartografskih prikazov terena z ostalimi, posrednejšimi metodami. Slabost pa je predvsem v neobstoju matematične osnove in posledično v onemogočanju pridobivanja merskih podatkov s karte ter v zakrivanju vsebine.



Slika 6: Karta izdelana s perspektivno metodo

## 6.1.2 Prostorske ali plastične metode

### 6.1.2.1 Višinske šrafe ali črtke

Kot je navedeno v poglavju 6.1.1 metoda prikaza reliefa s "hribčki" nima matematične osnove in je zato z vidika določevanja metričnih podatkov povsem neuporabna. V 18.stoletju z uvedbo davkov od zemljiške posesti pa so potrebovali podatke o površini zemljišča. Zato se je pojavila nova metoda in sicer metoda višinskih šraf ali črtk, ki omogoča prikaz reliefa v tlorisnem pogledu. Črtke so oblikovane tako, da debelina le-teh prikazuje naklon terena,

dolžina pa višinsko razliko. Prednost opisane metode je v dobrem globinskem občutku karte, slabost pa v nepreglednosti in preobremenjenosti karte zaradi številnih črtk. (Peterca, 1974)



Slika 7: Uporaba višinskih šraf ali črtk za predstavitev reliefa

### 6.1.2.2 Poltonsko senčenje

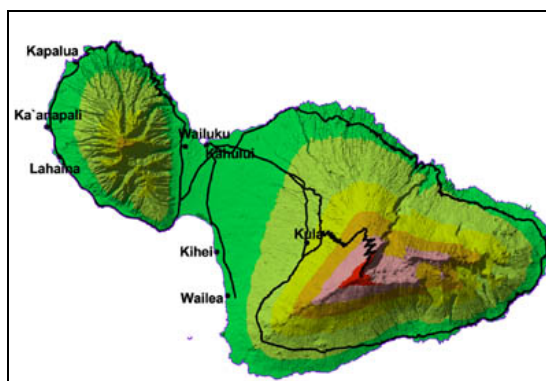
Že samo ime pove, da za prikaz terena s to metodo uporabimo svetlejše in temnejše tone (senčimo teren). Bolj strma pobočja so obarvana s temnejšimi odtenki, medtem ko so položnejša obarvana svetleje. Ponavadi se uporablja stranska osvetlitev, s smeri SZ. Najpogosteje se metoda poltonskega senčenja uporablja v kombinaciji s plastnicami ali s hipsometrično metodo.



Slika 8: Uporaba poltonskega senčenja za predstavitev reliefa

### 6.1.2.3 Hipsometrična metoda

Hipsometrična metoda se uporablja pri kartah majhnjih meril in je namenjena predvsem manj zahtevnim oziroma manj usposobljenim uporabnikom. Bistvo metode je prikaz različnih višinskih pasov z različnimi barvami. Barve si običajno sledijo od zelene preko rumene in rjave do sive in bele. (Petrovič, 2001)



Slika 9: Uporaba hipsometrične metode

### 6.1.3 Geometrične metode

O geometrični metodi govorimo, kadar relief prikazujemo z uporabo plastnic in kot. Plastnice oziroma izohipse so krivulje, ki povezujejo točke z isto nadmorsko višino. Kota pa je absolutna višina karakteristične točke, ki je na karti označena s piko in pripadajočo nadmorsko višino.

Za lažjo predstavo kaj plastnica sploh je, si predstavljamo, da teren prerežemo z namišljenimi vzporednimi ravninami, ki so med seboj enako oddaljene. Presečišče ravnine s terenom imenujemo izohipsa, vertikalna oddaljenost med dvema ravninama pa ekvidistanca. Ekvidistanca je odvisna od merila in namena karte.

Ločimo tri vrste plastnic:

- osnovne plastnice - so plastnice, ki ustrezajo izbrani ekvidistanci,
- poudarjene plastnice - na karti so prikazane z debelejšo črto, navadno vsaka peta ali deseta osnovna plastnica ter



- pomožne plastnice – uporabljamo na bolj ravninskih predelih s, vertikalna oddaljenost je lahko polovica (tanke pretrgane črtice), četrtnina ali osmina ekvidistance (pikčasta črta).

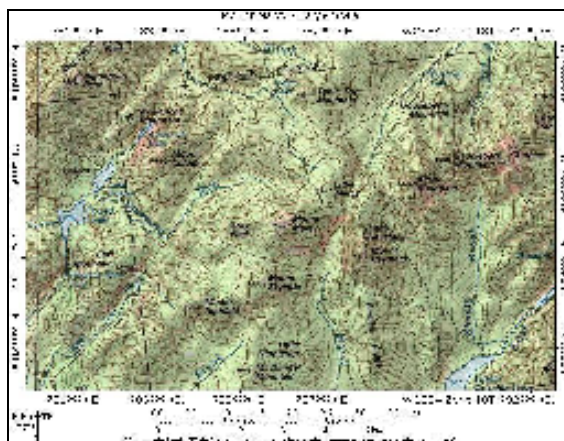
Glavna prednost uporabe plastnic je v sprejemljivi obremenjenosti karte in v določljivosti nadmorske višine vsakega objekta na karti z uporabo interpolacije. Slaba lastnost pa je zahtevnost interpretacije reliefa za neizkušenega uporabnika.



Slika 10: Najpogosteje uporabljena metoda – geometrična metoda prikaza terena

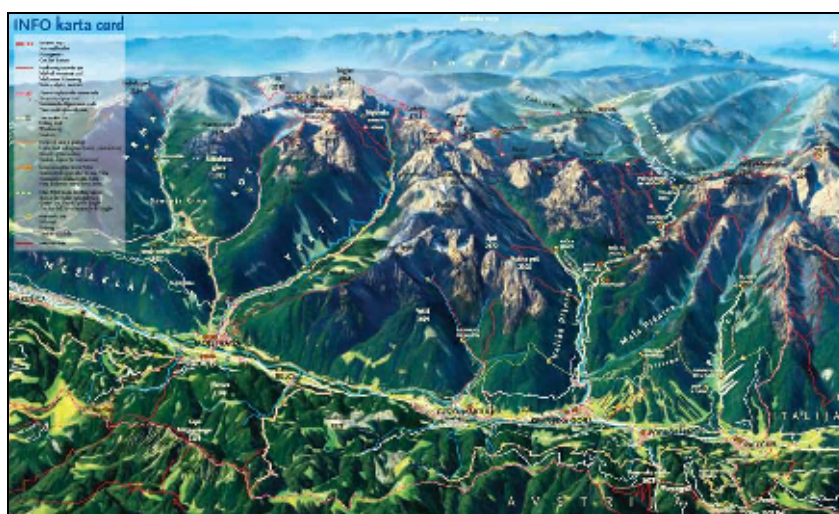
#### 6.1.4 Kombinirane metode

Za višinsko predstavitev terena se lahko uporabi tudi kombinacija različnih metod. Najpogosteje se kombinira uporaba plastičnih in geometrijskih metod, torej plastnic in senčenja. Prednost kombinacije je v vtisu plastičnosti reliefa.



Slika 11: Uporaba senčenja in plastnic pri izdelavi florisne karte

Vse zgoraj naštet in opisane metode se uporabljajo za upodobitev terena tlorisnega prikaza. Že več stoletij pa se srečujemo z upodobitvijo zemljišča v poševnem pogledu. Takšno karto imenujemo panoramska karta. Problem zaznave tretje dimenzije se v tem primeru zmanjša, saj oblikovitost v tem pogledu zaznavamo na osnovi senčenja, velikosti, zabrisanosti itd. Panoramske karte pa imajo ob svojih pozitivnih lastnostih tudi določene negativne. Onemogočeno je določevanje horizontalnih koordinat zaradi dinamičnega merila.



Slika 12: Panoramska karta izdelana z uporabo računalniške tehnologije

## 7 ZAZNAVANJE ALI PERCEPCIJA KARTE

Percepcijo ali zaznavanje lahko opredelimo kot psihološki proces, pri katerem posamezniki interpretirajo informacije iz okolja ter si oblikujejo lastno sliko o svetu, ljudeh, dogodkih ali razmerah v katerih živijo. Ker si vsak posameznik razlaga informacije iz okolja na svoj način, se njegove percepcije običajno znatno razlikujejo od objektivne stvarnosti. Trdimo lahko, da različni subjekti nikoli enako ne zaznavajo in interpretirajo istih objektivnih dejstev. (Treven, 1998)

Karta je po definiciji znakovna slika, ki vsebuje podatke o stvarnem svetu. Podatki, ki so prikazani na karti uporabniku ne povedo ničesar, dokler jih ne zazna s čutili in si v možganih ustvari miselne slike karte. Na osnovi te slike uporabnik pridobi informacije o prostoru, ki ga prikazuje karta. Miselna karta pa se razlikuje od uporabnika do uporabnika, čeprav vsi uporabljajo isto karto. Razlog za to je v ljudeh, v različnosti naših sposobnosti zaznavanja, prostorske predstavljalnosti, izkušenosti itd. Prav tako pa se miselna slika razlikuje od stvarnosti. Do tega pojava pride zaradi generalizacije karte in sposobnosti zaznavanja pri človeku. (Petrovič, 2001)

Čutila, ki se uporabljata pri zaznavanju v kartografiji sta vid in sluh, pogojno tudi tip. Vidni kanal je zelo široko prepusten, vendar je tudi izjemno selektiven zaradi ogromne količine zaznanih informacij. Ljudje smo sposobni zaznavati svetlobo med 400 in 700 nm. Zaznano barvo oziroma svetlobo določene valovne dolžine človek v možganih obdela in interpretira ter na osnovi interpretacije barve, simpatije do barve in izkustvene vrednosti barve, naredi barvni vtis o predmetu. Zato je zelo pomembno s katero barvo je objekt na karti prikazan, še posebej ob uporabi različnih barvnih kombinacij.

Narejenih je bilo že ogromno raziskav o barvah, ki jih imamo ljudje najraje. Najljubše barve se razlikujejo od kulture do kulture in se spreminjajo tudi glede na različne starostne skupine. Otroci imajo najraje tople barve, predvsem rdečo, sledita pa modra in zelena. Te barve se pogosto uporabljajo v šolskih atlasih in podobnih kartah, namenjenim mlajši populaciji. Med odraslimi ljudmi v zahodnjaški kulturi je najbolj priljubljena barva modra, sledita pa zelena in rdeča. Najmanj zaželeni barvi sta oranžna in rumena. (Robinson et al., 1995)

Zelo velik pomen ima v procesu človeške zaznave kratkoročni spomin, ki ima sposobnost, da si lahko zapomni samo nekaj informacijskih enot hkrati. Če ga »preobremenimo«, torej mu pošljemo preveliko količino informacijskih enot, je proces pridobivanja informacij s kratkoročnim spominom neuspešen. Z vizualnim ali akustičnim ponavljanjem se obdelava prejetih informacij krepko izboljša.

### **7.1.1 Zaznavanje trirazsežnih prikazov**

Ob primerjavi trirazsežne in klasične kartografije je bilo ugotovljeno, da je zaznavanje poteka reliefa in objektov na območju prikaza za ljudi dosti enostavnejše pri 3R kartografiji. Uporabnik s čutili na 3R karti neposredno zazna omenjena elementa karte. Na klasični karti pa si mora na podlagi pogojnih znakov najprej sestaviti miselni model reliefa ter analizirati kako je relief videti, kar je pri razgibanih terenih zelo zapleten proces. Šele kasneje lahko na miselnem modelu reliefa opravi različne analize. Strokovnjaki menijo, da smo ljudje dosti bolj dovzetni za trirazsežne prikaze, saj le-ti stimulirajo veliko več nevronov in je na ta način v reševanje problema vključen večji del možganov. (Robinson et al., 1995)

### **7.1.2 Zaznavanje kart na različnih medijih**

Najpogostejša medija prikaza kartografskega gradiva sta papir in zaslon. Zato je bilo narejenih kar nekaj raziskav, ki med seboj primerjajo omenjena medija glede na sporočilnost prostorskih geografskih podatkov. Takšni raziskavi je naredil tudi Yufen (1999).

V raziskavi so sodelovali študentje geodezije, in sicer so bili razdeljeni v dve skupini. V prvi skupini so bili študentje geodezije nižjih letnikov, v drugi pa bolj izkušeni študentje višjih letnikov. Prva skupina je dobila kot predmet testiranja karto v analogni obliki, druga skupina pa skenirano karto na zaslonu (možnost uporabe funkcij pomanjševanja in povečevanja ter premikanja).

S prvo raziskavo je Yufen poskušal ugotoviti, katero karto bolje zaznamo v smislu, da iz nje pridobimo več informacij. Ugotavljal je tudi, kako karto interpretirajo različno izkušeni uporabniki kart. Študentje obeh skupin so imeli na razpolago neomejeno količino časa, da karto preberejo, nato pa so morali čim hitreje odgovoriti na zastavljena vprašanja. Vprašanja so se nanašala na medsebojne odnose objektov na karti kot je npr. medsebojna razporeditev

pokrajnin. Raziskovalec je ugotovil, da so testiranci iz prve skupine (karta v analogni obliki), za odgovarjanje potrebovali več časa, vendar so odgovorili mnogo bolje. Ugotovitev raziskave je tudi ta, da je medsebojno lego objektov lažje določiti na papirju, kjer vidimo celotno vsebino naenkrat kot pa na zaslonu, kjer naenkrat vidimo le del vsebine in si zato težje ustvarimo splošno predstavo.

V drugi raziskavi je avtor ponovno primerjal karto na papirju in zaslonsko karto. Cilj raziskovanja je bila primerjava miselne karte, ki se ustvari v možganih kot miselni proces branja karte za primera tiskane in zaslonske karte. Testiranci so imeli 90 sekund časa za branje karte, nato pa so morali narisati karto in odgovoriti na vprašanja v zvezi z vsebino karte. Ugotovljeno je bilo, da je na zaslonski karti težje ločiti razrede in tudi težje oceniti razdalje, saj merilo ni fiksno. Zaradi možnosti pomanjševanja in povečevanja, se znaki enakih oblik ne smejo pojavljati, saj uporabnik med njimi zelo težko zazna razliko.

## **8 TRIRAZSEŽNE KARTE**

### **8.1 Vrste trirazsežnih kart**

Trirazsežne karte lahko ločimo glede na (Zavadlav, 2003):

- način prikaza: znakovni ali fotorealistični prikaz ter
- dinamičnost prikaza: statična slikovna karta ali animirani kartografski prikaz.

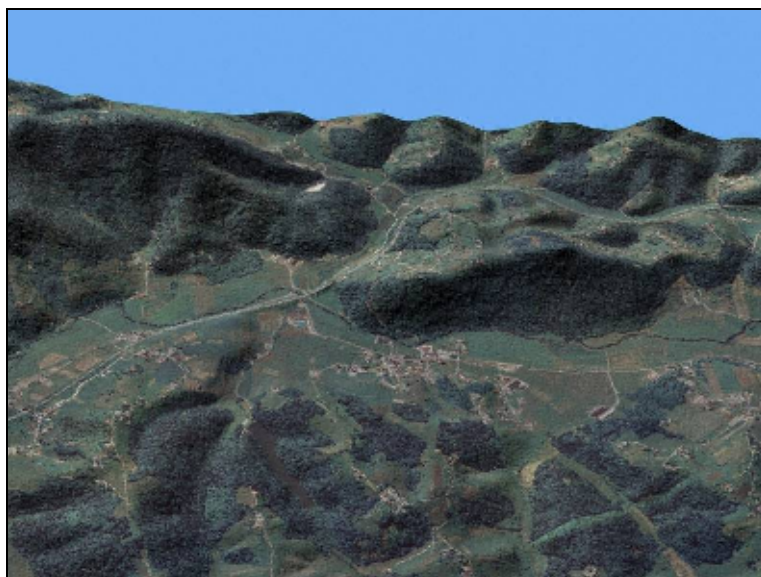
V diplomski nalogi sem se osredotočil na statične slikovne karte, medtem ko animiranih kartografskih prikazov nisem obravnaval.

#### **8.1.1 Načini prikaza 3R kart**

Poznamo dva osnovna načina prikaza trirazsežnih kart, in sicer fotorealistični in znakovni prikaz. Bistvo prvega je karto čim bolj približati realnemu stanju, drugi pa prikazuje objekte in pojave s kartografskimi znaki ter upošteva zakonitosti kartografske generalizacije in oblikovanja.

##### **8.1.1.1 Fotorealistični prikaz**

Na trgu se pojavlja ogromno najrazličnejše programske opreme, ki omogoča trirazsežne upodobitve prostorskih modelov (reliefa in posameznih objektov). Težnja programskih paketov za izdelavo fotorealističnih modelov je ta, da se pri izdelavi le-teh čim bolj približamo stvarnosti. Vendar pa očesu prijazne realistične 3R karte nikakor ne morejo nadomestiti klasičnih kart v informacijskem smislu. Strokovno so visoko realistične upodobitve sprejemljive le pri prikazu iz velike bližine, kjer so objekti in pojavi razločno vidni. Pri oddaljenih objektih, zaradi omejenosti z ločljivostjo medija in zaznave človeškega očesa, prikaz postaja čedalje bolj neprepoznaven. Za boljšo preglednost 3R karte je zato nujna kartografska generalizacija in modeliranje prikaza s kartografskimi znaki.



Slika 13: Fotorealističen prikaz odseka občine Slovenske Konjice (DMR + DOF)

### 8.1.1.2 Znakovni prikaz

Vsebino 3R karte (objekte in pojave) lahko prikažemo s kartografskimi znaki. Pri takšnem prikazu se upoštevajo zakoni kartografske generalizacije, zato stanje v naravi in stanje na karti ni povsem identično. Manjši, nepomembni objekti so lahko izpuščeni, prikazani pa so večji in pomembnejši.



