

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*



Visokošolski program Geodezija,  
Smer za prostorsko informatiko

Kandidat:

**Slavko Zec**

## **Izdelava reliefne karte Pomurja**

**Diplomska naloga št.: 181**

**Mentor:**

doc. dr. Dušan Petrovič

Ljubljana, 25. 1. 2006

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani **SLAVKO ZEC** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:  
**"IZDELAVA RELIEFNE KARTE POMURJA"**.

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

Murska Sobota, 9.1.2006

---

(podpis)

**BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN**

<b>UDK</b>	<b>528.94 (497.4 Pomurje) (043.2)</b>
<b>Avtor</b>	<b>Slavko Zec</b>
<b>Mentor</b>	<b>doc. dr. Dušan Petrovič</b>
<b>Naslov</b>	<b>Izdelava reliefne karte Pomurja</b>
<b>Obseg in oprema</b>	<b>60 str., 17 sl.</b>
<b>Ključne besede</b>	<b>reliefna karta, digitalni model reliefa (DMR), matrica, termovakuumski postopek</b>

**Izvleček**

Reliefne karte so tridimenzionalen prikaz zemeljske površine. Služijo neposredni predstavitvi reliefa (na kartah je relief predstavljen posredno in pogojno). Uporabnikom je ta način predstavitve reliefa enostavnejši in lažje razumljiv. V diplomski nalogi sem pripravil redakcijski načrt in predstavil možen proces izdelave reliefne karte, po katerem sem tudi izdelal izsek reliefne karte Pomurja v horizontalnem merilu 1 : 30 000 in vertikalnem merilu 1 : 15 000. Postopek dela je razdeljen v štiri faze, ki si časovno sledijo in nadgrajujejo: izdelava matrice, termovakuumski postopek reprodukcije, printanje, sestava osnovnih elementov. Kot osnovni vir sem uporabil digitalni model reliefa ločljivosti 25 m(DMR25) in Državno topografsko karto v merilu 1 : 50 000 (DTK 50).

<b>UDC</b>	<b>528.94 (497.4 Pomurje) (043.2)</b>
<b>Author</b>	<b>Slavko Zec</b>
<b>Supervisor</b>	<b>doc. dr. Dušan Petrovič</b>
<b>Title</b>	<b>The Elaboration of The Relief Map of The Pomurje</b>
<b>Notes</b>	<b>60 p., 17 fig.</b>
<b>Key words</b>	<b>relief map, digital model of relief (DMR), convexed aluminium mould, thermo-vacuum process</b>

**Abstract**

Relief maps are three-dimensional representation of earth surface. They are intended for direct representation of relief (on maps reliefs are presented indirectly and conditionally), as in this way of presentation relief is simply and easily understood by ordinary users. In the thesis editorial plan is prepared and possible method of elaboration of relief map is presented. The described method has been used for elaboration of an insert of relief map of the Pomurje region at 1:30 000 horizontal scale and at 1:15 000 vertical scale. The process of work is divided into four phases, which are followed and built up by one another: elaboration of convexed aluminium mould, thermo-vacuum process of reproduction, printing, composition of basic elements. As basic sources the digital model of relief resolution 25 m (DMR 25) and the National topographic map at 1: 50 000 scale (DTK 50) were used.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Dušanu Petroviču za svetovanje in strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge. Zahvaljujem se tudi vsem, ki so mi pomagali pri izdelavi izseka reliefne karte. Predvsem bi rad izpostavil profesorja Roberta Balažica in ekipo tiskarne Dado tisk.

Posebna zahvala gre staršem za nesebično pomoč in moralno podporo v času študija.

## KAZALO VSEBINE

### PRVI DEL: TEORIJA

<b>1</b>	<b>TEORETIČNE OSNOVE.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>DEFINICIJE IN TERMINOLOGIJA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3</b>	<b>DELITEV .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4</b>	<b>ZGODOVINA .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.1</b>	<b>V svetu .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.2</b>	<b>V Sloveniji .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5</b>	<b>KARTOGRAFSKI VIRI .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>VRSTE KARTOGRAFSKIH PRIKAZOV .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>SPLOŠNE GEOGRAFSKE KARTE .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>TEMATSKE KARTA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3</b>	<b>ATLASI .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4</b>	<b>RELIEFI IN RELIEFNE KARTE.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5</b>	<b>GLOBUSI.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>GEOGRAFSKI ELEMENTI KARTE .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>NARAVNI ELEMENTI.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Hidrografija (vodovje) .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Relief zemljišča .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Tla in vegetacija .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>ANTROPOGENI ELEMENTI .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Naselja in objekti .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Komunikacije .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Meje.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>ZEMLJEPISNA IMENA .....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>MATEMATIČNI ELEMENTI KARTE .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1</b>	<b>MERILO .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Številčno ali numerično merilo.....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Grafično ali linearno merilo .....</b>	<b>19</b>

<b>4.2</b>	<b>KARTOGRAFSKE PROJEKCIJE</b> .....	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>KARTOGRAFSKO OBLIKOVANJE</b> .....	<b>22</b>
<b>5.1</b>	<b>OBLIKOVANJE GREFIČNIH ELEMENTOV</b> .....	<b>22</b>
<b>5.2</b>	<b>OBLIKOVANJE NAPISOV IN ŠTEVILK</b> .....	<b>23</b>
<b>5.3</b>	<b>OBLIKOVANJE KARTE IZVEN POLJA</b> .....	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>KARTOGRAFSKI ZNAKI IN GENERALIZACIJA</b> .....	<b>25</b>
<b>6.1</b>	<b>KARTOGRAFSKA IZRAZNA SREDSTVA</b> .....	<b>25</b>
<b>6.1.1</b>	<b>Kartografski znaki</b> .....	<b>25</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Napisi</b> .....	<b>26</b>
<b>6.1.3</b>	<b>Grafikoni</b> .....	<b>26</b>
<b>6.2</b>	<b>KARTOGRAFSKA GENERALIZACIJA</b> .....	<b>27</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Izbira in redukcija</b> .....	<b>27</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Geometrično poenostavljanje</b> .....	<b>28</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Združevanje</b> .....	<b>28</b>
<b>6.2.4</b>	<b>Prehod na pogojni prikaz</b> .....	<b>28</b>
<b>6.2.5</b>	<b>Premikanje</b> .....	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>REDAKCIJA IN IZDELAVA</b> .....	<b>30</b>
<b>7.1</b>	<b>REDAKCISKA DELA</b> .....	<b>30</b>
<b>7.1.1</b>	<b>Splošna redakcijska dela</b> .....	<b>30</b>
<b>7.1.2</b>	<b>Posebna redakcijska dela</b> .....	<b>31</b>
<b>7.2</b>	<b>TEHNIKE IZDELAVE KART</b> .....	<b>31</b>
<b>7.2.1</b>	<b>Računalniška kartografija</b> .....	<b>32</b>
<b>7.2.2</b>	<b>Izdelava reprodukcijskih originalov</b> .....	<b>33</b>
<b>7.2.3</b>	<b>Tisk</b> .....	<b>33</b>
<b>DRUGI DEL: PRAKTIČNI DEL</b>		
<b>8</b>	<b>ZGODOVINA PRIKAZA RELIEFA NA KARTAH</b> .....	<b>35</b>
<b>9</b>	<b>REDAKCIJSKI NAČRT</b> .....	<b>36</b>
<b>9.1</b>	<b>NAMEN IZDELAVE</b> .....	<b>36</b>
<b>9.2</b>	<b>MATEMATIČNI ELEMENTI KARTE</b> .....	<b>36</b>
<b>9.2.1</b>	<b>Merilo in območje</b> .....	<b>36</b>