Slika 14: Znakovna karta (DMR + Topografska karta 1:25.000)

3D znakovna karta je manj obremenjena in zato omogoča uporabniku pridobivanje informacij, ki mu jih karta nudi, v krajšem časovnem intervalu. Fotorealistični prikaz vsebuje ogromno količino podatkov, zato uporabnik potrebuje veliko časa za pridobivanje informacij. Moje mnenje je, da je idealna kombinacija obeh prikazov. Karto torej prikažemo s kartografskimi znaki z uporabo pravil generalizacije in se hkrati poskušamo čim bolj približati realnosti. Na ta način so pomembni objekti, ki so prikazani s 3R kartografskim znakom, hitro opaženi, karta pa še vedno daje vtis realističnosti.

### **8.1.2 Statična slikovna karta**

Statično slikovno karto dobimo z naprej določenim perspektivnim pogledom na 3R kartografski model. Določimo položaj opazovalca oziroma kamere v koordinatnem sistemu, azimut smeri pogleda, višinski kot ter vidno polje. Težava takšnega načina prikaza je ta, da lahko z enim samim pogledom upodobimo le določen del objektov in pojavov, veliko pa jih ostane skritih za reliefnimi oblikami ali drugimi 3D objekti.

### **8.1.3 Panoramska karta**

Sam bi definiral panoramsko karto kot karto, ki jo sestavlja kombinacija fotorealističnosti, znakovnega prikaza in perspektivnega pogleda. V geografskem slovarju pa je definirana kot: «Panoramska karta je slika dela pokrajine gledane iz izpostavljene točke. Pokriva znatni del površine do horizonta in poudarja bližnje detajle ter ozadje. Pri izdelavi se lahko uporabljajo različne geometrične metode». (Monkhouse, F.J., 1974, cit. po Patterson, T., 2001)

## **8.2 Uporabnost in uporaba 3R kart**

Izdelava 3R karte je v današnjem času, dobi računalnikov, tesno povezana z izdelavo 3R kartografskih modelov. Iz tega lahko sklepamo, da so omejitve pri izdelavi kart predvsem v zmogljivostih računalnika.

Uporabnost karte je odvisna predvsem od uporabnika in njegovega namena uporabe karte ter sposobnosti branja le-te. Nekdo, ki je se je odpravil na turistični ogled določene občine, si



mora priskrbeti ustrezno karto in sicer turistično karto občine. Banalen primer napačnega izbora karte bi bila karta rudnih nahajališč na tem območju.

Pomembno je tudi dobro poznavanje kartografskih znakov in sposobnost predstave zemljišča. Prav tako pa mora biti ustrezen izbor merila (preveliko merilo vsebuje preveč podatkov, majhno pa prikazuje območje preveč posplošeno), kartografske projekcije (ali bomo karto uporabljali v kartometrične namene), starosti karte (lahko se zgodi, da je del avtoceste zgrajen na novo), načina prikaza itd.

Uporabnika ob uporabi karte največkrat zanima pridobivanje kartometričnih podatkov (razdalje, površine, višine ipd.), generalna orientacija v prostoru, enolična določitev posameznega topografskega objekta in atributiranje objektov (imena, lega itd.).

3R karte so v zadnjem desetletju oziroma dveh doživele pravi razcvet in se uporabljajo na številnih področjih v raznovrstne namene:

- prostorsko planiranje in arhitektura – prostorski planerji in arhitekti uporabljajo obstoječe fotorealistične modele zgradb in kartografske modele mestnega okolja z namenom upodobitve načrtovanega stanja in posegov v prostor. 3D karte se lahko uporabljajo tudi za zbiranje informacij z namenom restavriranja unikatnih pročelij stavb,
- izobraževanje – nekateri učenci, dijaki in študenti imajo velike težave z uporabo šolskih atlasov ter klasičnih kart pri predmetih zgodovine in geografije. Zato 3D karte precej izboljšajo kvaliteto učenja in zanimanje učencev za predmete, saj je pri njih zaznavanje prostora lažje, prikaz stvarnosti pa bližje realnosti,
- oblikovanje in oglaševanje – 3D turistične karte dajejo bolj realističen vtis mesta in okolice kot klasične 2D karte,
- transport – 3D karte so uporabne za planiranje najrazličnejših transportnih poti,
- onesnaževanje – karte so lahko uporabljene za prikazovanje razširjenosti različnih vrst onesnaževalcev,
- turizem – turistična podjetja lahko prikažejo turistično ponudbo na 3D kartah. Cerkev ni potrebno upodobiti s topografskim znakom, ampak jo lahko izdelamo v programu za 3D modeliranje in jo na ta način približamo realnosti. Izdelan model kasneje dodamo v 3D kartografski model in izvedemo upodobitev modela (3D karto).

Kot zanimivost naj v poglavju dodam še to, da se je 3R kartografija pričela uporabljati tudi v svetu računalniških iger. Pojavljajo se igre, predvsem akcijske, bolj znane kot »streljačine«, ki se dogajajo v povsem realnem okolju, navadno v mestu ali predelu mesta. Pri ustvarjanju igračarskega okolja se uporabljajo obstoječi 3R modeli mest. Primer igre je Unreal tournament 2003 in se odvija v kampu ene izmed ameriških univerzitet.



Slika 15: Scena iz igre Unreal tournament 2003

### 8.3 Upodobitve 3R kartografskih modelov

Danes so zelo uporabljane in razširjene dvodimenzionalne upodobitve 3R kartografskih modelov. S spodnjim diagramom je površno, torej brez posameznih detajlov, prikazan potek izdelave 3R karte, podrobneje pa bom vsak korak opisal v nadaljevanju diplomske naloge.

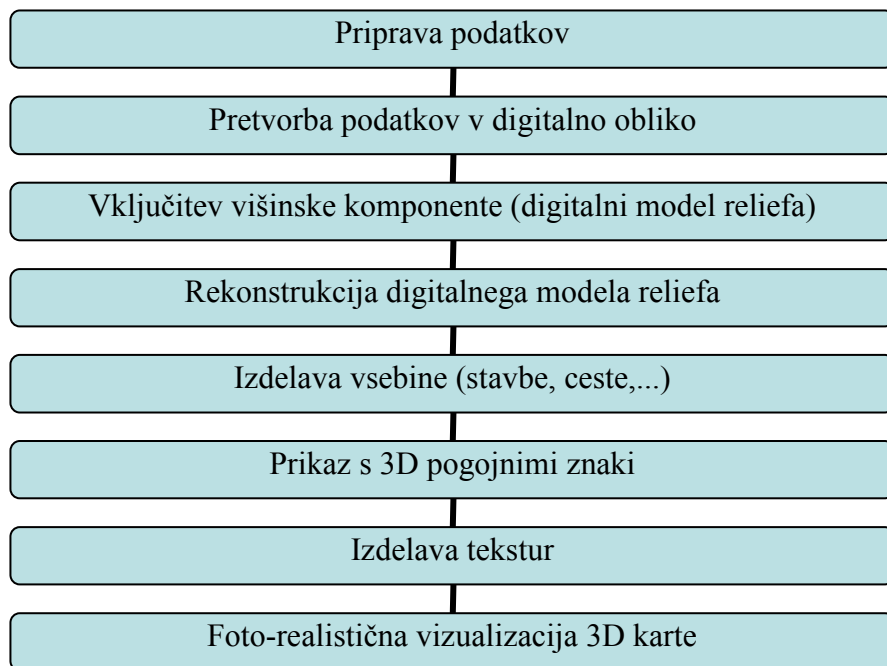


Diagram 1: Potek dvodimenzionalne upodobitve 3D modela

Pri vizualizaciji 3R modelov je zelo pomembna izbira položaja »kamere« in smer pogleda, ki sta lahko poljubni. Vsem dobro poznana sta tlorisni pogled in pogled vzporeden z ničelno ploskvijo. Rezultat slednjega je prerez oziroma profil zemljišča, z uporabo tlorisnega pogleda pa dobimo klasično 2R karto.

Projekcijske žarke lahko konstruiramo na dva načina:

- vzporedno – omogočajo ortogonalni pogled, ki omogoča določitev geografske lege posamezne točke,
- žarki se stekajo v točko v ozadju – perspektivni pogled, ki je dosti bližje človeškemu gledanju in zaznavanju.

Kot sem že v diagramu nakazal, je najpogosteje uporabljen dvodimenzionalen prikaz 3R modela izbran pogled digitalnega modela reliefa. Dopolnilo golemu modelu reliefa je lahko uporaba ene izmed tehnik predstave višinske komponente. Pogosto se uporablja poltonsko senčenje in hipsometrična metoda.

Naslednji korak približevanja karte uporabniku, je napenjanje rastrske slike na digitalni model reliefa. Uporabimo lahko ortofoto posnetke (DOF), satelitske podobe ali obstoječe topografske karte. Tako poleg reliefa dobimo še prikaz objektov in pojavov na zemljišču. Ob napenjanju karte na DMV, je prepoznavnost objektov in pojavov na 3R karti zaradi prikaza s pogojnimi znaki in kartografske generalizacije precej večja kot v primeru napenjanja DOF-a ali satelitske podobe.

Model reliefa lahko prekrijemo tudi z vektorsko podatkovno strukturo. S tem karta pridobi na preglednosti in kvaliteti berljivosti, seveda ob predpostavki, da je vsebina ustrezno oblikovana.

## 9 ZGRADBA IN VSEBINA 3R PANORAMSKIH KART

V poglavju se bom osredotočil na dejansko zgradbo in oblikovanje vsebine 3R panoramskih kart. Smiselno sem potek izdelave 3R panoramske karte jih razdelil v naslednje vsebinske sklope:

- matematična osnova karte (kartografske projekcije in koordinatni sistemi),
- digitalni model reliefa,
- nanosni sloji (rastrski, vektorski, 3D objekti, napisi itd.),
- načini pogledov opazovalca oz. kamere,
- orientacija karte,
- smer osvetlitve.

### 9.1 Matematična osnova karte

Zemeljsko površje je matematično funkcijsko neopisljivo in je fizikalno definirano kot geoid. Geoid je telo s konstantno silo teže v vsaki točki njegovega površja. Zaradi neenakomerne porazdelitve mas ima geoid vdolbine (na mestih oceanov) in izbokline (kjer so gorovja). Najboljši približek geoidu je rotacijski elipsoid, t.j. telo, ki ga dobimo, če elipso zavrtimo okoli svoje osi. Vendar se rotacijski elipsoid na različnih delih Zemlje različno prilega njeni obliki. Zato se namesto enega samega elipsoida za celoten planet, uporablja večje število rotacijskih elipsoidov. Vsaka država si je izbrala tistega, ki se najbolj prilega površini na njenem območju. Takšen izbran elipsoid poimenujemo referenčni elipsoid. (Stopar, 2005)

Najbolj uporabljan globalni elipsoid je WGS 84, ki ga uporabljajo za določitev lege v zvezi NATO, uporablja pa se tudi za navigacijo na morju in v zraku ter kot osnova za določitve lege z GPS.

Položaj točke na ploskvi elipsoida se glede na ekvator in začetni meridian določi z dvema koordinatama  $\varphi$ ,  $\lambda$ :

- $\varphi$  ... geografska širina je kot med normalo točke T in ekvatorialno ravnino,
- $\lambda$  ... geografska dolžina je kot med ravnino položeno skozi rotacijsko os in ravnino, ki je pravokotna na ekvatorialno ravnino in gre skozi točko T. (Peterca, 2001, 17-20)

Poleg horizontalne določitve položaja pa nas zanima tudi višina točke. Pri določevanju elipsoidnih koordinat, se za višinsko predstavitev uporablja elipsoidna višina. Navadno pa ta višina za povprečnega uporabnika nima uporabne vrednosti, zato jo je potrebno preračunati na normalno ortometrično višini, ki je bolj široko uporabljen tip višine. Ortometrična višina je definirana kot razdalja od točke do geoida, merjeno vzdolž težiščnice. (Stopar, 2005)

Pri upodobitvi 3R kart se namesto elipsoidnih koordinat večinoma uporabljajo kartezične koordinate, saj večina programskih paketov (CAD) za 3R modeliranje uporablja le-te. Programi izdelani za potrebe 3R kartografskega modeliranja pa omogočajo tudi pretvorbo koordinat iz enega koordinatnega sistema v drugega na osnovi transformacijskih elementov.

### **9.1.1 Kartografske projekcije**

Kartografska projekcija je diferencialna geometrična preslikava površine elipsoida ali krogle v projekcijsko ravnino. Cilj preslikave je transformacija tridimenzionalne površine zemeljskega elipsoida v njeno dvodimenzionalno sliko na projekcijski ravnini. (Peterca, 2001)

Kartograf, ki izdeluje 3R karto, mora za upodobitev izbrati primerno kartografsko projekcijo. Projekcija definira, kako se teren preslika oziroma transformira v slikovno ravnino. Proces je enak tako pri tradicionalni analogni, ki zahteva ogromno količino delovnih ur, kot pri moderni računalniški izdelavi panoramskih kart. Termin kartografska projekcija se v svetu računalnikov čedalje pogosteje nadomešča z izrazom »kamera«.

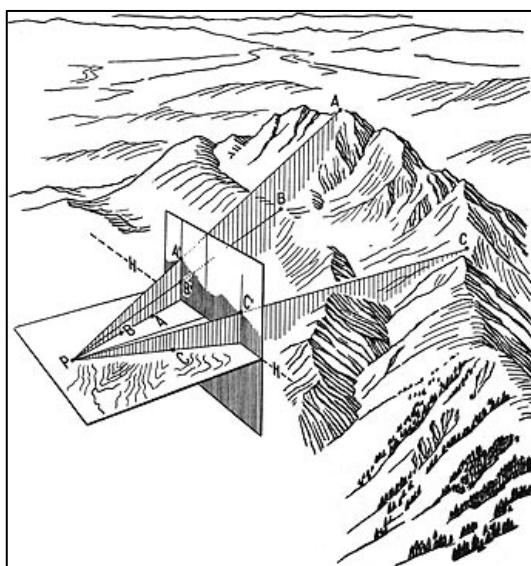
Sodobni programski kartografski paketi omogočajo izdelavo 3R panoramskih kart z uporabo predoločenih kartografskih projekcij. Najpogosteje uporabljena projekcija v 3D kartografiji je zagotovo centralna perspektivna projekcija. Pogosta je tudi ortogonalna poševna projekcija, kjer so projektivni žarki med seboj paralelni. Uporabljajo pa se še naslednje projekcije, ki pa so v pakete zelo redko vključene (Jenny, 2004):

- progresivna projekcija (Progressive projection),
- projekcija »fisheye« (Fisheye projection),
- »Rubber projekcija« (»Rubber projection«) in
- odsekovna krožna projekcija (Circle section projection)

### 9.1.1.1 Centralna projekcija

Kamera in oko tradicionalnega ustvarjalca panoramskih kart (slikarja) delujeta na enak način. Oba uporabljata svetlobne žarke, ki izhajajo iz izhodišča, torej iz očesa oziroma kamere, v določeni smeri. Vsak žarek preseka slikovno ravnino in teren. Na sliki imamo primer centralne projekcije, kjer žarki izhajajo iz točke P. Žarek A se stika s terenom v točki A, v slikovni ravnini pa je sečišče točka A'. Izdelovalec panoramskih kart sedaj poslika območje okoli točke A' z barvo, ki je enako kot v okolici točke A. Podobno se dogaja tudi v procesu vizualizacije 3D kartografskega modela v kartografskih programskih paketih – na virtualni slikovni karti se vsakemu pikslu priredijo barvne vrednosti točke A.

Prednost projekcije je predvsem v izrednem 3D vtisu, saj posnema človekov način gledanja okolja. Težave se pojavijo, kadar želimo na karti, ki je izdelana s centralno projekcijo opraviti kartometrične naloge. Meritve na karti nam onemogočajo nevzporedni projekcijski žarki, zaradi katerih se merilo vzdolž karte spreminja.



Slika 16: Projekcijski žarki in slikovna ravnina pri centralni projekciji

### 9.1.1.2 Ortogonalna poševna projekcija

Karte izdelane z uporabo ortogonalne poševne projekcije imajo določene prednosti in slabosti v primerjavi z ostalimi projekcijami. Zaradi vzporednosti projekcijskih žarkov karta ni

deformirana, torej merilo vzdolž karte je konstantno. Zaradi konstantnosti merila je na takšnih kartah mogoče meriti razdalje med posameznimi objekti, vendar le ob predpostavki, da ležijo na enaki nadmorski višini. Merilo omogoča tudi ogled karte po odsekih. Težava opisane projekcije je v nenavajenosti uporabnika na prikaz karte s to metodo, saj prevladuje način prikaza s centralno projekcijo. Strokovnjaki jo neradi uporabljajo zaradi težav, ki se pojavljajo pri prikazu reliefa – ni tako močnega prostorskega občutka in zadnja pobočja strmih gorovij so delno nevidna (Patterson, Jenny, 2007). Za večji prostorski vtis lahko uporabimo alternativno metodo in sicer metodo ukrivljenega horizonta. Skrajni primer uporabe metode je Berannova panorama Dolomitov.



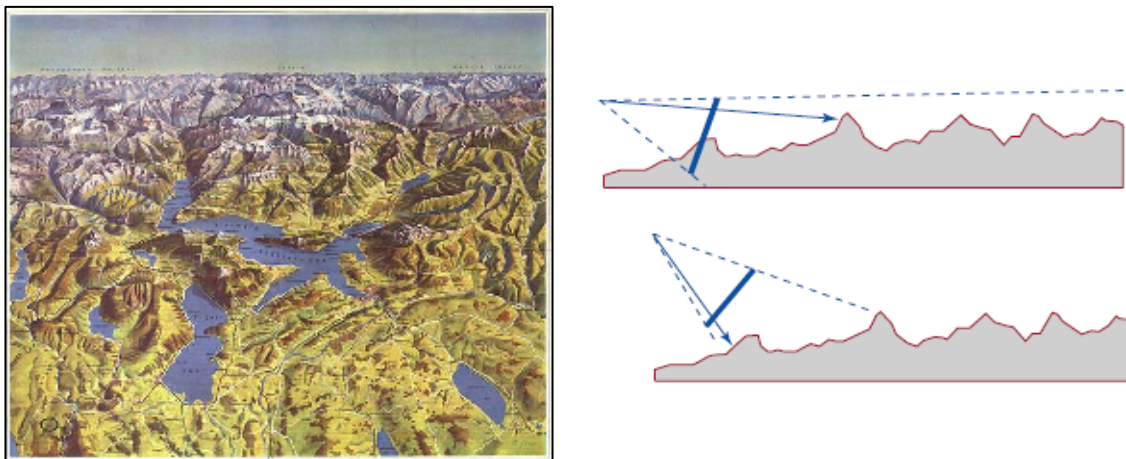
Slika 17: Panoramska karta Dolomitov izdelana v ortogonalni poševni projekciji (avtor H.Berann)

### 9.1.1.3 Progresivna projekcija

Progresivna projekcija je »nadgradnja« centralne projekcije. S projekcijo umetno ukrivimo teren v ospredju, da dosežemo večji tridimenzionalni vtis na karti. Možni sta dve alternativni poti, da dobimo želen rezultat:

- digitalni model reliefa lahko umetno ukrivimo,
- prevajalnik (iz 3D modela v karto) kombinira s karakteristikami dveh kamer. Prva kamera prikaže prednji del precej strmo, druga kamera pa teren ob horizontu (v ozadju) bolj ploščato. Prevajalnik interpolira parametre obeh kamer z uporabo linearne interpolacije.





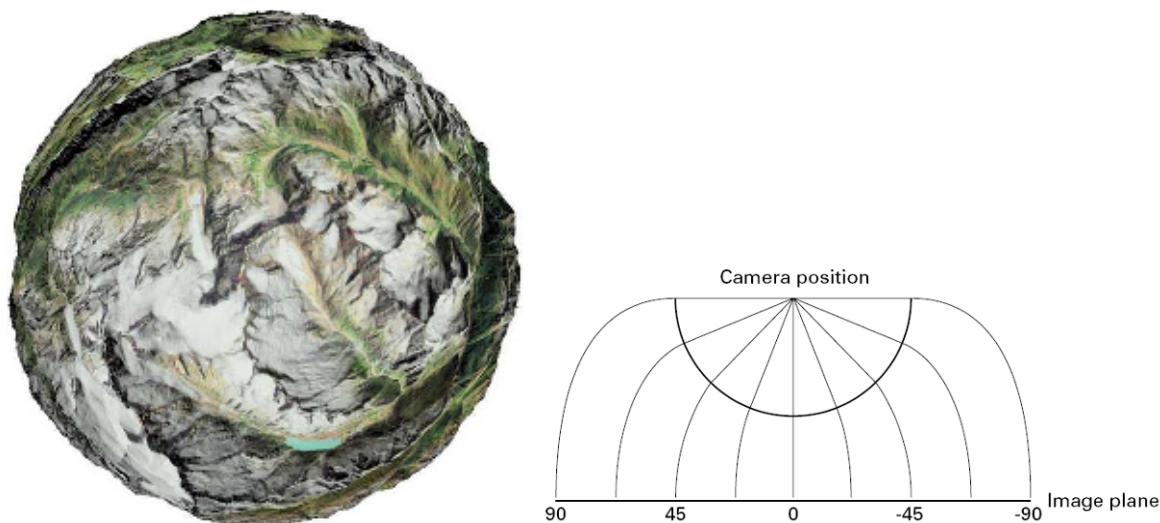
Slika 18: Panoramska karta Luzerna izdelana v progresivni projekciji ter projekcijski žarki (avtor M.Bieder)

#### 9.1.1.4 Projekcija »fisheye«

Karta izdelana v projekciji »fisheye« je za neizkušenega uporabnika težje razumljiva in zato iz nje tudi težje pridobiva koristne informacije. Karta v omenjeni projekciji pritegne pozornost predvsem zaradi oblike.

Način preslikave površine planeta v projekcijsko ravnino je precej enostaven. Najprej »kamera« projicira okoliški relief na kroglo. Nato se projicira še slika na krogli v slikovno ravnino.

Uporabljeni so lahko različni vidni koti kamere, vse do 360°. Na sliki je prikazana upodobitev polkrogle z uporabo »fisheye« projekcije (180°).



Slika 19: Karta izdelana v projekciji »fisheye«

### 9.1.1.5 »Rubber projekcija«

Cilj projekcije je prikazati najpomembnejše predele terena tako, da bodo na 3R panoramski karti najbolj izstopali. Projekcija izhaja iz progresivne projekcije. Oblikovalec karte se ob uporabi »Rubber projekcije« odloči za velikost reliefne oblike v horizontalnem in vertikalne smislu (gorovje, vulkan ipd.) predvsem glede na namen karte.

Na sliki spodaj je kartograf hotel prikazati vulkan kot glavno turistično atrakcijo področja, zato se je odločil, da mu dodeli večjo površino na karti in umetno poveča njegovo višino. S tem vulkan pridobi na mogočnosti in vpadljivosti. Ostale reliefne oblike so umetno rotirane, premaknjene ter povečane ali pomanjšane.

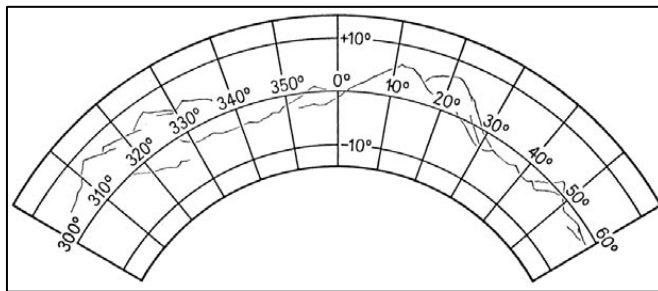


Slika 20: Panoramska karta Villarica izdelana v »Rubber« projekciji (avtor Königs)

### 9.1.1.6 Odsekovna krožna projekcija

Odsekovna krožna in krožna projekcija sta dobili ime po E. Imhof. Uporabljata se predvsem za prikaz vrhov, vendar sta dokaj redko uporabljene. Točka gledanja pri odsekovni krožni projekciji je geometrijski center krožnega odseka. Če karta vsebuje še imena vrhov gora, uporabnik enostavno in hitro poveže lokacijo na karti z realnim svetom. (Jenny, 2004)

Za lažjo predstavo bom navedel primer upodobitve karte z omenjeno projekcijo. Stojimo na vrhu Triglava in opazujemo vrhove okoli nas. Najprej upodobimo Grintavec, nato Razor, Škrlatico itd., in sicer kot bi s pogledom izvajali girusno metodo - od levega vrha proti desnemu.



Slika 21: Odsekovna krožna projekcija (avtor Imhof)

## 9.2 Digitalni model reliefa

Ključna komponenta vsake panoramske karte je zemeljsko površje, ki ga lahko opredelimo kot zvezno trirazsežno. Prikazali bi ga lahko z neskončnim številom diskretnih točk, ki bi bile podane s trojico koordinat. Vendar pa je v realnosti takšen način upodobitve terena neizvedljiv, zato se kot osnova v trirazsežnem kartografskem modelu uporablja digitalni model reliefa (DMR).

### 9.2.1 Definicija

DMR je način opisa oblikovanosti zemeljskega površja, ki vključuje višinske točke, značilne črte in točke reliefa ter druge elemente, ki ga opisujejo (naklone, plastnice, padnice itd.). V primerjavi z DMR-jem vsebuje digitalni model višin (DMV) za opis površja samo višine točk, največkrat zapisane v obliki celične mreže (GRID ali TIN). Glede na to, da vsebuje DMR tudi vse elemente DMV-ja, lahko za obe vrsti opisa reliefa uporabimo poenostavljen in nekoliko površen izraz digitalni model reliefa – DMR. (Podobnikar, 2002)

### 9.2.2 Oblike mreže

Glede na geometrične odnose med točkami ločimo (Rihtaršič in Fras, 1991):

- pravilne gride,
- nepravilne gride,
- polpravilne gride.

Pravilna mreža je mreža, kjer je osnovna celica DMR-ja kvadrat ali trikotnik. Kodiranje podatkov je zaradi pravilnosti mreže enostavnejše, izgubijo pa se določene informacije o lokalnih ekstremih reliefa, če le-ti padejo izven vozlišč. Uporaba je primerna le za manj natančne interpretacije reliefa.

Nepravilna mreža ne podaja implicitnih topoloških odnosov in navadno služi kot baza podatkov za interpolacijo v pravilne ali polpravilne gride DMR. Osnovna prednost nepravilnih mrež je v dobri prilagodljivosti terenskim karakteristikam, vendar za ceno zamudnejših in zahtevnejših interpretacijskih postopkov v nadaljnjih korakih obdelave.

Polpravilne oblike mreže se uspešno prilagajajo terenskim značilnostim, saj se mreža na območjih večje razgibanosti terena zgosti.

### 9.2.3 Modeli reliefa Sloveniji

Prvi model reliefa DMR 100 za celotno območje Slovenije je začel nastajati v sedemdesetih letih in je bil končan leta 1984. Izdelan je bil z digitalizacijo višinskih točk s pravilno kvadratasto celično mrežo ločljivosti 100 metrov. Zaradi počasnega in zamudnega dela so pred zaključkom DMR 100 izdelali še DMR 500, vendar pa le ta ni bil nikoli množično uporabljan zaradi slabe ločljivosti in točnosti.

V devetdesetih letih obstoječi digitalni model reliefa ni več ustrezal večini potrebam po kakovostnih analizah. Zato so skupaj z digitalnimi ortofoto načrti merila 1:5000 (DOF 5) pričeli z izdelavo DMV-ja z ločljivostjo 25 m (DMR 25). DMR 25 ima visoko lokalno višinsko natančnost, vendar pomanjkljivo geomorfološko nehomogenost.

Leta 2000 je bil izdelan še digitalni model višin InSAR DMV 25 s tehniko radarske interferometrije (Oštir, 2000), ki ima ločljivost 25 metrov. Z interpolacijo tega modela je bil izdelan digitalni model višin s celično mrežo ločljivosti 100 m (InSAR DMV 100).

Leta 2002 se je v Sloveniji začel izdelovati prototipni DMR ločljivosti 20 m za osmino Slovenije. Na podlagi zbranih ugotovitev so v letih 2003–2005 izdelali za območje države in njeno širše okolice še natančnejši in bolj izpopolnjen DMR Slovenije z ločljivostjo 12,5 m.

Kot produkt CAS leta 2006 je bil izdelan še natančnejši DMR, in sicer DMR 5.

Trenutno ima Geodetska uprava RS v svoji ponudbi naslednje digitalne modele višin, ki pokrivajo vso Slovenijo:

- InSAR DMV 25 – višinska natančnost okoli 5,5 m,
- InSAR DMV 100 – višinska natančnost okoli 6,5 m,
- DMR 25 – višinska natančnost v povprečju do okoli 3,1 m,
- DMR 12,5 – višinska natančnost med 3,2 m in 3,4 m,
- DMR 5 – višinska natančnost boljša kot 3 m.

(<http://www.gu.gov.si/>)

#### **9.2.4 Obdelava DMR za potrebe izdelave panoramskih kart**

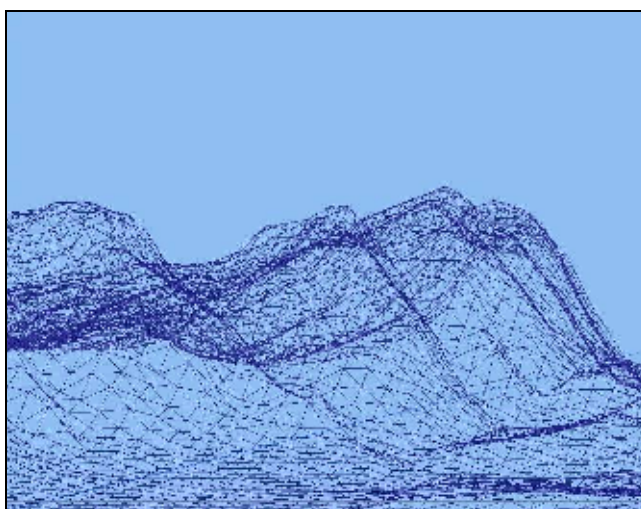
Menim, da je kvaliteten digitalni model reliefa in poznavanje orodij za obdelavo le-tega bistveni element v procesu izdelave karte in v veliki meri odloča o njeni vsečnosti, uporabnosti in kvaliteti. Obdelavo DMR-ja za potrebe izdelave panoramskih kart sem razdelil v naslednje metode:

- ustvarjanje, prestavljanje in rotiranje reliefnih oblik,
- povečevanje »kontrasta« digitalnega modela reliefa (absolutno in lokalno),
- generalizacija digitalnega modela reliefa (prevzorčenje),
- filtriranje.

Programsko opremo, ki se uporablja za zgoraj navedene operacije, lahko razdelimo v GIS in grafične aplikacije. GIS aplikacije se večinoma uporabljajo za prostorske analize in vsebujejo le nekaj osnovnih orodij za »upravljanje« z digitalnim modelom reliefa. Poudarek je na natančnosti. Procesi v GIS aplikacijah se izvajajo neposredno na DMR, torej ne spreminjajo vrednosti koordinat vozliščnih točk. Grafična programska orodja pa imajo velik nabor orodij za manipulacijo z DMR-jem. Pri slednjih je bistvo, da se vse operacije izvajajo s spreminjanjem sivinskih vrednosti rastrske slike, saj so višine podane s tonsko vrednostjo posameznega piksla.

Primeri najpogosteje uporabljenih aplikacij za manipulacijo DMR-ja so naslednji: MacDEM, MapRender3D Pro, MapRender3D Lite, MicroDEM, Natural Scene Designer, Photoshop, Cartagena, ArcView with 3D Analyst, Bryce, MapInfo in World Construction Set (WCS). Pri izdelavi panoramske karte občine Slovenske Konjice sem se osredotočil predvsem na paket WCS, testiral pa sem tudi Photoshop CS3. Za obdelavo digitalnega modela reliefa ima WCS

uporabno orodje (Painter), s katerim lahko sam ustvarjaš reliefne oblike, jih brišeš, poudarjaš, težave se pojavijo le pri premikanju in rotiranju le-teh. Pri uporabi Photoshopa pa se moramo zavedati, da obdelujemo navadno 16 ali 8-bitno rastrsko sliko (pri uporabi 16-bitne podobe so nekatera orodja onemogočena), ki dobi podobo digitalnega modela reliefa šele v kasneje uporabljenem programskem paketu (Bryce, WCS itd.). Predstava reliefa zato zahteva precej izkušenj in prostorske predstave.



Slika 22: Prikaz trikotniške strukture DMR v programskem paketu VNS2

#### 9.2.4.1 Ustvarjanje, prestavljanje in rotiranje reliefnih oblik

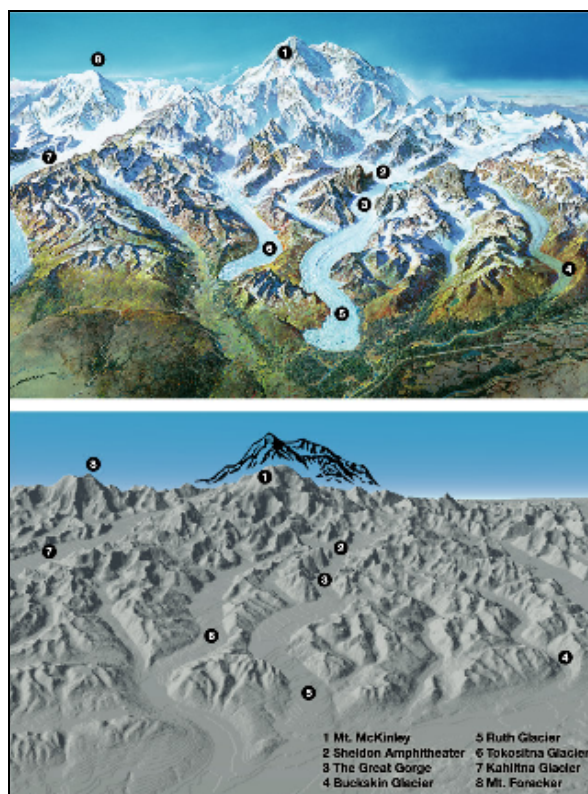
Že ob sami misli na panoramsko karto, se nam v glavi naslika gričevnato-hribovito območje, ki se zaključí z oddaljenimi zasneženimi vrhovi in puhastimi oblaki. Vendar pa se moramo zavedati, da so pogosto oddaljene gorske verige le plod kartografove domišljije ali metod rotiranja ter prestavljanja. Kompozicijo panoramske karte na nek način opredeljuje človeško oko. Zelo neestetski in nefunkcionalen bi bil prikaz območja, kjer se gorovje, ki ni ciljni objekt prikaza, razprostira sredi karte in zakriva celotno območje za njim. Seveda pa je takšna razporeditev primerna, če je omenjeno gorovje osrednja atrakcija. Kot sem že omenil lahko za mikavnejši izgled karte, gorovje sami ustvarimo ali pa ga prestavimo iz ene lokacije karte na drugo ter ga rotiramo. Prestavljanje in rotiranje reliefnih oblik je, odkar se za izdelavo ne uporablja več čopič, zaradi omejitev programske opreme precej omejeno, ni pa neizvedljivo. S »prilagajanjem« stvarnega sveta karta ne izgubi na svoji uporabnosti, saj so pomembnejši

objekti prikazani v ospredju, pridobi pa ogromno na izgledu. Če se nekoliko dotaknem ustvarjanja gorskih verig, menim, da je najpreprosteje uporabiti obstoječi DMV gorskega območja (npr. Kamniških Alp) in ga pripojiti k obravnavanem območju ter ga po potrebi nekoliko preoblikovati. To metodo predlagam predvsem za GIS aplikacije, saj se je z uporabo vgrajenih orodji precej težko približamo realnosti.