---

<b>9.2.2</b>	<b>Projekcija reliefne karte .....</b>	<b>38</b>
<b>9.3</b>	<b>VIRI ZA IZDELAVO RELIEFNE KARTE.....</b>	<b>38</b>
<b>9.3.1</b>	<b>Digitalni model reliefa DMR 25 .....</b>	<b>38</b>
<b>9.3.2</b>	<b>Državna topografska karta 1 : 50 000 (DTK 50) .....</b>	<b>39</b>
<b>9.3.3</b>	<b>Tehnika izdelave .....</b>	<b>41</b>
<b>9.3.4</b>	<b>Materiali za izdelavo .....</b>	<b>41</b>
<b>10</b>	<b>IZDELAVA MATRICE.....</b>	<b>43</b>
<b>10.1</b>	<b>PROGRAMSKA OPREMA .....</b>	<b>44</b>
<b>10.2</b>	<b>STROJNA OPREMA.....</b>	<b>45</b>
<b>10.3</b>	<b>POTEK DELA .....</b>	<b>46</b>
<b>10.3.1</b>	<b>Računalniška obdelava podatkov .....</b>	<b>46</b>
<b>10.3.2</b>	<b>Obdelava surovca .....</b>	<b>48</b>
<b>10.4</b>	<b>DRUGE MOŽNE TEHNOLOGIJE IZDELAVE MATRICE.....</b>	<b>49</b>
<b>10.4.1</b>	<b>PolyJet tehnologija .....</b>	<b>49</b>
<b>10.4.2</b>	<b>DMLS tehnologija .....</b>	<b>51</b>
<b>11</b>	<b>TISKANJE – PRINTANJE KARTE .....</b>	<b>52</b>
<b>11.1</b>	<b>Eco solventni tiskalnik Rockhopper II .....</b>	<b>53</b>
<b>12</b>	<b>TERMOVAKUUMSKO OBLIKOVANJE.....</b>	<b>54</b>
<b>13</b>	<b>ZAKLJUČNO DELO.....</b>	<b>56</b>
<b>14</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>59</b>
<b>VIRI</b>	<b>.....</b>	<b>60</b>



## KAZALO SLIK

<b>SLIKA 1:</b>	<b>Prikaz reliefa v jami .....</b>	<b>5</b>
<b>SLIKA 2:</b>	<b>Pomanjšani izsek zemljevida Kranjska, Kras, Istra in Slovenska marka Janeza Vajkarda Valvasorja iz leta 1689 .....</b>	<b>6</b>
<b>SLIKA 3:</b>	<b>Način prikaza merila .....</b>	<b>19</b>
<b>SLIKA 4:</b>	<b>Bertinove grafične spremenljivke.....</b>	<b>22</b>
<b>SLIKA 5:</b>	<b>Profil terena z različnim faktorjem višinskega povečevanja. Na sliki a) ni višinskega povečevanja. Na sliki b) je faktor povečave enoten komstanten (x 4). Na sliki c) imamo različna spremenljiva faktorja povečave (od 0 do 500 x 4, od 500 do 1000 x 2 ).....</b>	<b>37</b>
<b>SLIKA 6:</b>	<b>Neobdelan surovec.....</b>	<b>41</b>
<b>SLIKA 7:</b>	<b>EMCO MILL CONCEPT 105.....</b>	<b>45</b>
<b>SLIKA 8:</b>	<b>Podoba reliefa v programu AutoCAD. ....</b>	<b>46</b>
<b>SLIKA 9:</b>	<b>Obdelan surovec - matrica .....</b>	<b>48</b>
<b>SLIKA 10:</b>	<b>Shematični prikaz PolyJet postopka. ....</b>	<b>50</b>
<b>SLIKA 11:</b>	<b>Princip delovanja stroja za lasersko sintranje .....</b>	<b>51</b>
<b>SLIKA 12:</b>	<b>Samolepljiva grafična folija s sprintano vsebino .....</b>	<b>52</b>
<b>SLIKA 13:</b>	<b>Eco solventni tiskalnik Rockhopper II.....</b>	<b>53</b>
<b>SLIKA 14:</b>	<b>Shematičen prikaz osnovnih delov termovakuumskega stroja.....</b>	<b>54</b>
<b>SLIKA 15:</b>	<b>Matrica in odtisnjena folija.....</b>	<b>55</b>
<b>SLIKA 16:</b>	<b>Lepljenje grafične folije na telo reliefne karte .....</b>	<b>57</b>
<b>SLIKA 17:</b>	<b>Končan izsek reliefne karte Pomurja.....</b>	<b>58</b>

## **PRVI DEL: TEORIJA**

### **1 TEORETIČNE OSNOVE**

#### **1.1 UVOD**

Človek je bitje, ki vtis o realnem svetu pridobi preko čutil. Vid je čutilo, preko katerega človek sprejme 83% vseh informacij iz okolja (Rener 1992, str. 2). Zato ni potrebno poudarjati, kako pomembna je slika, v našem primeru karta, na podlagi katere si človek ustvarja predstavo o realnem svetu. Vse kartografske tehnike, ki se ukvarjajo s predstavitvijo reliefa so zelo dodelane, vendar pa nobena ne more v popolnosti nadomestiti slike, ki nastane v možganih, ko gledamo tridimenzionalen objekt. Zaradi tega so reliefi in reliefne karte najboljše nadomestilo za prikaz in ponazoritev določenega območja Zemlje.

Danes nam je v veliko pomoč tudi računalniška tehnologija. S pomočjo računalnika in različnih programov lahko ustvarimo navidezen tridimenzionalen svet. Tega je mogoče vrteti, obračati in gledati iz različnih perspektiv. To je zelo dober »približek« realnemu svetu, vendar še vedno gledamo sliko preko monitorja, ki je ravna površina.

V Sloveniji trenutno nihče ne izdeluje reliefnih kart. Vse reliefne karte Slovenije, ki jih je danes možno kupiti, prihajajo iz sosednjih držav (sam sem zasledil italijanske). V nekdanji, bivši domovini Jugoslaviji, so tehnologijo in karte razvijali na Vojaškem geografskem inštitutu v Beogradu. V Sloveniji se je razvila tipna oziroma taktilna kartografija. Za izdelavo reliefnih in taktilnih kart se uporablja podobna tehnologija. Taktilna kartografija, je posebna veja kartografije, ki slepim omogoča, da z dogovorjenimi tipnimi znaki spoznavajo prostor in razmerja v njem. Pomembno vlogo pri izdelavi taktilnih kart ima Geodetski inštitut Slovenije (<http://www.zrc-sazu.si/zgds/11-12-20.htm>).