Naslednja metoda pa je uporaba »stampiljke« v Photoshopu. »Stampiljka« si zabeleži sivinske vrednosti izbranega števila pikslov, ki na nek način določa teksturo gorovja in jih prenese na odsek podobe oz. DMV-ja, kjer želimo postaviti gorovje. Nato del podobe, kjer je gorovje, še posvetlimo ali potemnimo, in s tem dosežemo zvišanje ali znižanje.

Na tržišču nisem zasledil programske opreme, ki bi omogočala enostavno rotiranje in premikanje reliefnih oblik, vendar menim, da se bo v bližnji prihodnosti to spremenilo.

Šolski primer ustvarjanja, premikanja in rotiranja geomorfoloških oblik je Beranova panorama narodnega parka Denali na Aljaski. Podal sem primerjavo dejanskega stanja reliefa in izdelane panoramske karte. Vidno je, da je Berann umetno ustvaril oziroma povišal Mt. Mckinley, razširil ledeniške doline za njihovo večjo vpadljivost itd. (Patterson, 2001)



Slika 23: Narodni park Denali – prikaz modifikacije reliefnih oblik

#### 9.2.4.2 Povečevanje »kontrasta« digitalnega modela reliefa

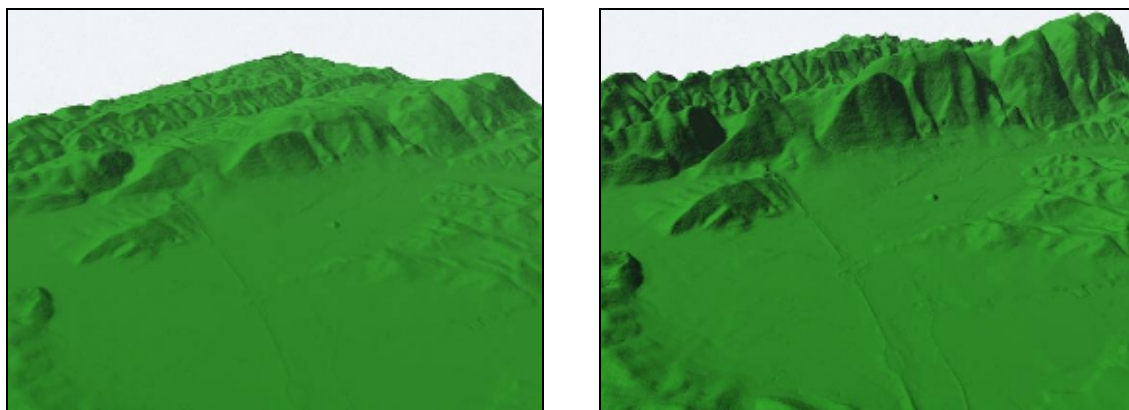
Digitalnemu modelu reliefa je v določenih primerih potrebno povečati »kontrast«, torej komponento Z skaliramo z določenim faktorjem. S tem dosežemo navidezno večjo razgibanost terena in omogočimo lažje prepoznavanje dolin, kotlin, gorovij in ostalih reliefnih oblik. Ločimo dva primera:

- globalno skaliranje in
- lokalno skaliranje.

Pri globalni metodi povečamo višino vsem točkam v digitalnem modelu reliefa, ko pa je govora o lokalnem skaliranju, se osredotočimo le na določen izsek DMV.

Vtis mogočnosti reliefnih oblik lahko ustvarimo tudi z načinom postavitve kamere. Grič, ki meri 100 metrov v višino, lahko s postavitvijo kamere ob njegovo vznožje predstavimo kot mogočno reliefno obliko, goro. Če pa kamero postavimo na višino 1000 m, bo izgledal precej manj veličastno.

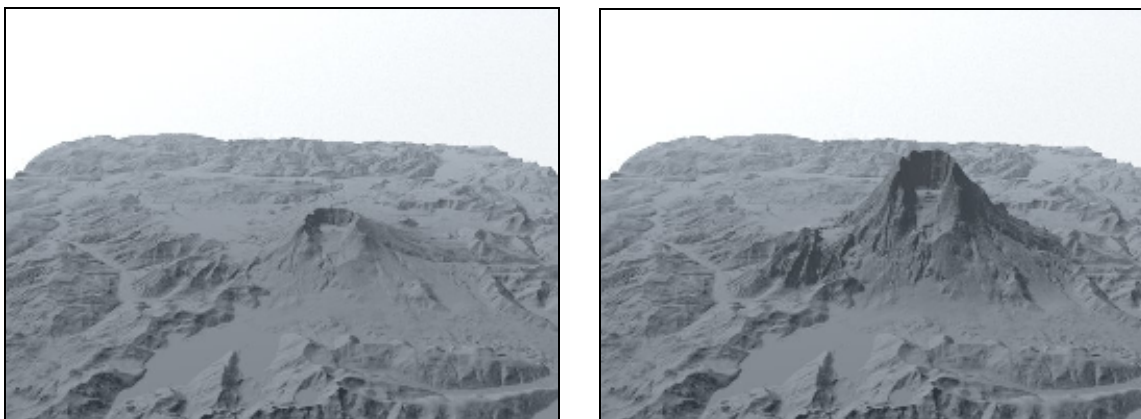
V GIS programske pakete so navadno vključena orodja, ki generalno poudarijo višinsko komponento reliefa, omogočajo pa tudi, da lahko opredelimo le določen del modela in »rutina« bo opravila skaliranje le na izbranem delu. Preprosto je spisati tudi kodo programa v enem izmed programskih jezikov, ki višino v DMV-ju pomnoži z določenim faktorjem. Navadno se uporabljajo faktorji od 1.5 do 3, odvisno od razgibanosti reliefa. Naslednja metoda je z uporabo Adobovega programskega paketa in sicer enostavno z osvetljevanjem ali potemnjevanjem rastra. S tem se sivinske vrednosti pikslov spremenijo, posledično pa se spremeni tudi višina kvadratov ali trikotnikov v mreži. Tudi ta program nam omogoča, da se osredotočimo le na določen izsek modela.



Slika 24: Prikaz »normalnega« in poudajenega DMR-ja občine Slov. Konjice



Lep primer lokalnega poudarjanja modela je vulkan sv.Helene.



Slika 25: Vulkan sv.Helene

#### 9.2.4.3 Generalizacija digitalnega modela reliefa

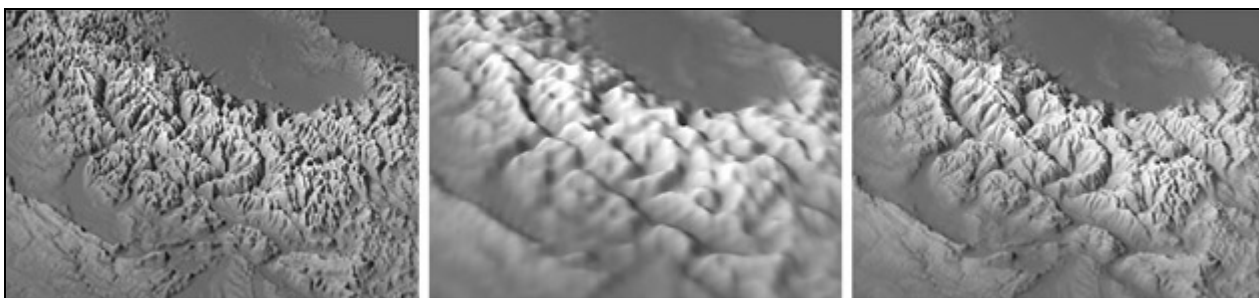
Na Geodetski upravi naročimo podatke DMR 12,5, vendar ugotovimo, da so za naše potrebe prenatanni in izpostavljajo podrobnosti, ki jih ne potrebujemo, ali pa so celo moteče. Soočimo se z nalogo generalizacije modela. Generalizacija DMR-ja je preprosto povedano sprememba velikosti mrežne celice. Če DMR 12,5 s postopki generalizacije pretvorimo v DMR 100, se velikost osnovne celice (oddaljenost med sosednjima vozliščema) iz 12,5 m spremeni na 100 m. Postopka se lahko lotimo na več načinov.

V GIS aplikacije so vgrajena orodja, ki omogočajo spremembo velikosti mrežne celice modela s spremembo nastavitev parametrov DMR. Pri tem se v ozadju programa odvijejo interpolacijski procesi med celicami modela.

Metode v grafičnih programskih paketih se nanašajo na spremembo ločljivosti rastrske slike. V primeru zmanjšanja resolucije podobe za polovico bomo dobili četrtno detajla prikazanega na originalu, nova podoba pa bo bolj gladka. Photoshop omogoča izvedbo interpolacije na tri različne načine:

- bikubična interpolacija,
- metoda najbližjega soseda in
- Gaussovo filtriranje.

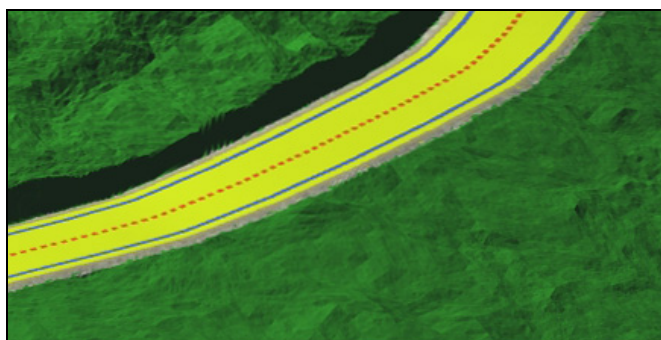
Najprimernejša metoda za proces generalizacije je metoda najbližjega soseda. Ob prehodu iz manjše v večjo resolucijo pa je primernejša metoda Gaussovega filtriranja, ki ne povečuje velikosti datoteke kot se to dogaja pri metodi najbližjih sosedov. (Patterson, 2001)



Slika 26: Generalizacija digitalnega modela višin. Levo: Izvorni podatki z dodanim vertikalnim nadvišanjem. Sredina: Prevzorčenje iz resolucije 1km na 8km. Desno: Združitev obeh slojev z zlivnim razmerjem 4:6.

#### 9.2.4.4 Filtriranje

Zgoraj omenjeni Gaussov filter se uporablja tudi pri filtriranju za potrebe umeščanja vodotokov, cest in ostale infrastrukture na digitalni model reliefa. Težava nastopi, kadar cesta ali katerikoli drugi linijski objekt poteka po hribovitem terenu. Ob neuporabi filtra je izgled precej komičen, saj je linijski objekt nagnjen toliko, kolikor je nagnjen teren. Uporaba Gaussovega filtra pa ustvari navidezne nasipe in oseke. Uporaba filtra je pogosta tudi v GIS programskih paketih (WCS, Bryce itd.)



Slika 27: Prikaz nasipov in osekov v programskem paketu VNS2 z uporabo funkcije »fractal depth«

### 9.3 Nanosni sloji

Iz prikaza digitalnega modela reliefa uporabnik zelo težko pridobiva informacije, ki mu jih leta ponuja. Informativno bogatejši so prikazi, kjer so na model višin položeni še rastrski ali vektorski sloji. Vsi nanosni sloji morajo biti v istem koordinatnem sistemu kot DMR, ker lahko le tako prevzamejo vse njegove prostorske lastnosti (obliko, ukrivljenost, itd.).

V diplomski nalogi sem nanosne sloje razdelil v tri pomembnejše skupine, ki pa se delijo še naprej v podskupine:

- rastrski sloji,
- vektorski sloji ter
- napisi.

### 9.3.1 Rastrski sloji

Rastrsko sliko predstavlja mreža majhnih slikovnih delčkov, ki jih imenujemo piksli. Resolucija oziroma ločljivost določa gostoto (velikost) pikslov. Merimo jo v enotah DPI (dots per inches – točk na colo). Vsak piksel ima določeno lego na sliki, barvo in tonsko vrednost. Glede na število prisotnih barv ločimo rastre v več skupin, od enobitne, kjer sta prisotni le dve barvi (bela in črna) do 64 in več bitnih podob. Zavedati se moramo, da je grafična kvaliteta omejena z ločljivostjo. Sliko lahko povečujemo, vendar se s povečevanjem prikaže kvadratna struktura rastra. Velikost rastrske slike je odvisna od števila pikslov na sliki (odvisna od velikosti slike in ločljivosti) ter od kompleksnosti določitve posameznega piksla.

V 3R kartografiji uporabljamo rastrske sloje kot sloje, ki jih napnemo na digitalni model višin za realnejši prikaz stvarnega sveta. Sloj se prilagodi obliki reliefa. Če na osnovno ploskev nanesemo več rastrskih slojev, zgornji sloj prekrije vse spodaj ležeče, razen v primeru, kadar za zgornji sloj definiramo prosojnost.

Rastrske sloje lahko v grafičnih programskih orodjih retuširamo, tako da le-ti delujejo čim realnejše in se odpravijo napake, ki nastanejo bodisi zaradi vpliva sonca v času snemanja (ortofoto načrti in satelitske podobe), bodisi zaradi drugih vzrokov. Popravimo lahko kontrast in svetlost slike, lahko izvedemo transformacije iz barvnih v črnobelega podobe in obratno itd.

Najpogosteje se uporabljajo DOF-i in satelitski posnetki. Za uporabo enega ali drugega se odločimo na podlagi velikosti območja prikaza, merila in namena. Ortofoto načrt se uporablja predvsem za velika merila prikaza, saj zelo natančno prikazuje stvarno okolje. Njegova slaba lastnost je ta, da zaradi visoke resolucije zavzame veliko pomnilnika v računalniku.

Nasprotno uporabimo satelitske posnetke za manjša merila (prikazujemo veliko območje), kjer je zahtevana podrobnost manjša. S sodobnimi sateliti in najmodernejšimi tehnikami za

slikovni zajem podatkov, se natančnost satelitskih posnetkov hitro približuje DOF načrtom. Na straneh satelita QuickBird sem zasledil podatek, da je resolucija barvnih podob 2.44m.

Za panoramske karte manjših meril je absolutno primernejši izbor satelitskih posnetkov, na katerih je vidna le raba zemljišča, podrobnosti pa so zakrite. Vse ostale pomembne objekte lažje in pregledneje prikažemo z vektorskimi sloji oziroma kartografskimi znaki, karta pa kljub temu ostane neobremenjena. Z uporabo DOF načrta in kartografskih znakov bi bila karta preobremenjena.

### **9.3.2 Vektorski sloji**

Vektorski sloj je sestavljen iz točk, linij in ploskev, ki so koordinatno določene. Prednosti pred rastrom so v možnosti dodajanja atributov, manjši velikosti datoteke in ob povečevanju elementov ostanejo linije gladke, vendar pa je potrebno vsako vsebino posebej kartografsko oblikovati.

Vektorske sloje podobno kot rastrske postavimo na model in vektorji prevzamejo prostorske lastnosti modela reliefa na katerem ležijo. Navadno se v kartografiji prakticira kombiniranje obeh nanosnih slojev.

Med vektorje prištevamo tudi 3D objekte. Razdelimo jih lahko na (Petovič, 2001):

- točkovni,
- linijski,
- ploskovni ter
- volumski 3D objekti.

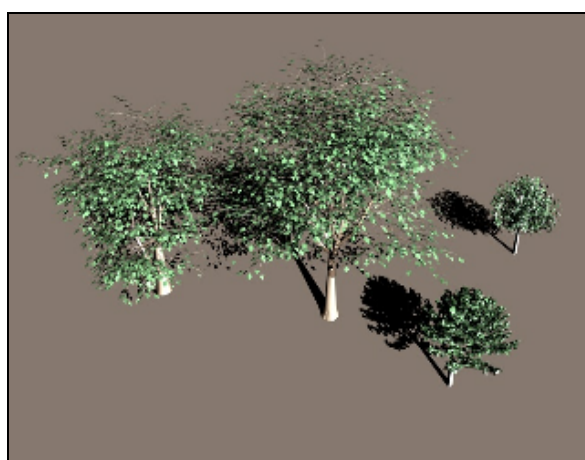
#### **9.3.2.1 Točkovni 3R objekti**

Kadar želimo v modelu oziroma na karti predstaviti enorazsežen element stvarnega sveta, uporabimo točkovni 3R objekt. Sestavljen je iz geometrijskih teles in ima naslednje geometrijske lastnosti (Petovič, 2001):

- dimenzijo v smeri vseh treh koordinatnih osi,
- površino zunanje ploskve,

- prostornino in
- barvo, tonsko vrednost ter teksturo.

Odločitev o obliki 3R objekta je odvisna od merila kartografskega prikaza. Če je merilo majhno, je prikaz točkovnega elementa precej poenostavljen. V primeru velikega merila pa lahko element upodobimo tako, kot ga zaznavamo v naravi (hiša je lahko prikazana z določenimi detajli). Za uvoz točkovnega 3R objekta v model potrebujemo le horizontalne koordinate, višinska komponenta pa je določena z modelom reliefa.



Slika 28: Primer točkovnega 3R objekta

### 9.3.2.2 Linijski 3R objekti

Linijski objekti so objekti s prevladujočo eno dimenzijo in čim manj spremenljivo preostalo dimenzijo. Med takšne objekte prištevamo komunikacije (ceste, poti, železnice, daljnovode itd.), manjše vodotoke, ograje ipd. Podobno kot pri točkovnih objektih je v večini primerih zadosten podatek horizontalni položaj, saj linijski objekt položimo na model reliefa. Obstajajo seveda tudi izjeme, kot npr. ceste na viaduktih, daljnovodi, žičnice, kjer pa potrebujemo tudi višinske položaje objektov.

### 9.3.2.3 Ploskovni 3R objekti

Ploskovni 3R objekti se uporabljajo za prikaz pojavov in objektov z le eno nespremenljivo dimenzijo (Petrovič, 2001). To je največkrat višina objekta. S ploskovnimi objekti

prikazujemo vse vrste rab (gozd, travnik, njive itd.), ki pokrivajo različne površine, vendar je zgornja plast večinoma enako oddaljena od modela reliefa. V programskih paketih so ploskovni 3R objekti navadno zgrajeni kot skupek več fraktalnih objektov, ki jim lahko spreminjamo tudi gostoto in ostale parametre.