Zaradi zgoraj navedenih dejstev in ustvarjalnega duha sem se odločil, da bi poskusil narediti oziroma razviti tehnologijo, s pomočjo katere bi bilo mogoče izdelati reliefno karto. Karta je regionalno orientirana na Pomurje zgolj iz razloga, ker izhajam iz tega območja.

## 1.2 DEFINICIJE IN TERMINOLOGIJA

**Kartografija** je znanost o zgodovini ter načinih prikaza, izdelave, uporabe in vzdrževanja kart in ostalih grafičnih prikazov površine Zemlje ali drugih nebesnih teles, pa tudi prikaz stanj in pojavov, povezanih s temi površinami. Nekoč je bila tesno povezana z geografijo, danes se obravnava večinoma v sklopu geodezije, njena naloga pa vse bolj postaja organiziranje in posredovanje prostorskih informacij v grafični ali digitalni obliki ([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

**Topografija** pomeni predstavitev zemeljskega površja na podlagi topografskega snemanja. Podatki o površju so zapisani v določeni obliki na različnih medijih, največkrat pa površje predstavljamo na kartah. Topografsko snemanje se lahko izvaja iz zraka ali pa potrebne meritve z ustreznimi tehničnimi pripomočki in po določenih metodah izvajamo na Zemlji ([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

**Karta** ali **zemljevid** je pomanjšan, generaliziran, pogojno deformiran in s kartografskimi znaki prikazana površina Zemlje, drugih nebesnih teles in zvezdnega neba na ravnini (Lovrić 1988, str.110).

**Karta** je kompleksen prikaz in intelektualna abstrakcija geografske stvarnosti. To stvarnost posreduje naprej v določen namen. Za vsak namen so geografski podatki transformirani v model, ki ga lahko uporabnik zaznava vizualno, taktilno ali digitalno (Peterca in drugi 1974).

**Karta** je abstrakcija realnosti-okolja, ki je odvisna od miselnega, kulturnega in intelektualnega položaja človeka, ki jo izdeluje (Peterca in drugi 1974).

Izraz **načrt** ima isti pomena kot karta ali zemljevid. Razlika je samo v tem, da se izraz načrt uporablja pri upodobitvi v večjem merilu in predvsem za tehnične risbe, kjer vse značilnosti kart še niso izražene v polni meri.

Štiri glavne lastnosti karte so:

- pomanjšan prikaz (merilo),
- deformiran prikaz (kartografska projekcija),
- posplošen prikaz (kartografska generalizacija) in
- pojasnjen prikaz (pogojni znaki)

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

**Digitalni model reliefa (DMR)** razumemo kot digitalni opis oblikovanosti zemeljskega površja. Definicija ne vsebuje le prikaza površja samega, ampak tudi njegov opis z nakloni, ekspozicijo ter plastnicami, padnicami, točkami vrhov ter z drugimi značilnimi črtami in točkami. DMR je sicer fraktalna ploskev (Wood, 1996; 1999), vendar jo obravnavamo kot zvezni številski prikaz topografske ploskve z eksplicitno (neposredno dostopno) ali implicitno informacijo (prikrito, ki je dostopna z analizami) o obravnavanem zemeljskem površju. (Podobnikar 2002. Model zemeljskega površja - dmr ali dmV? Geodetski vestnik , 46, 4: 348)

**Digitalni model reliefa (DMR)** je način opisa oblikovanosti zemeljskega površja, ki vključuje višinske točke, značilne črte in točke reliefa ter druge elemente, ki ga opisujejo (nakloni, plastnice, padnice itd). Digitalni model višin (DMV) vsebuje za opis površja samo višine točk, največkrat zapisane v obliki celične mreže. (Podobnikar in drugi 2001. Digitalni model reliefa Slovenije iz raznih geodetskih podatkov. Geodetski vestnik, 45, 3: 341-342.)

### 1.3 DELITEV

Z obzirom na značaj dejavnosti s katerim se kartografija ukvarja jo lahko razdelimo na:

- znanstveno kartografijo (teoretična in eksperimentalna) in
- proizvodno kartografijo.

Znanstvena in proizvodna kartografija sta med seboj ozko povezani. Vsak večji kartografski projekt zahteva znanstvene osnove, principe po katerih se bo delalo. Na drugi strani pa so izkušnje, ki jih pridobimo z izdelavo nove karte in nova spoznanja, ki doprineajo k razvoju kartografske znanosti.

Kartografija je kot znanost obširna in sestavljena veda in se zaradi sistematičnega raziskovanja glede na tematiko deli na naslednje veje:

- splošna kartografija,
- matematična kartografija in
- praktična kartografija.

Glede na specifične danosti katere kartografija obravnava in raziskuje jo lahko delimo tudi na:

- geografsko (splošnogeografsko in tematsko) in
- kozmično (Peterca in drugi 1974, str. 4-5).

Glede na merilo delimo karte:

- karte velikih meril (do 1 : 200 000),
- karte srednjih meril (od 1 : 200 000 do 1 : 1 000 000) in
- karte malih meril (od 1 : 1 000 000)

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

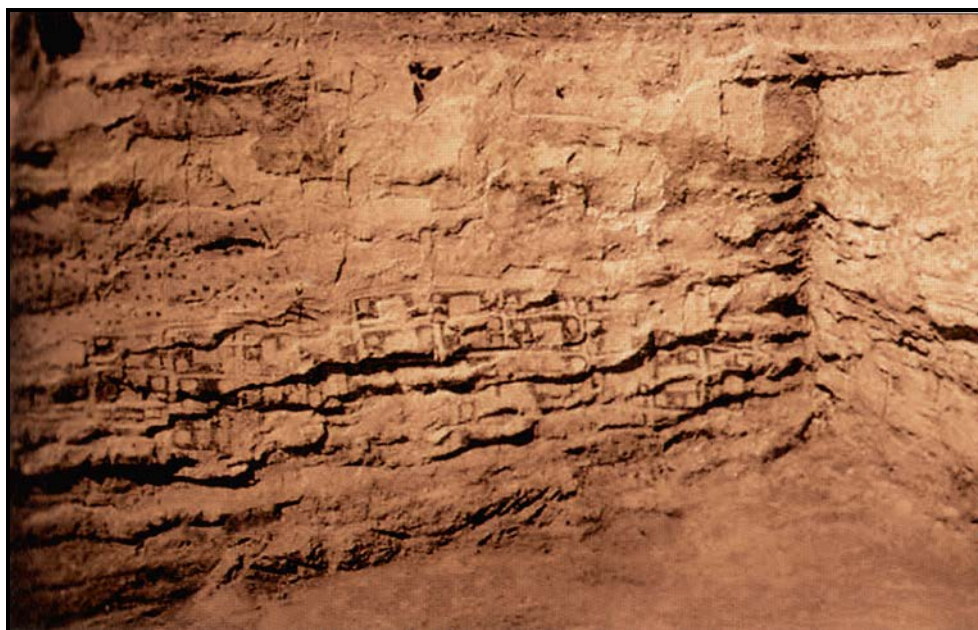
## **1.4 ZGODOVINA**

### **1.4.1 V svetu**

Najstarejše najdene karte segajo 10 000 do 20 000 let v preteklost. Najdene so bile na področjih vzhodne Evrope in Bližnjega vzhoda. Vedno starejše najdbe nakazujejo možnost, da so predniki ljudi karte uporabljali že mnogo prej. Prve karte so ohranjene na glini, kamnu ali kot poslikave v podzemnih jamah, nakazujejo pa različne namene uporabe kart v tistem času: za orientacijo na potovanjih, namakanje zemljišč, kataster, karte rudnikov, karte naselij. Utemeljitelji sodobne kartografije so bili stari Grki, ki so opravili temeljna znanstvena dela na področju prikazovanja Zemlje: določitev velikosti Zemlje, izmere na osnovi astronomskih opazovanj, določitev kartografskih projekcij, določitev metod kartografske generalizacije in uporabo kartografskih znakov. Karte so množično uporabljali Rimljani, vendar so prevzemali karte starih Grkov. Vrhunec antične kartografije predstavlja atlas Klavdija Ptolemaja iz 2. stol. Vsebuje 26 kart takrat znanega sveta in je najboljši kartografski prikaz vse do 15. stol. V srednjem veku je kartografija, tako kot ostale znanosti, zelo nazadovala. Nastajale so

samostanske t.i. »T« karte z zelo posplošenim prikazovanjem kontinentov in orientacijo proti vzhodu (Sveti deželi). Renesansa, doba velikih odkritij in tehnoloških izumov, je od 15. stol. dalje omogočila nagel razvoj kartografije in vedno širšo uporabo kart. Pričele so se natančne izmere zemljišč, izračunali so mnoge nove kartografske projekcije, karte pa so razmnoževali z novimi tehnikami (bakrorez). Raziskovali so nove načine prikaza zemljišča, predvsem višinske predstave, kar je omogočil izum plastnic konec 19. stoletja. Karte so vse bolj uporabljali v vojaške namene in za evidentiranje lastništva (kataster). Države so vzpostavljale svoje kartografske sisteme in kartografske službe. S kartografijo so se v preteklosti ukvarjali predvsem geografi, z uvajanjem natančnih izmer pri izdelavi kart pa vse bolj geodeti. Mednarodno sodelovanje se je pričelo intenzivneje v 19. stol., leta 1961 pa je bila ustanovljena Mednarodna kartografska zveza (ICA), ki s svojimi kongresi in komisijami skrbi za razvoj kartografske znanosti in kartografskih izdelkov – kart

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).



**SLIKA 1: Prikaz reliefa v jami**

#### **1.4.2 V Sloveniji**

Ozemlje današnje Slovenije je bilo prvič prikazano na 5. in 6. Ptolemajevi karti, nato pa se od 15. stol. naprej pojavljajo različne karte. Za prvega slovenskega kartografa štejemo J. V. Valvasorja, ki je v delu Slava vojvodine Kranjske na osnovi lastnih meritev in potovanj

izdelal karte Kranjske in posameznih manjših področij. Ob bok mu postavimo Ivana Florjančiča de Gruenfelda, ki je v 2. pol. 18. stol. izdelal, tudi na osnovi lastnih meritev, karto Kranjske v merilu 1 : 100 000 na več listih. V tem času je bila na celotnem območju današnje Slovenije v takratnem Avstrijskem habsburškem cesarstvu izvedena prva detajlna izmera (jožefinska), tej pa je v začetku 19. stol. sledila druga, mnogo natančnejša franciscejska izmera, ki je obsegala katastrske in topografske meritve. Od takrat so vse države, ki so obstajale na našem ozemlju, izvajale redno topografsko izmero in kartiranje. Pri Slovencih med pomembnejše kartografe prištevamo še Petra Kozlerja, ki je v sredini 19. stol. izdelal »Zemljevid Slovenske dežele in pokrajin« z vrisano narodnostno mejo. Pomemben pa je tudi Ivan Selan, avtor šolske karte Slovenije in mnogih drugih kart v sredini 20. stol. Institucionalna kartografija v Sloveniji se je pričela v 50-ih letih 20. stol. na Inštitutu za geodezijo in fotogrametrijo in Geodetskem zavodu SR Slovenije, ki sta v zadnjih 50 letih s stalnim razvojem in spremljanjem stanja v mednarodnem prostoru pripeljala kartografijo v Sloveniji ob bok svetovni kartografiji, tako na področju tematskih, kot tudi sistemskih kart, katerih izdelavo je slovenska kartografija prevzela po osamosvojitvi ([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).



**SLIKA 2: Pomanjšani izsek zemljevida Kranjska, Kras, Istra in Slovenska marka Janeza Vajkarda Valvasorja iz leta 1689**

## 1.5 KARTOGRAFSKI VIRI

Med kartografske vire štejejo vse grafične, numerične ali pisne podatke, ki jih uporabljamo ali pa so nam v pomoč pri izdelavi karte. Podatki so lahko v analogni ali digitalni obliki. Izdelava karte je v bistvu zaključna faza predhodnih del, med katere štejejo: opazovanja, meritve, izpraševanja, analize, izbori itd.

Kakovost karte je odvisna predvsem od kakovosti zbranih podatkov in sposobnosti kartografa, da iz teh podatkov izbere potrebne in jih pravilno interpretira. Zaradi tega so zbiranje, ocenjevanje in klasifikacija pomembni procesi pri izdelavi karte (Peterca in drugi 1974, 377).

Kartografske vire delimo po:

1. vsebini in obliki podatkov in
2. načinu in uporabi podatkov.

Delitev kartografskih virov po vsebini in obliki:

- astronomsko – geodetske vire (sezname koordinat geodetskih točk),
- topografsko – kartografske vire (karte, aeroposnetki, fotografije, satelitski posnetki, podatki geografskih informacijskih sistemov - GIS-ov...) in
- geografsko – statistične vire (geografski opisi, študije, statistični popisi, sezname zemljepisnih imen, slovarji, enciklopedije in podobno).

Delitev kartografskih virov po načinu in uporabi podatkov:

- osnovne vire, katerih podatke uporabimo kot neposredno osnovo za generalizacijo pri izdelavi karte, iz njih privzamemo večino vsebine nove karte,
- dopolnilne vire, ti so namenjeni dopolnitvi vsebine – dopolnjujemo lahko elemente, ki jih na osnovnih virih ni, so neustrezni ali pa je vsebina osnovnega vira zastarela in jo dopolnjujemo in
- pomožne vire, kamor prištevamo vse tiste zbirke podatkov, ki jih ne uporabimo neposredno za dopolnitev vsebine, nam pa koristijo za to, da bolje spoznamo kartirano področje z geografskega, zgodovinskega, demografskega in podobnega vidika (Peterca in drugi 1974, str.377-378).