Slika 29: Prikaz linijskih in ploskovnih 3R objektov na panoramski karti

#### 9.3.2.4 Volumski 3R objekti

Volumskim 3R objektom je potrebno določiti njegovo celotno razsežnost v vseh koordinatnih oseh. Mednje prištevamo pomembne grajene objekte, ki jih zaradi velikosti in pomena ni mogoče predstaviti kot točkovni objekt. Drugi tip volumskih 3R objektov so vodne mase kot jezera, morja ter večji vodotoki. Določiti jim je potrebno le nadmorsko višino gladine, preostale meje pa določa sam model reliefa (Petrovič, 2001).

#### 9.3.3 Napisi

Klasična karta, izvedena le z rastrskimi in vektorskimi sloji brez kakršnihkoli napisov, ima manjšo informacijsko vrednost kot karta, ki vsebuje tudi te. Napisi imajo funkcijo dodatne informativne vrednosti o objektih in pojavih. Prikazujejo se zemljepisna imena, podajajo se številčni podatki (kota) in druge črkovne oznake.

Vendar pa je izbira napisov izredno pomembna pri izdelavi karte, saj lahko s preveč napisi preobremenimo karto in jo naredimo nečitljivo ter posledično za uporabnika manj uporabno.

Napisi na karti lahko prekrijejo tudi objekte v ozadju, zato moramo biti pri njihovi umestitvi na karto zelo pozorni. Količina napisov na panoramskih kartah se razlikuje od karte do karte, predvsem je odvisna od namena karte. Pri planinskih in turističnih kartah denimo prikazujemo nadmorske višine vrhov (kote), glavna naselbinska imena, imena vodotokov, imena turističnih zanimivosti itd. Na drugi strani panoramska karta smučišč vsebuje le nekaj napisov, pomembnejši je prikaz žičnič in smučišč. Izbor in količina napisov je odvisna predvsem od kartografove presoje.



Slika 30: Prikaz turistične panoramske karte in karte smučišča na Rogli

### 9.3.4 Načela oblikovanja 3R kartografskih znakov

Kartografski znaki so dogovorjeni in ponazarjajo terenske objekte in pojave, prilagojeni pa so glede na merilo in namen karte. Z njihovo uporabo lahko prikažemo tudi pojave, ki jih v naravi ne zaznavamo, njihovo dinamiko ter označujemo količinske lastnosti prikazanih elementov. Vsi znaki morajo biti pojasnjeni v legendi karte.

Pri oblikovanju kartografskih znakov za izdelavo panoramskih kart se moramo držati določenih pravil (Petrovič, 2001):

- znak mora biti asociativen,
- znak mora biti kontrasten glede na ozadje in glede na ostale znake,
- znak mora biti stiliziran – poveča preglednost karte,
- znak mora biti čitljiv in
- celotna karta mora estetsko izgledati.

Asociativnost pogojnega znaka pomeni, da naj bi si uporabnik že ob bežnem pogledu nanj ustvaril pravilno mnenje o tem, kaj dejansko znak v naravi predstavlja. Asociativnost lahko dosežemo na več načinov (Petrovič, 2001):

- pogojni znak oblikujemo tako, da se čim bolj približamo realnemu stanju objekta v naravi,
- pogojni znak oblikujemo tako, da izpostavimo bistveno značilnost objekta ( npr. rdeči križ na bolnici),
- ali pa pogojni znak oblikujemo tako, kot je zapisan v topografskem ključu in je največkrat uporabljan na kartografskih prikazih.

Pojem preglednost karte je tesno povezan z uporabnikovim pridobivanjem informacij. Karta je pregledna, kadar uporabnik brez težav prepozna najpomembnejšo vsebino. Z ustrezno kartografsko generalizacijo in z ustreznim oblikovanjem kartografskih znakov dosežemo, da je karta pregledna in grafično nenasičena. Strokovnjaki so s testiranjem ugotovili, da je dopustna grafična obremenitev karte 16% površine karte.

Ob omembi pojma kontrast nas večina pomisli na barvni kontrast. Vendar lahko o kontrastnosti govorimo tudi pri velikosti, debelini, smeri in celo pri geometrijskih oblikah. S kontrastnostjo želimo pri oblikovanju kartografskih pogojnih znakov doseči boljše ločevanje znakov med seboj in med znaki ter ozadjem.

Čitljivost kartografskega znaka lahko opredelimo kot sposobnost ločevanja posameznega objekta od skupine istih objektov. Tako npr. pri zelo oddaljenem pogledu težko ločimo posamezno hišo v naselju, pri bližnjem pogledu pa je posamezna hiša jasno vidna.

Petrovič je v doktorski disertaciji (2001) natančneje opisal in predstavil načela za oblikovanje 3R kartografskih znakov za različne nivoje podrobnosti ter na ta način podal izhodišče in smernice za oblikovanje le-teh.

## **9.4 Pogledi**

Sodobna kartografska programska oprema omogoča izbiro pogleda na 3R kartografski model na enostaven način in sicer z določitvijo položaja, smeri in vidnega kota kamere. V osnovi ločimo dva načina konstrukcije pogleda in sicer ortogonalni in perspektivni. O obeh je bilo govora že v poglavju »Kartografske projekcije«, zato se bom v tem poglavju osredotočil



predvsem na smeri pogleda glede na osi koordinatnega sistema in na kombinacijo konstrukcije in smeri pogleda. Obravnavam le poglede, ki so značilni za panoramske karte, kar pa ne pomeni, da drugih pogledi ne obstajajo.

3R kartografski model, iz katerega s procesom vizualizacije pridobimo panoramsko karto, lahko opazujemo z večih možnih zornih kotov. Ločimo dva značilna primera:

- horizontalen pogled in
- poljuben poševni pogled.

Pri horizontalnem pogledu je os pogleda vzporedna s horizontalno ravnino ali drugače, os gledanja je pravokotna na tlorisno ravnino. Poljubni poševni pogled je pogled (os pogleda je poljubna), ki je ljudem najbližje, saj se s takšnim pogledom vsakodnevno srečujemo v naravi.

Pri izdelavi panoramskih kart je izbor pogleda odvisen predvsem od želenih lastnosti karte. Če želimo, da karta omogoča naloge kartometrije, ima skupne lastnosti s klasičnimi 2R kartami, predstavlja pa najbolj »normalen« človekov pogled na relief..

Ločimo:

- perspektivni poševni,
- ortogonalni poševni,
- perspektivni vzporedni in
- ortogonalni vzporedni pogled.

Za lažjo predstavo lahko opišemo perspektivni poševni pogled kot človekov vsakodnevni način opazovanja zemeljskega površja. Omejitve pogleda se pokažejo, kadar želimo na karti izvesti določene kartometrične naloge. Izvedba le-teh je onemogočena, saj merilo načeloma ni niti v dveh točkah enako. Težave perspektivnega poševnega pogleda so tudi v prekrivajoči se vsebini in pri prikazu različno oddaljenih objektov (upoštevanje različnih nivojev podrobnosti).

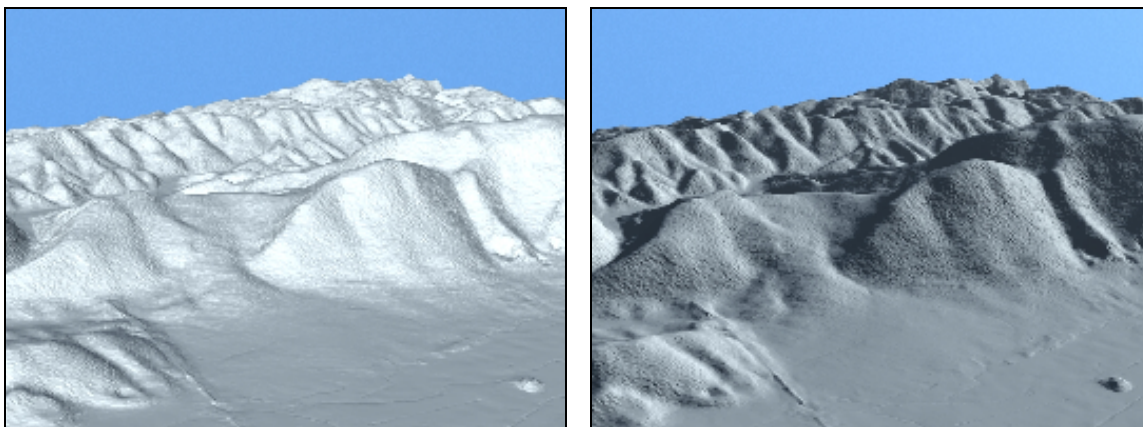
Nemalo je primerov, kjer je panoramska karta upodobljena v ortogonalnem poševnem pogledu. Pogled ima določene prednosti, predvsem v konstantnosti merila (v vsaki točki je enako, vendar ni enako v vseh smereh) in v podobnosti s klasično 2R karto. Na ta način se upodobijo karte, ki zajemajo večje območje zemeljske oble.

Vzporedna pogleda se redkeje uporabljata, sta pa vsekakor lahko v veliko pomoč strokam kot sta gradbeništvo in arhitektura, saj se lahko z ortogonalnim vzporednim pogledom prikaže prerez terena.

## 9.5 Orientacija, osvetlitev in senčenje panoramskih kart

Osvetlitev in posledično sence in senčenje, so pomemben člen vsake panoramske karte. Če malo pretiravamo, lahko rečemo, da dajejo karti življenje. Zaznavanje reliefa je tesno povezano in prepleteno z senčenjem in osvetlitvijo. Brez kombinacije obeh, karta ne bi dajala občutka tridimenzionalnosti, kar pa je seveda smisel panoramskih kart. Pri izdelavi podrobnejše karte, torej karte, ki prikazuje neko manjše območje, dodatno pripomorejo k večjemu globinskemu efektu še sence 3R objektov in geomorfoloških oblik. Razporeditev senc je odvisna od smeri izvora svetlobe, naklonskega kota vpadnih žarkov, vira svetlobe ter intenzivnosti svetlobe. Raziskave so pokazale, da je v klasični 2R kartografiji najprimernejša osvetlitev iz smeri SZ in ne naravna osvetlitev, kot bi bilo logično sklepanje. 3R kartografija je mnogo manj toga glede postavitve izvora svetlobe. Na panoramskih kartah najbolje deluje osvetlitev iz leve ali desne prednje strani.

V večini programskih paketov je nastavitvev osvetlitve zelo enostavna, saj lahko določimo le čas, program pa avtomatsko postavi sonce v pravi položaj, lahko pa sami določimo parametre osvetlitve (višina in položaj izvora, jakost, smer, itd.). Na panoramskih kartah je sprejemljivo dejstvo, da lahko določimo takšen položaj sonca, ki je v naravi sicer teoretično nemogoč.



Slika 31: Prikaz dveh digitalnih model reliefa, ki sta različno osvetljena in senčena

Orientacija karte pri izdelavi panoramskih karte nima pomembnejše vloge, karto lahko orientiramo poljubno. Zaradi navajenosti uporabnikov, da je večina klasičnih kart orientiranih proti severu, lahko prvoten pogled na drugače orientirano karto uporabnika precej zmede. Zato menim, da so vseeno nekoliko primernejše variacije orientacij karte s severom (SZ, SV) kot pa orientacije proti jugu. Kljub temu pa je orientacija karte odvisna predvsem od razgibanosti terena ter od položaja pomembnejših objektov, saj želimo, da so le-ti dobro vidni in lahko razpoznavni.

## 9.6 3D kartografska generalizacija

Kartografska generalizacija je zahteven proces pri izdelavi novih kart, s katerimi se kartografi trudijo izboljšati njihovo uporabnost, izboljšati zaznavo geografskih podatkov in predstavitev prostorskih informacij, kakor tudi njihova medsebojna razmerja. Kartografska generalizacija se ne uporablja le kot poenostavitev geografskih podatkov pri predstavitvi le-teh v različnih merilih, ampak tudi pri tematskih kartah, kjer izhajamo iz različnih geografskih informacij in virov. Postopke generalizacije uporabljamo tako pri izdelavi kart, kakor tudi pri modeliranju. Kartografska generalizacija se je in se še vedno predvsem izvaja ročno, ker je ta sestavljena iz vrste posameznih zapletenih postopkov, raznolikosti pristopov, različnih primerov in uporabniških želja (Keresteš, 1996). Čeprav je bilo narejenih že ogromno raziskav na tem področju, menim, da proces generalizacije ne bo nikoli popolnoma avtomatiziran, torej bo obdržal pridih subjektivnosti.

V procesu generalizacije ločimo sledeče postopke, ki vplivajo drug na drugega in jih je potrebno izvajati sočasno (Petrovič, 2001):

- poenostavljanje,
- izbira,
- kvalitativna pretvorba,
- premikanje in
- združevanje.

Postopki so podrobneje opisani v vseh kartografskih priročnikih, zato jih sam v diplomski nalogi ne bom opisoval. Opisal bom le značilnosti generalizacije, ki se razlikujejo med 2R in 3R kartografijo.

Problem, ki se pojavi pri izdelavi 3R kart, je prekrivanje oz. zakrivanje objektov. Kadar je objekt zakrit zaradi drugega 3R objekta, je potrebno ohraniti medsebojne odnose prikazanih objektov. Ob horizontalnih odnosih moramo v 3R kartografiji upoštevati še vertikalne.

Pogosto je objekt zakrit zaradi reliefne ovire. Odločiti se moramo, ali bomo zakrit objekt prikazali ali ne. Odločitev je odvisna od tega, ali je element ključen za uporabnika ali ne. V primeru, da se odločimo objekt prikazati, ga navadno premaknemo (pazimo, da obdržimo medsebojne odnose med objekti), ali pa znižamo oziroma premaknemo reliefno oviro.

## **9.7 Oblikovanje ostale vsebine panoramskih kart**

Poleg reliefa je panoramska karta sestavljena še iz naslednjih vsebinskih komponent:

- nebo in vremenski pojavi,
- vodovje,
- pokritost,
- antropogeni elementi in
- izvenokvirna vsebina.

### **9.7.1 Nebo in vremenski pojavi**

Prikaz neba in vremenskih pojavov je naredilo najznamenitejšega izdelovalca panoramskih kart v preteklosti Heinricha Beranna tako posebnega. Njegove karte še danes preučujejo kartografi in se po njih tudi zgledujejo. Vendar je v današnji dobi, dobi računalnikov, neprimerno lažje upodobiti nebesne pojave kot je bilo to v preteklosti. Sodobni programski paketi za upodobitev modelov imajo integrirana orodja za oblikovanje neba in vremenskih pojavov. Tako lahko npr. z določevanjem parametrov izberemo količino, tip in gostoto oblakov, zvezd ter ostalih nebesnih teles. Določimo lahko njihove položaje, velikost, kontrast glede na okolico itd.

Barvo neba izberemo glede na ostalo prikazano vsebino in na ta način dosežemo večjo kontrastnost. Najpogosteje se nebo prikazuje z modro barvo. Izogibamo se preveč vpadljivim prikazom neba, saj na ta način uporabnik posveča preveč pozornosti le-temu. S tem pa se manjša informacijska vrednost karte. Torej nebo oblikujemo tako, da resnično predstavlja le

ozadje. To pomeni, da je enostavno oblikovano in ne zavzema več kot 25% karte. (Patterson, 1999)

Sodobna programska orodja pa omogočajo tudi prikaz vremenskih pojavov (dež, megla, spreminjanje lege oblakov, nevihte s strelami itd.). Vključevanja vremenskih pojavov se poslužujejo predvsem kartografi, ki izdelujejo animacijske prelete 3D modelov. Pri panoramskih kartah pa imamo le omejeno možnost prikaza teh pojavov, saj smo omejeni z dvema dimenzijama (pogojno tremi), vsekakor pa na papirju ne moremo prikazati še četrte dimenzije, časa. Zanimiv primer uporabe vremenskih pojavov pri izdelavi panoramskih kart se mi zdi prikaz megle po nižinah. S tem preusmerimo uporabnikovo pozornost na vrhove hribov (če je naša želja prikaz teh hribov).



Slika 32: Upodobitev neba in vremenskih pojavov v programskem paketu VNS2

### 9.7.2 Hidrografija

Pojem hidrografije obsega vse tipe vodovja (reke, jezera, morja itd.) ter objekte in pojave, ki so vezani na vodo. Pri oblikovanju elementov vodovja se moramo držati nekaterih pravil. Zaradi asociativnosti jih prikažemo v modri barvi.

Vodovje prikazujemo tudi na panoramskih kartah. Izdelava je vezana na programsko opremo, ki ima integrirana določena orodja za prikaz elementov vodovja. Največja težava je v digitalnem modelu reliefa, ki ne omogoča, da bi nanj enostavno položili vektorski sloj (npr. reke) in mu določili teksturo. V primeru, da bi reka potekala po razgibanem terenu, bi njena gladina nihala od celice do celice DMR-ja. V skrajnem primeru bi lahko reka tekla tudi v hrib. Težavo rešimo z vgrajenimi orodji, ki model reliefa navidezno spremenijo z nasipi in okopi. Na ta način je omogočena popolna vodoravnost gladine. Orodja omogočajo tudi zapolnitev

vode do določene nadmorske višine, kar je posebej primerno za prikaz morij in jezer. Za realnejše prikazovanje vodovja lahko dodamo še dodatne efekte, na primer odseve neba in okolice, rahla valovitost gladine itd.

Med točkovne hidrografske objekte prištevamo izvire, vodohrane, vrelece tople vode, ponore in še. Prikazujemo jih s 3R kartografskimi pogojnimi znaki, ki so prav tako v enem izmed odtenkov modre barve.

### **9.7.3 Pokritost**

»Naravnost« panoramske karte je v veliki meri odvisna od rastja in vrste tal. Zato veliko časa pri izdelavi namenimo ravno pokritosti. Programi za 3D modeliranje (3D Studio Max, AutoCAD, Bryce, itd.) omogočajo izredno realno izdelavo elementov rastja – rastlin. Le-te nato uvozimo v programe za izdelavo kartografskih modelov (npr. Visual Nature Studio 2) in renderiramo panoramsko karto. Pri vegetaciji lahko upodobimo travniške bilke, rože, drevesa, lahko jih združimo v travnike, cvetlične grede, gozdove odvisno od merila oziroma podrobnosti kartografskega prikaza. Elementom vegetacije lahko določimo višino, gostoto glede na površino območja, delež prisotnosti posameznega elementa v gruči itd.

Pri perspektivnih pogledih se merilo upodobitve z oddaljenostjo zmanjšuje. Teoretično bi bilo zato potrebno poenostaviti tudi detajlnost prikaza. Vendar ima vsak objekt točno določeno razsežnost, zato so tisti blizu prikazani večje, oddaljeni objekti pa manjše. Omejeno ločljivost ima tudi zaslon oziroma papir, zato se podrobnosti izgubijo, objekt pa izgleda poenostavljen.

### **9.7.4 Antropogeni elementi**

Med antropogene elemente prištevamo vse objekte, ki jih je zgradila človeška roka, tudi prometnice in vodne objekte (jezove, elektrarne itd.), ki pa jih obravnavam ločeno.

Grobo delimo antropogene elemente na gospodarske objekte in na socialno-kulturne objekte. Večinoma so to točkovni objekti, le tisti največji in najpomembnejši se upodabljajo kot ploskovni elementi. Uporabnik se ob pogledu na razporeditev gozdov in njiv zelo težko orientira na karti, ob pogledu na eno izmed markantnih zgradb pa položaj le-te hitro poveže z dejanskim stanjem v prostoru. Zato je kvaliteten prikaz antropogenih elementov iz

uporabnikovega vidika izjemnega pomena. Pri prikazu antropogenih elementov so pomembni trije dejavniki (Petrovič, 2001):

- kategorija, zvrst objekta,
- položaj objekta in
- pravilno predstavljen odnos z ostalimi topografskimi objekti.

Pri poševnih prikazih imajo veliko vlogo sence na objektih, zato se črni barvi pri izdelavi 3R kartografskih znakov izogibamo (na črni barvi sence niso vidne). Bivalne objekte najpogosteje prikažemo z dvema barvama – siva za zidove in rdeča ali oranžna za streho. Barve ostalih objektov navadno izbiramo glede na material, iz katerega so izdelani (leseni objekti rjavi, kovinski sivi itd.).

Ob primerni uporabi barv, se moramo osredotočiti še na izdelavo čim enostavnejših, a hkrati asociativnih kartografskih znakov. Ko izdelujemo znake, jih vidimo zelo od blizu in so detajli dobro vidni. Pri prikazu na karti pa zaradi omejene resolucije kartografski znaki postanejo slabše vidni oziroma zabrisani in se zato podrobnosti izgubijo. Težimo torej k enostavnosti, asociativnosti in prepoznavnosti kartografskih znakov za prikaz antropogenih elementov.

Med antropogene elemente prištevamo tudi izrazito linijske elemente, kot na primer daljnovode in cevovode. Prikažemo jih v obliki cevi ali trakov položenih na teren. Daljnovode upodobimo kot črne linije z vmesnimi stebri, ki so ponovno izdelani v skladu z nivojem podrobnosti.

#### **9.7.4.1 Promet**

Najpogostejši objekti kopenskega prometa so ceste, železnice, poti, žičnice in objekti na navedenih vrstah prometnic. Večino objektov prikazujemo z linijskimi kartografskimi znaki. Digitalni model reliefa, ki je prekrit z ortofoto načrtom ali s satelitsko podobo, pogojno omogoča prepoznavo prometnic. Kadar pa na relief dodamo še druge 3R objekte (gozdove, hiše, itd.), se pogosto zgodi, da prometnice na karti niso več vidne. Zato se poslužujemo prikaza prometnic z linijskimi kartografskimi pogojnimi znaki. Podobno kot sem napisal že pri oblikovanju vodovja, tudi tu uporabimo orodja, ki izravnajo digitalni model reliefa z nasipi in useki. Ob neuporabi teh orodij, bi bile prometnice položene neposredno na model reliefa,

kar pa bi pomenilo, da bi lahko bile ceste precej nagnjene. Sodobna programska orodja omogočajo tudi nastavitve prioritete posameznih objektov. Nemalo je cest, železniških prog, žižnic, ki potekajo skozi gozdove. Če bi imela gozd in prometnica enako prioriteto, bi bila prometnica zelo slabo vidna, ob nastavitvi višje prioritete za cesto, pa je omogočeno, da je tudi cesta sredi gozda lepo vidna.

Pri izdelavi panoramskih kart se glede na velikost merila odločimo, ali se bomo poslužili širjenja prometnic ali ne. Težava prekomernega širjenja je ta, da npr. ceste v ospredju dobijo prekomerno razsežnost in na ta način preveč izstopajo. Zato poskušamo vidnost in vpadljivost reševati z različnimi barvami. Najprimernejši in zato tudi najpogosteje uporabljeni sta rumena ter rdeča.

Pri izdelavi ostalih točkovnih objektov (postaje, bencinski servisi) upoštevamo enaka načela oblikovanja kot pri vseh ostalih zgrajenih objektih. Zaplete se pri prikazih premostitvenih objektov – mostov, viaduktov in predorov. Potrebna je velika natančnost, saj je potrebno prometnico pripeljati natančno do premostitvenega objekta in ga ponovno začeti na njegovem koncu. Kaj hitro se dogodi, da se pojavi razmak med prometnico in objektom. Tudi pri predorih se pojavljajo podobne težave. Navadno je možno prikazati le začetek ali konec predora (zaradi razgibanosti reliefa), notranjega poteka pa navadno ne prikazujemo.

#### **9.7.5 Izvenokvirna vsebina**

Preden pošljemo panoramsko karto v tiskarno ali objavimo na spletu, je potrebno poskrbeti še za izvenokvirno vsebino, ki vsebuje:

- legendo,
- koordinate,
- navedbo okvirnega merila,
- smer orientiranosti karte,
- podatke o projekciji,
- vire in leto izdelave,
- avtorja karte.

Menim, da je za uporabnika najpomembnejši del izvenokvirne vsebine legenda, saj so v njej pojasnjeni vsi pogojni znaki, ki so uporabljeni na karti.



Nekoliko več pozornosti moramo nameniti prikazu okvirnega merila. To je pri perspektivnih poševnih pogledih skoraj nemogoče, saj se merilo spreminja čez celotno karto. Vemo, da 1 cm v sprednjem delu karte v naravi ni niti približno enak 1 cm v ozadju karte. Razlika je lahko ogromna. Zato menim, da je najprimerneje postaviti grafično merilo v sprednji levi ali desni kot karte. S tem uporabnik pridobi okvirno predstavo o merilu. Težave z merilom so dosti manjše pri ortogonalnih pogledih, saj je tam merilo v posamezni smeri konstantno.

## **10 IZDELAVA PANORAMSKE KARTE OBČINE SLOVENSKE KONJICE**

### **10.1 Namen in vrsta karte**

Odločil sem se za izdelavo panoramske karte občine Slovenske Konjice. Karta je glede na vrsto tematska, turistična. Njen glavni namen je informiranje obiskovalcev o turistični ponudbi občine, o kulturnih znamenitostih, nastanitvenih in drugih možnostih za oddih. Najprimernejša oblika prikaza karte bi bila v tiskani obliki, na kakšni brošuri, namenjeni obiskovalcem občine.

### **10.2 Matematični elementi karte**

Uporabil sem Gauss-Krugerjevo projekcijo. Za to projekcijo sem se odločili, ker so vsi uporabljeni viri izdelani v tej projekciji in zato ni potrebno izvajati transformacij. Ta projekcija je konformna prečna cilindrična, kar pomeni, da je projekcijska ploskev plašč valja, katerega os je v ravnini ekvatorja. Pri tej projekciji se ohranjajo koti, nekoliko pa se deformirajo površine in dolžine. Ob dotikalnem meridianu v osnovi ni deformacij. Ker se uporablja modulirane koordinate, so razdalje in površine ob srednjem meridianu premajhne. Deformacije naraščajo s kvadratom oddaljenosti od srednjega meridiana.

Zemlja je upodobljena na 120 plaščih valja. Valj se dotika Zemlje vzdolž vsakega tretjega meridiana, torej so cone široke  $3^{\circ}$ . Vsaka cona ima svoj koordinatni sistem, X os predstavlja projekcijo srednjega meridiana cone, Y os pa predstavlja projekcijo ekvatorja. Slovenija leži v peti coni. Faktor modulacije je 0.9999.

Koordinate y (oddaljenost od začetnega meridiana) so zaradi izogitve negativnim vrednostim povečane za 500 000 m, koordinate x (oddaljenost od ekvatorja) pa zmanjšane za 5 000 000 m. V Sloveniji se je do leta 2008 uporabljal kot referenčni elipsoid Besselov, zato sem pri izdelavi karte uporabil le-tega ( $a = 6377397.155$  in  $f = 299.1528128$  m).

Panoramsko karto sem izdelal v t.i. dinamičnem merilu, saj je merilo v vsaki smeri različno, odvisno je od višine in kota pogleda (ni metričnega merila). Stopnja podrobnosti prikaza ustreza merilu 1 : 50 000. Karta je orientirana proti JZ.

Karta obsega območje 21 DOF posnetkov, kar površinsko znaša približno 100 km<sup>2</sup>. Površino karte sem zaradi zaokroženosti območja prikaza povečal na 140 km<sup>2</sup>.



Slika 33: Območje prikaza panoramske karte občine Slovenske Konjice

Koordinate levega spodnjega in desnega zgornjega kota občine so:

T1 (527000, 127000)

T2 (542750, 136000)

### 10.3 Izbira in analiza kartografskih virov

V Sloveniji za izdelavo, hranjenje in distribucijo kartografskih virov, skrbi Geodetska uprava Republike Slovenije.

#### 10.3.1 Digitalni ortofoto (DOF5)

Tehnične karakteristike ortofota (DOF5):

- enota izdelave: slika - obseg – 2250 m × 3000 m, to je 1 list TTN5,
- resolucija (velikost piksla) v naravi: 0,5 x 0,5 m, 256 sivih tonov,
- orientacija: državni koordinatni sistem; Gauss Kruegerjeva projekcija,
- viri zajema: CAS (starost posnetkov do dve leti),
- srednje merilo posnetkov za izdelavo DOF 5: 1 : 17 500,
- tip hranitve: \*.tiff.

Ortofoto mi je poleg definiranja velikosti območja prikaza služil kot kartografska podlaga za vektorizacijo gozdnih površin, vinogradov ter sadovnjakov. Uporabili sem 21 listov DOF5 (H2633 – H2639, H2643 – H2649, H2503 – H2509).

### **10.3.2 RELIEF - Digitalni model reliefa (DMR 12,5)**

Za izdelavo DMR 12,5 je bilo uporabljenih več kot 25 različnih virov. Površina DMR obsega 2,7-kratno velikost Slovenije (55.000 km<sup>2</sup>). Ocenjena natančnost modela je 3,2 m za območje vse Slovenije in sicer 1,1 m za ravnine, 2,3 m za gričevja, 3,8 m za hribovja ter 7,0 m za gorovja, pri ločljivosti 12,5 m.

Pri izdelavi panoramske karte sem uporabil DMR 12,5 kot osnovo za prikaz fizičnega površja (listi DOF in DMR se prekrivajo).

### **10.3.3 GERK**

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano vodi evidenco dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč v grafični obliki na osnovi DOF, satelitskih posnetkov ali drugih virov. Podatki so dostopni tudi na spletu s pomočjo javnih pregledovalnikov. Vir sem uporabil za določevanje rabe zemljišč, predvsem njiv in travnikov.

### **10.3.4 Generalizirana kartografska baza (GKB25)**

Bazo kartografskih podatkov je Geodetska uprava RS začela vzpostavljati leta 1994 za raven merila 1 : 25.000. Osnovni vir za zajem so bili skenogrami reprodukcij originalov državne topografske karte v merilu 1 : 25.000. Določena vsebina skenograma je digitalizirana in zapisana v vektorski obliki (ceste, železnice, vodovje in plastnice). Vsakemu objektu v bazi so dodani tudi osnovni atributi objekta. V izdelku sem iz GKB25 uporabili sloj vodovja in sicer le linijske (osi vodotokov) in poligonske objekte (jezera, mlake). Poleg teh v bazi obstajajo še točkovni objekti (izviri, slapovi, jezovi itd.). Uporabil sem 2 lista GKB25 – HP1424 in HP1513.

### **10.3.5 Gospodarska javna infrastruktura (GJI)**

Geodetska uprava RS vodi zbirne podatke o vrsti in tipu objekta, o njegovi lokaciji v prostoru in upravljavcu. Zbirne podatke vodi geodetska uprava v zbirnem katastru gospodarske javne

infrastrukture, na podlagi podatkov, ki so evidentirani v posameznih katastrih gospodarske javne infrastrukture.

V katastru se vodijo podatki o objektih gospodarske javne infrastrukture, ki so v lasti države (državne ceste, vodna infrastruktura itd.), občin (vodovod, kanalizacija, odlagališča odpadkov) in privatnih družb (kabelska omrežja, telekomunikacijske naprave in omrežja itd.).

Iz katastra gospodarske javne infrastrukture sem uporabil podatke za prikaz cest in železnic.

### **10.3.6 DTK 50**

Državna topografska karta v merilu 1 : 50 000 je v celoti vektorska in mi je pri izdelavi panoramske karte skužila kot osnova za točkovne objekte in zemljepisna imena. DTK 50 vsebuje tudi vektorske sloje za rabo zemljišč, vendar le-teh pri izdelavi zaradi preobsežne generaliziranosti nisem uporabil. Za prikaz linijskih elementov sem raje uporabil druge vire, saj so zaradi postopka kartografske generalizacije linije na več mestih prekinjene.

### **10.3.7 Kataster stavb**

Kataster stavb je temeljna evidenca podatkov o stavbah in se povezuje z zemljiškim katastrom in zemljiško knjigo. V katastru stavb se vodijo podatki o stavbah in o delih stavb (lastnik, upravljalac, lega, površina, oblika, raba, itd.). V atributih so zapisane tudi višine objektov.

Vir sem uporabil za preverjanje lokacij pomembnejših objektov in pri določevanju višin grajenih objektov, ki so bili na DTK 50 prikazani ploskovno.

### **10.3.8 Terenski zajem podatkov**

Zgoraj navedene evidence podatkov ne vsebujejo vseh podatkov o objektih, ki jih potrebujemo za izdelavo turistične karte (npr. lokacije gostišč, kmečkih turizmov, vinotočev itd.). Zato sem se za tiste objekte, ki jih nisem prepoznal na DOF načrtu in niso bili prikazani na DTK 50 poslužil terenskega določevanja lokacije.

## 10.4 Kartografska generalizacija

Od kartografske generalizacije, ki je eden najvažnejših delov izdelave karte in se ji pri grafični predstavitvi ne moremo izogniti, je odvisna kakovost prikaza. Uporabljamo jo vedno, kadar izdelujemo novo karto kot izvorni podatek, ali pa karto, katere osnova je bila karta večjega merila. Zato sem se postopka generalizacije lotil tudi pri izdelavi panoramske karte občine Slovenske Konjice. Predstavil bom vsebinska področja, kjer je bila in na kakšen način je bila uporabljena kartografska generalizacija.

**Relief:** Reliefa nisem generaliziral, ampak sem ga privzel takšnega, kot sem ga dobili iz kartografskega vira DMR 12,5.

**Vodovje:** Pri vodovju sem zaradi relativno majhnega merila oziroma velikega območja prikaza uporabil postopek izpuščanja objektov. Izpustil sem določene potoke in mlake.

**Pokritost tal:** Načel kartografske generalizacije sem se držal že pri vektorizaciji vinogradov in sadovnjakov. Odločil sem se za združevanje vinogradov in sadovnjakov, saj pri majhnih merilih razlika med omenjenima rabama tal ne pride do izraza.

Generaliziral sem tudi njive in sicer sem določil pogoj, da obdelovalna površina obsega več kot 1 ha. Vendar samo ta pogoj ni dovolj, saj sem s tem postopkom odstranil mnogo njiv, ki ležijo druga poleg druge (se držijo skupaj) in skupaj tvorijo površino krepko večjo od mojega cenzusa. V naslednjem koraku sem določil še pogoj, da površina poligona, kateri omejuje njive, ki se držijo skupaj, znaša več kot 1 ha. S tem sem izločil majhne obdelovalne površine.

Pri vektorizaciji gozdnih površin na osnovi ortofoto načrta sem izpuščal majhne otočke in z poenostavljenimi linijami določil območje gozda.

Združeval sem tudi ohišnice in travnate površine.

**Stavbe:** Sloj stavb in večjih objektov sem pridobil iz DTK 50. Pri izdelavi digitalne topografske karte so se kartografi, ki so jo izdelovali, že poslužili postopkov generalizacije, zato je sam na tem sloju nisem izvajal.

**Komunikacije:** Zaradi vrste karte (turistična) sem izpustil vse energetske vode (na območju občine so le daljnovodi), saj le-ti niso zanimivi obiskovalcem. Pri prikazu cest sem se omejil na prikaz avtocest, hitrih cest, glavnih cest (I. in II. reda), regionalnih cest (I.,II.,III.reda), lokalnih cest in javnih poti. Izpustil sem gozdne ceste in nekategorizirane ceste (kolovozi, neutrjene ceste, pristopi do objektov itd.). Cestno omrežje sem nato razdelil (postopek združevanja) v dve kategoriji (avtocesta in ostale ceste), ki sem ju prikazal z dvema kartografskima simboloma.

Železnice so prikazane v celoti, saj na območju Konjic poteka le dvotirna elektrificirana železnica.