## 2 VRSTE KARTOGRAFSKIH PRIKAZOV

### 2.1 SPLOŠNE GEOGRAFSKE KARTE

Splošne geografske karte, enakomerno glede na merilo, prikazujejo naravne in zgrajene elemente zemeljskega površja. Vsi elementi so upodobljeni ustrezno njihovemu pomenu in velikosti, nobeden ni posebej poudarjen.

Splošne geografske karte so praviloma temeljne državne karte za potrebe državnih institucij, prometa, vojske, planiranja idr. Uporabljajo se predvsem za potrebe orientacije po terenu, ter za potrebe prostorskega planiranja. Zaradi tega zanje veljajo stroge zahteve glede položajne in vsebinske natančnosti, ažurnosti stanja, matematične osnove, virov izdelave, načina prikaza, cenzusov generalizacije ter oblikovanja.

Splošne geografske karte delimo podrobneje po merilih na:

- topografske karte (v velikih merilih do 1 : 200 000),
- pregledne topografske karte (v srednjih merilih od 1 : 200 000 do 1 : 1 000 000) in
- geografske karte (v majhnih merilih nad 1 : 1 000 000)

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

### 2.2 TEMATSKE KARTA

Tematske (specialne) karte poudarjeno ali podrobneje prikazujejo določene objekte, pojave, stanje ali dinamiko pojavov, medtem ko ostali objekti v omejenem obsegu služijo kot geografska osnova za orientacijo tematike v prostoru. Prikazujejo pojave, ki na splošnih geografskih kartah niso prisotni, spremembe določenih pojavov (dinamične karte) ali izvedene, izračunane vrednosti. To pa zato, ker si tako najlažje predstavljamo dejanske stvari na območjih in sorazmerje v katerem se pojavljajo. V vsakdanjem življenju se ljudje najpogosteje srečujemo prav s tematskimi kartami, pa naj bo to v dnevnem časopisju, kjer je prikazan kraj nekega dogodka, na reklamnem letaku za novo trgovino, pri vremenski napovedi na televiziji ali na prospektu za smučarski center. Nekatere tematske karte, kot so

avtokarte, mestne ali planinske karte, so prav posebej namenjene orientaciji v cestnem omrežju, mestu ali na planinskih poteh

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

Poznamo dve vrsti tematskih kart:

- karte naravnih pojavov in
- karte zgrajenih (antropogenih) pojavov.

### 2.3 ATLASI

Atlasi so zbirke kart vezanih v knjigo. Karte s svojo vsebino, oblikovnimi rešitvami in namenom predstavljajo zaključeno celoto (Fridl 1999, str.20).

Za najstarejši atlas se smatra delo Abrahama Orteliusa »Theatrum orbis terrarum«, ki je izšlo leta 1570 in delo Gerarde de Jodea »Speculum orbis terrarum« iz leta 1578. Termin »Atlas« se je pojavil kot naslov dela na atlasu Gerharda Merkatorja in od takrat je postal sinonim za zbirke kart povezanih v knjigo (Lovrić 1988, str.160).

Atlasi imajo poleg kart tudi druge sestavne dele, ki so potrebni za njegovo rabo:

- uvodni del v katerem je napisan namen in opisan nastanek,
- vsebinsko kazalo,
- obsežen kolofon v katerem je naveden redakcijski odbor,
- pregledno karto,
- ilustracije,
- diagrame in tabele,
- tekste z zapisi in
- seznam zemljepisnih imen (index).

Ljudje si pod tem pojmom najpogosteje predstavljajo splošno geografske atlase, ki so namenjeni orientaciji ter ugotavljanju našega položaja ali lege naselij, cest, voda, gorovij v izbranem prostoru. Dejansko pa obstaja še vrsta tematskih atlasov, ki so rezultat znanstvenih raziskav in so namenjeni posebnim uporabnikom (Fridl 1999, str. 20).

Atlase lahko razvrstimo po naslednjih kriterijih:

- po ozemlju (svet, kontinent, država, regionalni),
- po vsebini (geografski in topografski, tematski, astronomski),
- po namenu (strokovno-znanstveni, družinski-splošni, šolski, turistični, navigacijski) in
- po formatu (veliki, atlasi velikosti leksikona, žepni...).

## **2.4 RELIEFI IN RELIEFNE KARTE**

Poleg splošno geografskih kart, na katerih je relief zemeljske površine predstavljen pogojno v dveh dimenzijah, obstajajo tridimenzionalni prikazi zemeljske površine. To so reliefi in reliefne karte. Tridimenzionalno prikazovanje reliefa je najbolj nazorna metoda. Opazovalec vidi reliefne oblike podobno kot so v naravi, občuti globino, ki ni samo rezultat senc, ampak tudi posledica stereoskopskega efekta, ki nastane pri bikularnem opazovanju telesa.

Pod reliefnim modelom se razume model zemeljske površine na katerem so tridimenzionalno predstavljene reliefne oblike v pomanjšanem merilu. Reliefni modeli so po kakovosti in namenu zelo različni. Cenjeni so kot nazorno sredstvo pri pouku geografije, geomorfologije in branju kart. V kartografski proizvodnji pa služijo kot matrike pri serijski proizvodnji reliefnih kart.

Reliefne karte so tridimenzionalni prikazi reliefa, enako kot reliefni modeli. Razlika je samo v tem, da so modeli volumenska telesa, ki so težka in neprimerna za prestavljanje. Narejeni so iz gline, mavca ali kovine. Karta pa je narejena iz umetnih mas (folije), ki jo lahko obesimo na steno ali položimo na mizo.

Reliefne karte imajo široko uporabo. Namenjene so hitremu in lahkem branju reliefnih oblik v različne namene. Glede na njihovo tridimenzionalnost se uporabnik hitro navadi na njih. Prostorsko predstavljen relief omogoča preglednost in boljše branje ostale vsebine karte (Peterca in drugi 1974, str. 437-447).

## 2.5 GLOBUSI

Globusi so tridimenzionalni modeli Zemlje, poljubnega nebesnega telesa ali nebesne sfere v obliki krogle določenega merila. Krogla globusa je lahko narejena iz različnih materialov: lesa, papirja, stekla in seveda plastike, ki je najpogosteje uporabljen material.

Izdelava poteka tako, da se najprej naredi krogla, potem pa se izdelajo karte na papir v obliki meridianskih con, ki jih je običajno 12 po  $30^\circ$ . Če je globus narejen iz plastike, je sestavljen iz dveh polobel, ki sta bili predhodno v termoplastičnem postopku. V obeh primerih je potrebno imeti veliko znanja in spretnosti, da se sestavijo vsi deli skupaj in da na robovih ni zamaknjenosti.

Globusi so lahko v različnih merilih. Najpogosteje od 1 : 50 000 000 do 1 : 25 000 000, kadar imajo premer okrog 25 do 50 cm. Globus Zemlje se lahko vrti okrog osi (vrtilna os), ki poteka skozi pola. Vrtilna os je glede na vertikalo nagnjena za  $23^\circ 27''$ . Vrtilna os je na krajih pritrjena v polkrožni meridianski razdelnik, ki je pritrjen na podnožje.

Globusi so nepogrešljiv pripomoček pri pridobivanju stvarne predstave o Zemlji in njenih delih ali drugih nebesnih teles.

Po vsebini delimo globuse na:

- fizične globuse,
- tematske globuse,
- globuse neba in nebesnih teles in
- indukcijske globuse

(Lovrić 1988, str.169).

### **3 GEOGRAFSKI ELEMENTI KARTE**

Geografski elementi so najpomembnejši del splošno geografskih in topografskih kart. Med geografske elemente prištevamo podatke o vseh objektih in pojavih, ki se nahajajo na zemljišču in so z njim povezani. Odvisni so od merila in namena uporabe karte. Geografske elemente delimo v dve skupini:

1. naravni elementi
2. zgrajeni (antropogeni) elementi

Poleg teh dveh skupin obstajajo še zemljepisna imena

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

#### **3.1 NARAVNI ELEMENTI**

Med naravne elemente štejemo vse objekte in pojave, ki jih je ustvarila naravna sila. Danes pa zasledimo med naravnimi elementi tudi nasade, umetne izkope in podobne objekte, ki jih je sicer zgradil človek, vendar jih v nekoliko drugačni obliki lahko ustvari tudi narava sama.

Naravni elementi:

- hidrografija (vodovje),
- relief zemljišča in
- tla in vegetacija.

##### **3.1.1 Hidrografija (vodovje)**

Hidrografija nam v kartografiji predstavlja pojem za vse vode in objekte, ki vsebujejo vodo. Voda je pomemben element, ki tvori ogrodje reliefa in vpliva na rastlinje, naselja, komunikacijo, itd. (Peterca in drugi 1974, str.17-18).

Vodne elemente razdelimo v tri razrede:

- stoječe vode (morja, jezera, ribniki, bazeni),
- tekoče vode (reke, potoki, kanali) in
- vodni objekti (izviri, ponikve, zajetja, vodohrami, vodnjaki)

(Peterca in drugi 1974, str.17-18).

Hidrografija se na kartah prikazuje s ploskovnimi, linijskimi in točkovnimi znaki, ki so načeloma modre barve.

### **3.1.2 Relief zemljišča**

Relief je sklop vseh vzpetin, kotlin in ravnin na zemeljskem površju. Zaradi svoje relativne nespremenljivosti bistveno vpliva na vse ostale elemente zemeljskega površja, vegetacijo in naselja. Reliefne tipe delimo po izvoru nastanka in so vzrok tektonskega delovanja (notranje sile) ali pa erozijskega delovanje (zunanje sile).

Na osnovi absolutne višine se relief deli:

1. nizki svet (do 500 m absolutne višine):
  - nižina (večja ravna površina),
  - gričevnat relief (do 200 m absolutne višine) in
  - hribovit relief (srednje absolutne višine 200-500 m).
2. visoki svet (nad 500 m absolutne višine):
  - visokogorski (srednje absolutne višine nad 2 000 m),
  - srednjegorski (srednje absolutne višine 1 000-2 000 m) in
  - nizkogorski (srednje absolutne višine 500-1 000 m).

Pri prikazovanju reliefa na zemljevidih se srečujemo z dvema velikima problemoma:

- kako prikazati izoblikovanost površja, ki je trirazsežnostni pojav, na zemljevidu, ki ima samo dve razsežnosti in
- kako prikazati v tlorisu reliefne oblike, ki jih običajno gledamo od strani oziroma v prerezu.

Dober prikaz reliefa na zemljevidu omogoča: predstavo o značilnostih, razsežnostih, razporeditvi in povezanosti reliefnih oblik, ter količinsko oceno reliefa, kar pomeni, da za vsako točko na zemljevidu lahko ugotovimo njeno absolutno in relativno višino, ter lego oziroma njene koordinate. V vsaki točki pa lahko določimo naklon in njegovo smer oziroma ekspozicijo (Peterca in drugi 1974, str. 28).

Za to imamo naslednje tehnike prikaza:

- perspektivne metode (relief je prikazan iz določene perspektive – panoramski pogled),
- geometrijske metode (metoda kot in metoda plastnic),
- prostorske ali plastične metode (metode senc ali senčno plastične metode, metode barv ali barvnih slojev, metoda črtk ali šrafur in metoda pikic s temi metodami dosegamo zelo dober tridimenzionalen učinek) in
- kombinirane metode (kombinacija predhodno naštetih metod, ki se pogosto uporabljajo, npr. izohipse + sence, cilj združevanja različnih metod za prikazovanje reliefa je predvsem čim bolj izkoristiti dobre lastnosti posameznih metod oziroma zmanjšati njihove slabosti).

### 3.1.3 Tla in vegetacija

Značilnosti tal narekujejo vegetacijo, ki pokriva tla. Zato sta ta dva dejavnika ozko med seboj povezana. Pod terminom tla se razume površinski sloj Zemlje.

Ko imamo opravka s tematskim kartami se tla detajlno delijo. Pri splošno geografskih kartah pa tla delimo na:

- zemljišče z vegetacijo - zonalna tla (lesna kultura, travna kultura, naravna vegetacija, kulturna vegetacija),
- neplodno ali golo zemljišče - azonalna tla (melišča, peščena tla, kamnita tla) in
- prehodno zemljišče - interzonalna tla (močvirja, slane površine)

(Peterca in drugi 1974, str. 63-65).

Prikaz tal in vegetacije pa je odvisen od namena in merila karte. Uporabljajo se vsi osnovni grafični elementi (točka, linija, ploskev).

## 3.2 ANTROPOGENI ELEMENTI

Med antropogene elemente štejemo vse stvaritve, ki jih brez človeške dejavnosti ne bi bilo.

To so predvsem stanovanjski, javni in industrijski objekti, ter komunikacije.

Med antropogene elemente štejemo:

- naselja in objekti,
- komunikacije in
- meje.

### 3.2.1 Naselja in objekti

Za naselje se šteje skupina zgradb, ki imajo zaključeno skupno numeracijo in skupno ime. Numeracija lahko poteka po nekem sistemu ali po vrstnem redu. Naselja imajo velik gospodarski, ekonomski, kulturni in politični pomen. So pokazatelj razseljenosti prebivalstva in skozi njih potekajo križišča prometnih poti. Zaradi teh in še mnogih drugih elementov so zelo pomemben del vsebine karte.

Naselja delimo po naslednjih kriterijih:

- tip naselja (urbana, ruralna),
- velikost naselja (tu nas zanima št. prebivalstva ne pa površina na katerem se širi) in
- pomen naselja (politično-administrativni, kulturni, prometni, zgodovinski...).

Objekti predstavljajo pomemben element splošno geografske vsebine karte, še posebej pa topografskih kart. Objekti so pokazatelj razvitosti območja v gospodarskem in kulturno-socialnem pogledu. Posebej pa so uporabni pri orientaciji in pri sporazumevanju na karti.

Po namenu delimo objekte v:

- stanovanjske,
- gospodarske (energetski, industrijski, kmetijski) in
- socialno-kulturni (prosvetni, zdravstveni in socialni, zgodovinski)

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).