**Tematske vsebine:** Za tematske vsebine sem uporabili pretvarjanje. Na karti sem s pogojnimi kartografskimi znaki upodobili predvsem tematiko, ki se nanaša na turizem: cerkve, razgledne točke, gostišča, muzeje, bencinske črpalke itd. Iz točkovnih objektov DTK 50 sem izločil npr. dimnike, nadstreške, transformatorje itd. Menim, da ti objekti niso bistvenega pomena za potencialne obiskovalce.

**Zemljepisna imena:** Sloj zemljepisnih imen sem pridobil iz DTK 50, vendar sem jih na karti zaradi večje preglednosti uporabil le nekaj. Uporabil sem imena vodotokov, imena večjih naselbin itd.

## 10.5 Postopek izdelave in oblikovanje karte

Pristopov k izdelavi panoramskih kart je ogromno, tako iz vidika programske opreme kot končnega kartografskega prikaza. Sam sem se odločil, da pri izdelavi karte uporabim programsko opremo, ki sem jo spoznal tekom študija in pri delu na računalniško-geodetskem podjetju. Kot glavno orodje, kjer je bila karta dokončno vizualizirana, sem uporabil programski paket Visual nature studio 2 (VNS2). Uporabljal pa sem še:

- OCAD 9,
- AutoCAD 2005,
- ArcMap 9.1,
- Google Sketch Up 6,

- 3D Studio Max 9,
- Photoshop CS3.

### **10.5.1 Priprava podatkov**

Kot sem že v poglavju o kartografskih virih napisal, sem podatke pridobil iz najrazličnejših virov, ki so izdelani v raznih merilih. Zato sem moral uporabiti postopke kartografske generalizacije, da sem iz »surovih« podatkov ustvaril podatke, ki ustrezajo merilu 1 : 50 000. Izvažal sem vektorizirane sloje v programskem okolju OCAD 9. Izvajal sem postopke združevanja in izločanja z atributnim in lokacijskim poizvedovanjem v GIS aplikaciji ArcMap. V slednjem sem sloje tudi obrezoval, da so ustrezali obravnavanemu območju (občini Slovenske Konjice). Vektorizacijo gozdov in sadovnjakov sem izvajal v AutoCAD 2005.

### **10.5.2 Obdelava v programskem paketu Visual Nature Studio 2**

#### **10.5.2.1 Splošno o VNS2**

VNS2 je namenjen izdelavi visoko ločljivih trirazsežnih fotorealističnih prikazov terena. Program ni omejen samo na arhitekturo, hidrologijo, medije, gradbeništvo, transport in oblikovanje golf igrišč. Znotraj VNS lahko oblikujemo upodobitve kot so karte, perspektivni pogledi, stereopari, panoramski pogledi, preleti in sprehodi skozi model. Drevesa, rastline, teren in vodo lahko upodablamo v znakovnem in fotorealističnem izgledu.

#### **10.5.2.2 Organizacija VNS2**

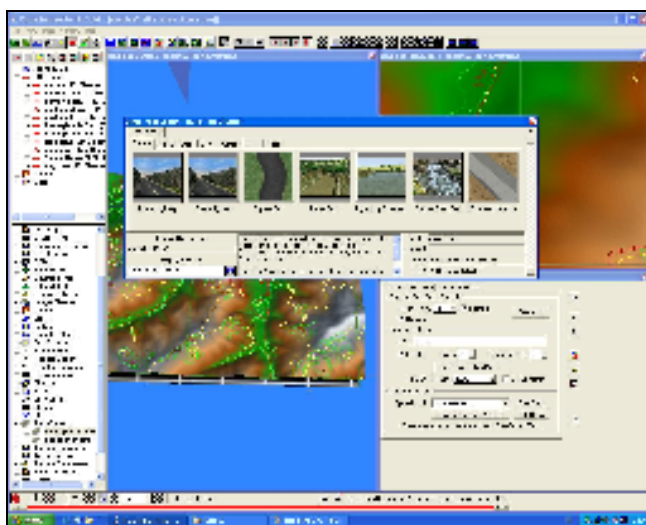
VNS je organiziran po slojih, ki so poimenovani glede na namen (pokritost, relief, nebo, vodovje, 3D objekti, osvetlitev, itd.). Posameznemu sloju dodajamo njihove elemente kot podnivoje.

Posebnost VNS je poleg možnosti izdelave odličnih dejanskih upodobitev v tem, da vsebuje možnosti za izdelavo in manipuliranje s topologijo zunaj upodobitvenega okolja. To pomeni, da lahko upodobitev vidimo in natančno oblikujemo na nivoju točk, linij in poligonov brez



vračanja v GIS okolje. Prav tako lahko preko VNS posodobimo topologijo z iskanjem GIS datotek vsakokrat, ko je projekt odprt. Tematski sloji so lahko ustvarjeni in dostopni preko baze, znotraj upodobitvenega okolja.

VNS podpira ogromno paleto izmenjevalnih formatov. Uvažati je mogoče vse tipe datotek (digitalnih modelov reliefa, rastrov, vektorskih slojev, trirazsežnih objektov itd), ki so najpogosteje uporabljani.



Slika 34: Prikaz delovnega okna v programskem paketu VNS2

### 10.5.2.3 Upodobitev in efekti

Visual Nature Studio je prirejen za upodabljanje fotorealističnih pogledov. Sam program sestavljajo številni ekosistemi, ki sledijo pravilom narave in tako logično postavljajo efekte tam, kjer bi jih pričakovali v naravi. Uporabniki lahko sami izberejo, kje bodo imeli npr. drevesa ali katerekoli druge objekte. Glede prevzema popolne kontrole preko terenskih oblik, vzorcev, barv in vsebine ter njihove lokacije pa je VNS bolj robusten.

### 10.5.2.4 Izdelava ekosistemov

Definiral sem večje število ekosistemov in sicer gozdove, travniki, sadovnjake, asfaltne površine njive, vodovja, itd.). Podlago vsem ekosistemom predstavlja DMR in zaključeni

poligon. V mojem primeru sem za območja ekosistemov privzel povektorizirane sloje dejanske rabe.

Program nam omogoča, da definiramo vse ključne parametre posameznega ekosistema. Kot primer bom podal ekosistem gozd; definiral sem tipe dreves, ki ga sestavljajo, gostoto in višino dreves, vrsto podrasti. Gostoto dreves določamo z gostoto dreves na posamezno enoto, ki je lahko ha, m<sup>2</sup> itd.

#### **10.5.2.5 Izdelava vodnih površin in prometnic**

Vodne površine in prometnice so upodobljene kot linijski element (reke, ceste) ali kot zaključen poligon (jezera, mlake). Težava se pojavi, ko vektor napnemo na digitalni model reliefa in določimo, da naj ga program upodobi kot ploskovni element (trak), kar skušam ponazoriti s primerom ceste. Cesta se na strmem terenu »uleže« na relief, kar povzroči zelo nerealen prikaz (cesta visi). S pomočjo uporabe »terrafactors« rešimo nastalo težavo. Funkcija umetno naredi oseke in nasipe na modelu reliefa, zato ceste (linijski elementi) izgledajo realnejše.

#### **10.5.2.6 Izbira atmosferskih vplivov**

K realnejši upodobitvi panoramske karte vsekakor krepko pripomore izdelava neba in ostalih atmosferskih vplivov. V VNS2 so vgrajena preprosta orodja za izdelavo le-teh. Pri izdelavi panoramske karte sem uporabil plastovite oblake oziroma stratuse.

#### **10.5.2.7 Renderiranje scene in omejitve programske opreme**

Trirazsežni kartografski modeli vsebujejo veliko količino podatkov kot so DMR, prekrivalni rastrski sloji visoke ločljivosti, vektorski sloji, 3R objekti, itd. Obdelava velikih količin podatkov zahteva zelo zmogljiv računalnik. Pri izdelavi karte sem imel na voljo srednje zmogljiv računalnik, zato sem uporabil nekatere »varčevalne ukrepe« procesorske moči.

Vemo, da DMR, ki pokriva območje 140 km<sup>2</sup>, vsebuje na tisoče in tisoče točk. Od povprečno zmogljivega računalnika je nemogoče pričakovati, da si bo uspel v delovni pomnilnik naložiti in sprostiti takšno količino podatkov, zato je najbolj smotno celoten DMR razdeliti na več manjših (VNS2 ima vgrajeno orodje za »razbijanje« DMR-ja). V tem primeru procesor pri renderiranju obdeluje le posamezen del modela reliefa in šele, ko zaključi z obdelavo enega dela, si v pomnilnik naloži drugega. S takšnim pristopom zreduciramo količino podatkov tudi nekajkrat.

Zelo zahtevna operacija za procesor je izdelava neba. Namesto izdelave oblakov je pri vizualizacijah obsežnih kartografskih modelov bolje uporabiti preprosto rastrsko sliko, saj se na ta način izognemo zapletenemu računanju, ki zahteva ogromno procesorske moči. Pri svojem modelu sem se vseeno odločil za izdelavo plastovitih oblakov, vendar sem jih omejil le na tri sloje (optimalno je nad dvajset). Zaradi omenjene poenostavitve je prikaz neba nekoliko manj realen, kot bi bil lahko sicer.

Zelo zahtevna operacija je izdelava senc. Programski paket omogoča izdelavo senc od neba, 3R objektov in terena. Pri izdelavi svoje karte sem uporabil le slednje. Senčenje 3R objektov se mi je v mojem primeru zdelo nesmiselno, saj so objekti izredno majhni in bi se sence videle minimalno. Menim, da s senčenjem 3R objektov karta ne bi pridobila na učinku tridimenzionalnosti.

Zaradi prihranjanja procesorske moči, sem zmanjšal resolucijo končne podobe (1600×1200 pixlov), izklopil sem izračunavanje odsevov neba in objektov na vodnih površinah ter valovanja vode. Glede na relativno majhno merilo vsi ti učinki na karti niso vidni.

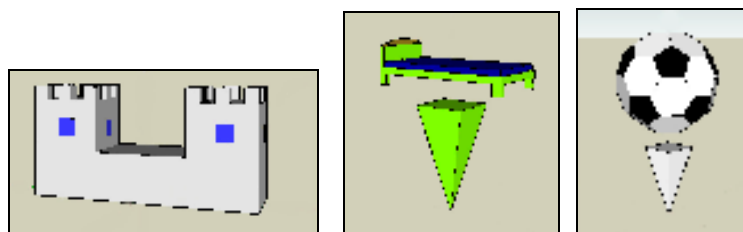
### 10.5.3 Oblikovanje kartografskih znakov

Pri oblikovanju pogojnih kartografskih znakov je potrebno pravilno določiti sedem grafičnih spremenljivk in sicer: velikost, ton, tekstura, barva, vzorec, smer, oblika. Znak je pravilno oblikovan, ko so pravilno določene grafične spremenljivke in ustreza vsem načelom oblikovanja (asociativnost, kontrastnost, stiliziranost in čitljivost).

Veliko časa sem posvetil izbiri kartografskih znakov. Odločal sem se med 3R znaki, ki jih lahko neposredno uvozimo v VNS2 ali pa 2R znaki, ki bi jih dodal v Photoshopu. Težava 3R objektov pri panoramskih kartah je predvsem ta, da se zaradi dinamičnega merila velikost le-

teh na različnih delih karte spreminja. Lahko se zgodi, da so znaki v ospredju preveliki in preveč pritegnejo uporabnikovo pozornost, tisti zadaj pa se skoraj ne vidijo in so zato povsem neprepoznavni. Zelo zamudno in zahtevno pa je določevanje velikosti in orientacije vsakega znaka posebej. Pri 2R kartografskih znakih teh težav ni. Na renderirano površje lahko brez težav »nalepimo« rastersko sliko poljubne velikosti, ki predstavlja pogojni znak. Znaku dodamo še kakšnega izmed 3R efektov (senčenje, napihovanje rastra, itd.) in s tem ohranimo občutek tridimenzionalnosti pri panoramski karti.

Pri izdelavi panoramske karte občine Slovenske Konjice sem najprej izdelal 3R kartografske znake, kasneje pa še 2R. Preprostejše 3R znake sem oblikoval v Googlovem orodju SketchUp 6 Pro, medtem ko sem za zahtevnejše uporabil 3D Studio Max 9. Odločil sem se, da večino od njih prikažem s »podstavkom«, saj jih le-ta nekoliko dvigne od reliefa in so zato bolj čitljivi in prepoznavni. Pri izdelavi sem uporabljal žive, izstopajoče barve. Pozoren sem bil tudi na to, da posamezen znak vsebuje le dve ali tri barve, saj večje število barv zaradi majhnega merila (pri oddaljenih objektih) ne bi doprineslo k večji prepoznavnosti znaka, ampak celo nasprotno.

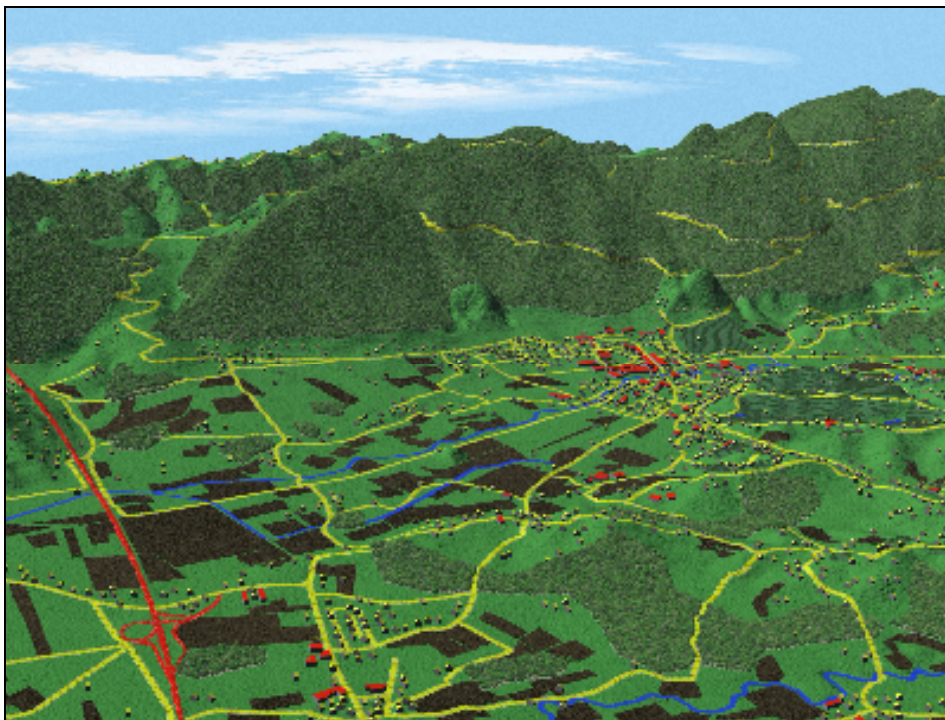


Slika 35: Primeri 3R kartografskih znakov

Vendar pa ob uvozu 3R pogojnih znakov v kartografski model in kasneje, z vizualizacijo panoramske karte, nisem bil zadovoljen z rezultati. Znaki so bili zaradi koncentriranosti pomembnih objektov v samem centru občine (mesto Slovenske Konjice) nakopičeni na zelo majhni površini in so prekrivali drug drugega. Težava je bila tudi v čitljivosti znakov. S prilagajanjem velikosti in premikanjem kartografskih znakov nisem rešil težave.

Odločil sem se za drugačen pristop k reševanju težave. V VNS2 sem izdelal kartografski model, ki vsebuje le fizično površje ter nekatere objekte prikazane s kartografskimi znaki - hiše, večje ploskovne objekte in linijske objekte (ceste, železnice, reke). Model oziroma sceno sem vizualiziral in pridobil osnovo (rastersko sliko), na katero sem kasneje nanašal ostale

kartografske sloje (napise in pogojne znake). Celotno nadaljnjo »obdelavo« sem izvedel v programskem paketu Photoshop CS3.



Slika 36: Renderirano fizično površje z določenimi kartografskimi znaki v VNS2

Izgled renderiranega fizičnega površja se razlikuje od območja do območja, zato sem se trudil izdelati takšne 2R kartografske znake, ki bi bili dobro vidni na vsakršni podlagi. Odločil sem se, da jih prikažem v dveh različnih prevladujočih barvah in sicer modri in rumeni. Menim, da sta ti barvi zelo vpadljivi in zato znaki lepo izstopajo od podlage. Delitev na dve barvni skupini ima tudi vsebinski pomen. Rumeni znaki predstavljajo turistično ponudbo občine - gostinsko, kulturno in športno (gostišča, vinske kleti, muzej, grad, cerkev, golf, itd.), modri pogojni znaki pa predstavljajo objekte, ki so nujni za obstoj družbe (zdravstveni dom, banka, pošta, itd.).



Slika 37: 2R kartografski znaki z dodanim učinkom senčenja

Za lažjo izdelavo znakov sem na spletu poiskal različne simbolne pisave (dingbat fonts), ki vsebujejo zahtevane znake. V operacijskem sistemu Windows XP je v mapi fonts mogoče najti za kartografe izredno zanimive pisave ESRI, ki sem jih tudi sam uporabil pri izdelavi večine znakov. Znakom sem kreiral še podlago, dodal učinek senčenja in jih prevzorčil na ustrezno velikost za na karto (30x30 pikslov).

Znaki izpolnjujejo vsa načela oblikovanja pogojnih kartografskih znakov. So asociativni, kontrastno se ločijo od podlage, so dovolj veliki in zato tudi čitljivi.

#### **10.5.4 Oblikovanje napisov**

Odločitev, katere napise na karti prikazati in katere ne, je odvisna izključno od kartografove presoje in samega namena karte. Sam sem se odločil, da karte ne nasičim z napisi, ampak podam le tiste nujno potrebne za orientacijo na karti – mesta, naselja, imena večjih vodotokov, nekaterih vrhov z nadmorskimi višinami in hribovij. Za vse napise sem uporabil pisavo Arial, ki je pregledna tudi pri manjših velikostih. Za imena mest in večjih naselij sem uporabil velike tiskane bele črke s črno obrobo, za manjša naselja pa majhne tiskane bele črke, tudi s črno obrobo. Imena vrhov sem napisal z majhnimi tiskanimi belimi transparentnimi črkami brez obrobe, imena hribovij pa s transparentno modro pisavo z belo obrobo. Vodotoki so napisani s klasično modro barvo in črno obrobo. Na karti sem prikazal še smeri večjih mest, kot sta npr. Celje in Maribor.