Na kartah so objekti ali naselja prikazani s tlorisom oz. posebnim znakom, odvisno od merila in namena karte.

### **3.2.2 Komunikacije**

Med komunikacije spadajo vsi objekti, ki služijo za odvijanje prometa, telekomunikacijski vodi in vodi za prenos energije in produktov. Komunikacije so pomemben dejavnik pri splošnem razvoju in so obvezen element karte. Povezujejo naselja, omogočajo transport iz enega v drugo mesto in sporazumevanje ljudi tudi na večje razdalje.

Komunikacije se delijo na:

- kopenske (železnice, ceste),
- vodne (jezerske, rečne, morske),
- zračne in
- posebne (energetski vodi)

(Peterca in drugi 1974, str. 63-65).

Za prikaz se uporabljajo linijski znaki, ki vsebujejo vse Bertinove grafične spremenljivke.

(Razlaga Bertinovih grafičnih spremenljivk se nahaja v poglavju 5.1, str. 24.)

### **3.2.3 Meje**

Politična delitev (državna meja) in administrativna delitev ozemlja sta pogost element vsebine karte. Ti podatki so potrebni upravnim organom, gospodarskim organizacijam, kulturnim in socialnim ustanovam. Mnoge na zemljišču niso označene (meje občin...). Omogočajo teritorialno določitev pripadnosti ostalim topografskim elementom. (Peterca in drugi 1974, str. 86).

Na kartah so meje prikazane z linijskimi pogojnimi znaki in mejniki. Če obstaja več redov mej potem uporabimo Bertinove grafične spremenljivke. (Razlaga Bertinovih grafičnih spremenljivk se nahaja v poglavju 5.1, str. 24.)

### 3.3 ZEMLJEPISNA IMENA

Zemljepisna imena so bogastvo kulture naroda in predstavljajo označitev (poimenovanje) posameznih topografskih objektov in pojavov. Olajšajo nam identificiranje pojavov, ki so na karti, in orientacijo. Zemljepisna imena delimo v štiri skupine:

- toponimi (imena krajev in pomembnih objektov),
- hidronimi (imena morij, stoječih voda, vodotokov in vodnih objektov),
- oronimi (imena vrhov, gorovij in drugih reliefnih oblik) in
- horonimi (imena držav, pokrajin, predelov in ledin).

Zemljepisna imena so odvisna od jezika naroda. Na dvojezičnih področjih imamo opravka z dvojezičnimi imeni. Poseben problem je prevajanje zemljepisnih imen iz jezikov, ki uporabljajo različne znake ali celo različne pisave. Bogastvo in pomen zemljepisnih imen sta poudarjena tudi s Komisijo za zemljepisna imena v okviru Organizacije združenih narodov ([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

Oblikujemo jih z različnimi tipi pisav, uporabljamo različne velikosti, barve in debeline.

## 4 MATEMATIČNI ELEMENTI KARTE

Matematični elementi definirajo matematično osnovo karte. Za elemente se šteje:

- merilo in
- kartografska projekcija.

S temi elementi so določeni zakoni po katerih se objekti iz realnega sveta prenesejo na karto. To pomeni, da se med točkami, linijami in površinami na karti določi njihov medsebojni odnos, ki je enak kot v realnem svetu oz. na zemeljskem površju. To se izvede s pomočjo matematičnih enačb za transformacijo (Fridl 1999, str. 86).

### 4.1 MERILO

Merilo nam pove kakšno je razmerje med razdaljami na karti in dejanskimi razdaljami v naravi. Lahko bi rekli, da nam merilo pove, kolikokrat je objekt iz realnega sveta pomanjšan na karti. Od merila je odvisno območje kartiranja in stopnja podrobnosti kartografskega prikaza vsebine. Merilo je označeno na vsaki karti in ga lahko izrazimo na tri načine:

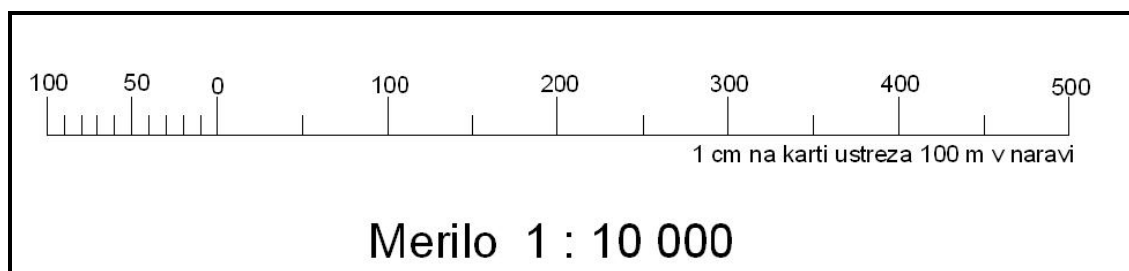
- številčno,
- grafično in
- opisno.

#### 4.1.1 Številčno ali numerično merilo

Razmerje med razdaljami na karti in v naravi je izraženo v obliki razmerja (1 : 25 000) ali v obliki ulomka ( $1/25\ 000$ ). Števec numeričnega merila je enota mere za dolžino na karti, imenovalec pa pove, kolikšno dolžino ta enota predstavlja v naravi

#### 4.1.2 Grafično ali linearno merilo

Izraženo je grafično - z risbo. Na kartah je prikazano kot daljica z naneseo in oštevilčeno razdelitvijo. Pri grafičnem merilu brez računanja, s primerjanjem, takoj dobimo vrednost dolžine v naravi in nasprotno. Uporaba grafičnega merila je priporočljiva tudi zato, ker upošteva napako, ki nastane na karti zaradi morebitnega krčenja ali raztezanja papirja, saj se skrči oz. raztegne tudi na karti tiskano grafično merilo.



SLIKA 3: Način prikaza merila

#### 4.1.3 Opisno ali neposredno merilo

Je podano z besedno razlago: enoti mere na karti ustreza določena dolžina v naravi.

Primer: 1 mm na karti merila 1 : 25 000 ustreza 25 m v naravi.

## 4.2 KARTOGRAFSKE PROJEKCIJE

Zemlja je nebesno telo matematično neopisljive oblike. Za preslikavo zemeljskega površja na ravnino pa moramo imeti telo, ki je v vsaki točki točno definirano. Zato Zemljo kot nebesno telo aproksimiramo z rotacijskim elipsoidom, ki se najbolj približa realni obliki Zemlje. Ker imajo mnoge države za svoje potrebe svoj rotacijski elipsoid, kateri se najbolj prilega površini njenega ozemlja, imenujemo takšen rotacijski elipsoid referenčni elipsoid.

Kartografska projekcija je matematični predpis, s katerim prenašamo objekte in pojave z referenčnega elipsoida na ravno podlago:  $(\varphi, \lambda) \rightarrow (y, x)$ . Tukaj se pojavi osnovni kartografski problem. Kako površino elipsoida projicirati na ravnino, pri tem pa poznati

vrednosti neobhodnih deformacij? Posledica prenosa na ravnino so deformacije dolžin, površin in kotov.