V tem poglavju naj omenim še, da karta vsebuje tudi vetrnico, ki prikazuje orientacijo karte.

#### **10.5.5 Oblikovanje izvenokvirne vsebine**

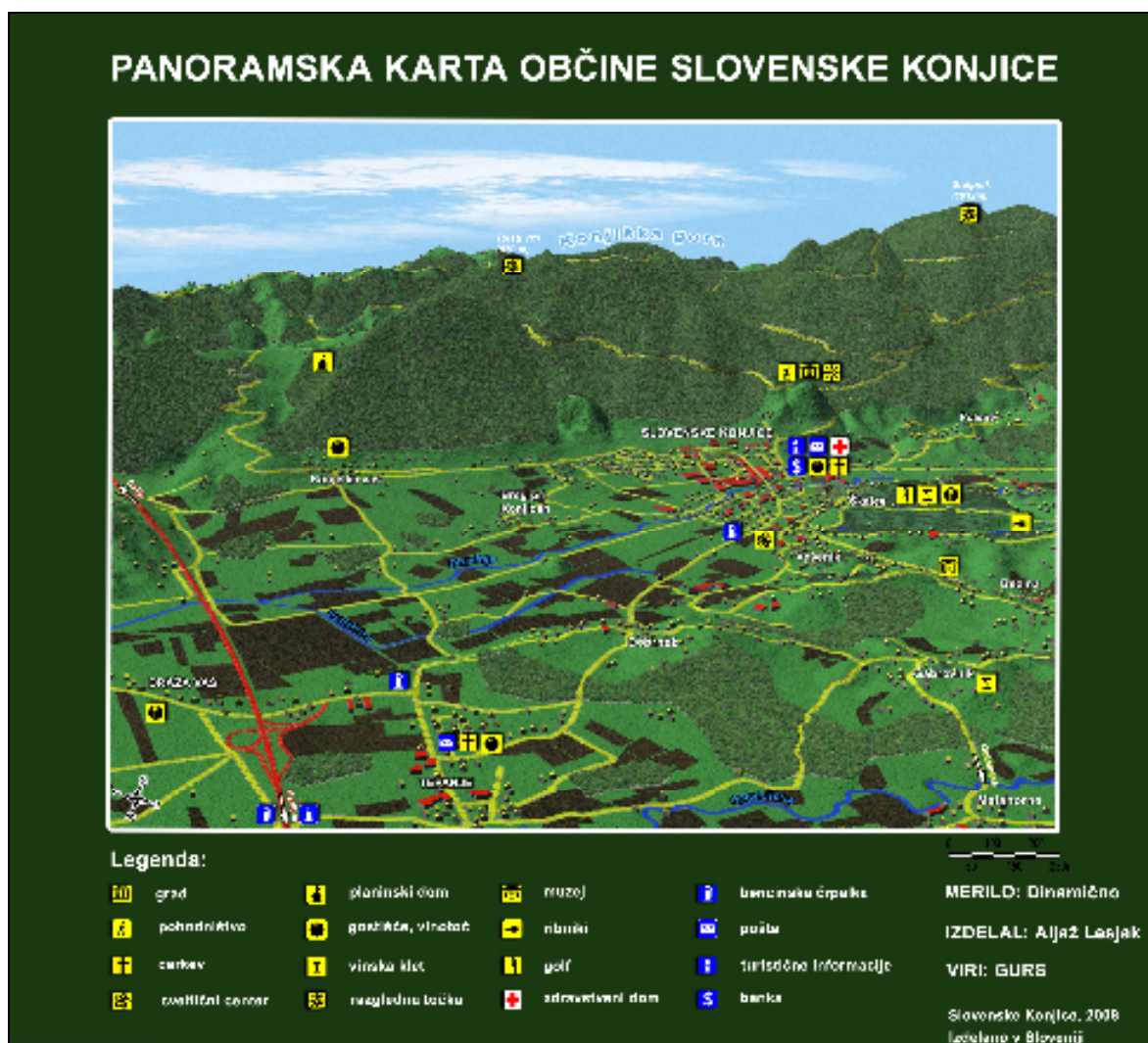
V izvenokvirni vsebini sem na karti prikazal legendo z obrazloženimi pomeni kartografskih pogojnih znakov, naslov karte, leto izdelave, vire, merilo in avtorja karte. V izvenokvirno vsebino sem dodal še približno grafično merilo, čeprav vemo, da se merilo po celotni karti spreminja. S tem ima uporabnik vsaj okvirno predstavo o dejanskih oddaljenostih v naravi.

### 10.5.6 Končni izdelek

Z uporabo sodobnih programskih paketov za kartografsko modeliranje je mogoče izdelati panoramske karte na najrazličnejše načine. Izdelava karte občine Slovenske Konjice je v celoti temeljila na uporabi dveh oziroma pogojno treh programskih paketov. Površje, ekosistemi (gozd, njive itd.) ter linijski elementi so bili izdelani in renderirani v VNS2, medtem ko je bila ostala vsebina (napisi, kartografski znaki itd.) oblikovana v Photoshopu. Menim, da je ravno to dejstvo ključno za izdelavo kvalitetnega in lepo oblikovanega izdelka. V primeru, da bi postopek izdelave karte temeljil le na programskem paketu VNS2, ki je bil prvotno izdelan za potrebe projektiranja golf igrišč in je zato primernejši za izdelavo upodobitev v večjih merilih, bi bil končni izdelek precej bolj robusten in zato manj všečen.

Pri tematskih kartah imajo zelo pomembno vlogo kartografski znaki, ki morajo biti oblikovani tako, da pritegnejo uporabnikovo pozornost. Izdelal sem 2R kartografske znake živih barv (rumena in modra). Menim, da so le-ti za panoramske karte manjših meril najprimernejši, precej bolj kot 3R znaki.

Panoramska karta je velikosti 1600×1200 pixlov, kar je dovolj za objavo na spletu oziroma za tiskanje do formata A4. Za objavo karte na reklamnih panojih, pa bi moral resolucijo povečati, kar pa bi zahtevalo zmogljivejšo strojno opremo.



Slika 38: Panoramska karta občine Slovenske Konjice



## 11 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi sem se ukvarjal s podpodročjem trirazsežne kartografije, panoramsko kartografijo. Opredelil sem osnove trirazsežne kartografije, proces zaznavanja podatkov iz karte in razvoj panoramske kartografije skozi čas. Ugotovil sem, da je upodobitev 3R kartografskih modelov za uporabnika precej bolj atraktivna in razumljiva, predvsem kar se tiče pridobivanja informacij o razgibanosti in poteku reliefa, kot klasična karta, kjer je teren prikazan z eno izmed metod za višinsko predstavitev terena.

V daljni preteklosti je bila panoramska kartografija omejena predvsem na čopič, platno in umetnikovo ustvarjalno žilico, danes pa temu ni več tako. Na tržišču se pojavlja vse več programske opreme za 3R kartografsko modeliranje, ki omogoča izdelavo kartografskih modelov. Prav 3R kartografski modeli so osnova za izdelavo sodobnih panoramskih kart.

V kartografskem modelu lahko poljubno izbiramo med vgrajenimi kartografskimi projekcijami ali si definiramo svoje, uvažamo digitalne modele reliefa, jih poudarjamo ali kako drugače modificiramo. Uvažamo rastrske sloje, vektorje, 3R objekte, izbiramo položaje kamere, ki definirajo pogled na teren itd. Prav navedeni dejavniki zagotavljajo, da je vsaka izdelana panoramska karta še vedno unikatna in je v njej prisoten pridih kartografa.

Kljub temu, da je panoramska karta izdelana v celoti, od prvega do zadnjega koraka, v računalniškem okolju, ne smemo pozabiti na osnovne zakonitosti o oblikovanju in izdelavi kartografskih izdelkov. Upoštevati je potrebno postopke kartografske generalizacije, estetsko privlačnost karte, pozabiti pa ne smemo niti na osnovno funkcijo karte, komunikacijo.

Zaradi želje, da diplomska naloga ne bi bila povsem teoretično naravnana, sem izdelal še praktični izdelek panoramske karte z enim izmed možnih postopkom, ki se opira predvsem na dva programska paketa, Visual Nature Studio 2 in Adobe Photoshop CS3. Pri izdelavi karte sem upošteval vse prej teoretično predstavljene vsebinske in oblikovne zakonitosti panoramske kartografije. Namen izdelane karte je obveščanje obiskovalcev občine Slovenske Konjice o njeni turistični ponudbi. Menim, da je panoramska karta primerna za objavo na reklamnih panojih ob prihodu v občino, kjer bi si lahko vsak obiskovalec ogledal, kakšna je njena turistična ponudba.

## VIRI

Bandrova, T., 1998. Cartographic Modelling of the Real World. V: Proceedings of E-mail Seminar of Cartography, Volume 1, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Sofija.

Bandrova, T. 2005. Innovative technology for creation of 3D maps. Data Science Journal, Volume 4: 53-58.

Corbett, J., Wade, K. 2005. Player Perspective: Using Computer Game Engines for 3D Cartography. Cartographica, Vol. 40, Nos. 3, Fall 2005: 113-120.

Haeberling, Christian. 2004. Highly Focused Design and Graphic Variables for 3D Mountain Maps. V: Proceedings 4<sup>th</sup> ICA Mountain Cartography Workshop. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona, Spain. Technical Monograph, No. 8: 109–117.

Haeberling, C. 2002. 3D Map Presentation - A Systematic Evaluation of Important Graphic Aspects. V: Proceedings of the ICA Mountain Cartography Workshop. Mt. Hood, Oregon: International Cartographic Association: 1-11.

Jenny, B. 2007. Design of a panorama map with plan oblique and spherical projection. Proceedings - 5th ICA Mountain Cartography Workshop. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia. Technical Monograph: 121-128.

Jenny, B. 2004. Bringing Traditional Panorama Projections from the Painter's Canvas to the Digital Realm. V: Proceedings - 4th ICA Mountain Cartography Workshop. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona, Spain. Technical Monograph, No. 8: 151–157.

Jenny, B., Patterson, T. 2007. Introducing Plan Oblique Relief. Cartographic Perspectives. No. 57, Spring 2007: 21-40.

Keresteš, K. 1996. Izdelava karte za orientacijski tek. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo: 75 str.

Patterson, T. 2000. A View from on High: Heinrich Berann's Panoramas and Landscape Visualization Techniques for the U.S. National Park Service. *Cartographic Perspectives*. No. 36, Spring 2000: 38–65.

Patterson, T. 2005. Looking Closer: A Guide to Making Bird's-eye Views of National Park Service Cultural and Historical Sites. *Cartographic Perspectives*. No. 52, Fall 2005.

Patterson, T. 2001. DEM Manipulation and 3-D Visualization: Techniques Used by the U.S. National Park Service. *Cartographica*. Vol. 38, Nos. 1 & 2, Spring/Summer 2001: 89–101.

Patterson, T., 2002: Getting Real: Reflecting on the New Look of National Park Service Maps. *Cartographic Perspectives*. No. 43, Fall 2002: 43-56.

Peterca, M. 2001. Matematična kartografija – kartografske projekcije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 12-23, 175-195.

Peterca, M., Radošević, N., Milisavljević, S., Racetin, F. 1974. *Kartografija*. Beograd, Vojnogeografski institut.

Petrovič, D. 2001. Načela oblikovanja izraznih sredstev v tridimenzionalnih kartografskih prikazih. Doktorska disertacija. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Petrovič, D. 2001: Three dimensional mountain map. Proceedings of the 20th ICA International Cartographic Conference, Beijing.

Petrovič, D. 2007. Trirazsežne (tematske) karte v prostorskem načrtovanju. *Geodetski vestnik* 52, 2: 293-303 .

Podobnikar, T. 2006. Digitalni model reliefa iz različnih podatkov. *Življenje in tehnika* april 2006: 20-27.

Podobnikar, T. 2003. Kronologija izdelave digitalnega modela reliefa Slovenije. *Geodetski vestnik* 47, 1-2: 47-54 .

Premože, S. 2002. Computer Generation of Panorama Maps. V: *Proceedings of the ICA Mountain Cartography Workshop*. Mt. Hood, Oregon: International Cartographic Association.  
Robinson, Arthur H., Joel L. Morrison, Phillip C. Muehrcke, A. Jon Kimerling and Stephen C. Guphill. 1995. *Elements of Cartography*. Sixth edition. New York: John Wiley & Sons: 20-38, 313-447.

Rihtaršič, M., Fras, Z. 1991. Digitalni model reliefa. 1 del: teoretične osnove in uporaba DMR. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FAGG – KFK: 3-22.

Stopar, B. 2005. Ljubljana. Zapiski s predavanj, Višja geodezija I. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Treven, S. 1998. Management človeških virov. Ljubljana. *Gospodarski vestnik*: 76-77.

Wood, M. 2001. The Mountain Panorama and Its Significance in the Scottish Context. *Cartographica*, Vol. 38, 1&2, Spring 2001: 103-118.

Zavadlav, N. 2003. Trirazsežnostni prikaz in percepcija slovenske planinske transverzale. Diplomatska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo: 95 str.

Robinson, A., Morrison, J., Muehrcke, P., Kimerling, A., Guphill, S. 1995. *Elements of cartography*. New York. John Wiley & Sons: 674 str.

## INTERNETNI VIRI

Domača stran Geodetske uprave Republike Slovenije,

<http://www.gu.gov.si/> (20.5.2008)

Domača stran Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Grafična enota rabe kmetijskih gospodarstev,

<http://rkg.gov.si/GERK/> (20.5.2008)

Domača stran Občine Slovenske Konjice.

[http://www.slovenskekonjice.si/si/index.php?option=com\\_frontpage&Itemid=7](http://www.slovenskekonjice.si/si/index.php?option=com_frontpage&Itemid=7) (3.5.2008)

Domača stran Land Info,

<http://landinfo.com/qb.htm> (24.5.2008)

2008, 3D kartografija,

<http://www.shadedrelief.com/> (22.5.2008)

2007, Senčenje reliefa,

<http://www.reliefshading.com/> (17.5.2008)

Domača stran Heinricha Beranna,

<http://www.berann.com/> (15.5.2008)

Stran z dingbat pisavami,

<http://www.dingbatdepot.com/> (1.6.2008)

Domača stran 3D nature,

<http://3dnature.com/> (2.5.2008)

Digitalni model reliefa,

<http://iaps.zrc-sazu.si/?q=/node/70> (20.5.2008)

Stari trg v Slovenskih Konjicah (Slika),

[http://www.slovenskekonjice.si/si/index.php?option=com\\_content&task=view&id=4&Itemid=23](http://www.slovenskekonjice.si/si/index.php?option=com_content&task=view&id=4&Itemid=23) (3.5.2008)

Golf igrišče v Slovenskih Konjicah (Slika),

<http://golf.zlati-gric.si/galerije.php?galerija=1> (3.5.2008)

Panoramska karta Georgetown (Slika),

<http://www.oldhouseweb.com/stories/Detailed/964.shtml> (3.5.2008)

Panoramska karta H.Beranna (Slika),

[http://www.berann.com/panorama/yellowstone\\_1.jpg](http://www.berann.com/panorama/yellowstone_1.jpg) (5.5.2008)

Panoramska karta E.Imhof (Slika),

[http://www.maps.ethz.ch/imhof/imhof6\\_EN](http://www.maps.ethz.ch/imhof/imhof6_EN) (5.5.2008)

Karta prikazana s perspektivno metodo (Slika),

[http://www.montenegromap.net/images/kotor\\_old\\_map.jpg](http://www.montenegromap.net/images/kotor_old_map.jpg) (5.5.2008)

Karta prikazana z uporabo višinskih šraf (Slika),

<http://www.shtetlinks.jewishgen.org/Kremenets/web-pages/documents/Map-Kremenets-Hills-1883.jpg> (5.5.2008)

Uporaba poltonskega senčenja (Slika),

[http://www.reliefshading.com/examples/imhof\\_grisons.html](http://www.reliefshading.com/examples/imhof_grisons.html) (5.5.2008)

Uporaba hipsometrične metode (Slika),

[http://www.stsci.edu/~pmcc/xo/equipment/\\_img/maui\\_elevation.jpg](http://www.stsci.edu/~pmcc/xo/equipment/_img/maui_elevation.jpg) (5.7.2008)

Uporaba geometrične metode (Slika),

<http://www.terrainmap.com/image2.jpg> (6.7.2008)

Uporaba kombinirane metode (Slika),

<http://www.adirondacknorthway.net/maps/mtmarcyLg.jpg> (6.5.2008)

Panoramska karta Kranjske Gore (Slika),

<http://www.kranjska-gora.si/resources/files/doc/karta-panorama-v.jpg> (6.5.2008)

Znakovna karta (Slika),

[http://www.vgi.mod.gov.yu/english/products/digital/edmv/images/military\\_geographical\\_institute\\_topographic\\_map\\_tk25\\_over\\_digital\\_elevation\\_model.jpg](http://www.vgi.mod.gov.yu/english/products/digital/edmv/images/military_geographical_institute_topographic_map_tk25_over_digital_elevation_model.jpg) (7.7.2008)

Narodni park Denali (Slika),

[http://www.shadedrelief.com/berann/denali\\_com.jpg](http://www.shadedrelief.com/berann/denali_com.jpg) (15.5.2008)

DEM manipulacija (Slika),

<http://www.shadedrelief.com/dem/dem.html> (3.6.2008)

Panoramska karta Rogle (Slika),

<http://www3.shrani.si/files/rogl932369.jpg> (29.4.2008)

Prikaz izdelave neba in vremenskih pojavov (Slika),

<http://www.3dnworld.com/users/43/images/low-ccb-new.jpg> (25.5.2008)