Deformacije opisujemo s parametri deformacij:

- $\omega$  - maksimalna kotna deformacija,
- $c$  - linijsko merilo v točki,
- $m$  - linijsko projekcijsko merilo v smeri meridianov,
- $n$  - linijsko projekcijsko merilo v smeri paralel in
- $p$  - ploščinsko projekcijsko merilo.

Deformacije lahko opisujemo z enačbami, tabelo ali grafično. Grafično opisujemo deformacije z izokolami (črtami enakih vrednosti deformacije) ali Tissot-ovo indikatrišo (pokazateljico). Namen kartografske projekcije je odpraviti eno vrsto deformacij in minimizirati drugi dve, zato jih delimo na:

- konformne - brez deformacij kotov ( $\omega = 0$ ,  $c = m = n$ ,  $p \neq 1$ ),
- ekvivalentne - brez deformacij površin ( $p = 1$ ,  $\omega \neq 0$ ),
- ekvidistantne - brez deformacij dolžin v izbrani smeri ( $m = 1$  ali  $n = 1$ ,  $\omega \neq 0$ ,  $p \neq 1$ ) in
- pogojne - kompromis med deformacijami.

Projekcije delimo še glede na pomožno projekcijsko ploskev v:

- cilindrične (projiciranje na plašč valja),
- konusne (projiciranje na plašč stožca) in
- azimutne (projiciranje na ravnino).

Glede na položaj pomožne projekcijske ploskve pa na:

- pokončne,
- poševne,
- prečne,
- dotikalne (tangentne) in
- sekantne.

Poleg teh poznamo še polikonusne, psevdokonusne, psevdocilindrične, satelitske projekcije in druge. Projekcijo izpeljemo s pomočjo analitičnih enačb diferencialne geometrije, ali s pomočjo enačb linearne perspektive (perspektivne projekcije). V svetu je znanih okrog 300 različnih projekcij. Največ različnih projekcij je bilo konstruiranih za prikaz celotnega sveta ([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

## 5 KARTOGRAFSKO OBLIKOVANJE

Bistvo oblikovanja karte je doseganje kompromisa med karto kot matematično definirano površino, kjer je pomembna geometrijska pravilnost prikazane vsebine in korektnost matematične osnove, in karto kot prikazom geografskih objektov in pojavov, ki zahteva popolnost in jasno pomensko kakovost prikazane vsebine.

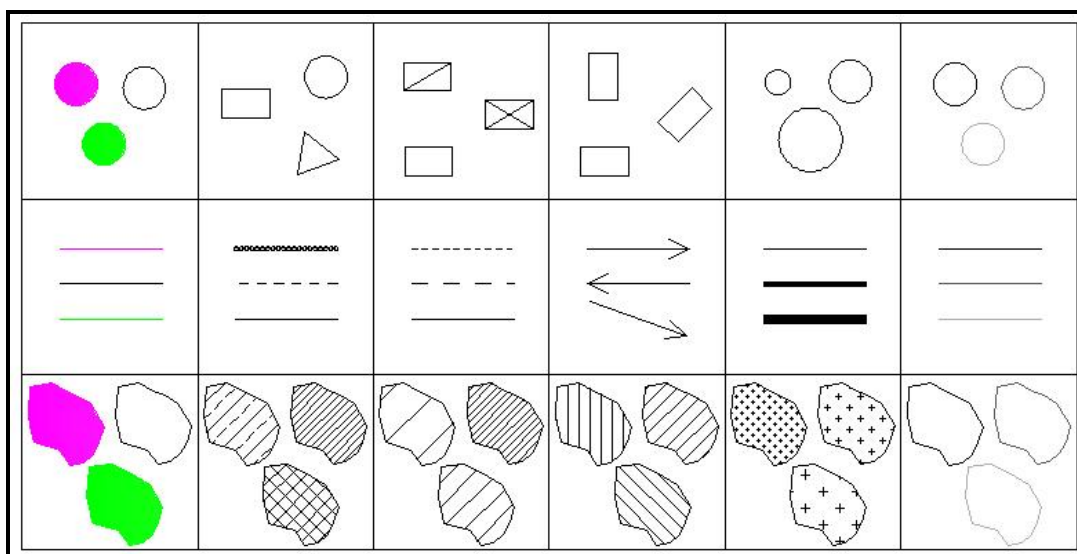
Cilji oblikovanja kartografskih znakov so:

- asociativnost znaka, stiliziranje znaka, ki povzroči preglednost karte,
- kontrastnost znakov glede na ozadje in njihovo medsebojno kontrastnost,
- čitljivost posameznega znaka, ki je dosežena z upoštevanjem praga čitljivosti in
- estetski izgled celotne karte

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

### 5.1 OBLIKOVANJE GREFIČNIH ELEMENTOV

Pri oblikovanju kartografskih znakov spreminjamo osnovne grafične elemente (točko, linijo, ploskev) s šestimi Bertinovimi grafičnimi spremenljivkami: barvo, oblik, vzorec, smer, velikost in tonsko vrednost



SLIKA 4: Bertinove grafične spremenljivke

## 5.2 OBLIKOVANJE NAPISOV IN ŠTEVILK

Oblikovanje napisov ni tipično kartografska naloga. Naloga kartografa pa je izbira ustreznih pisav, velikosti napisov in njihovo pozicioniranje. Tu je razvoj tehnologije v zadnjih desetletjih zelo razširil možnosti. Izbira ustrezne oblike napisov je izredno pomembna, saj napisi na nekaterih kartah predstavljajo tudi do 50 % grafične obremenitve glede na ostalo vsebino karte. Večine napisov ne preberemo na prazni, beli podlagi, ampak so postavljeni na ostalo vsebino karte. Z ustrezno izbiro oblike pisave moramo ločiti pomembnejše napise od manj pomembnih. Upoštevati moramo tudi dejstva, da so nekateri napisi razpotegnjeni preko večje površine, nekateri so zakrivljeni, velike razlike so v dolžini napisa. Tradicionalna delitev pisav na rimsko, blok in okroglo, v današnjem času zaradi velike množice razpoložljivih pisav ni več ustrezna. Praviloma imamo danes na voljo družine sorodnih pisav, ki se med seboj, pa tudi znotraj družine, ločijo po naslednjih značilnostih:

- pisava s šerifi ali brez njih,
- pokončna ali poševna,
- široka, normalna ali ozka,
- svetla, normalna, polkrepka ali krepka,
- polna ali konturna (z obrobo) in
- različna barva in velikost pisave.

## 5.3 OBLIKOVANJE KARTE IZVEN POLJA

Poleg notranje vsebine morajo biti na karti tudi podatki, ki pomagajo pri njeni uporabi. Te postavimo v medokvirno (geografske koordinate, koordinate pravokotne koordinatne mreže in podatki o večjih krajih na sosednjih listih, kamor vodijo posamezne komunikacije) in izvenokvirno vsebino (nomenklatura karte, podatki o projekciji, kartometrični podatki, kolofon založnika, skica zveze s sosednjimi listi, legenda). Oblikovanje slednjih je odvisno od preostalega razpoložljivega prostora na papirju. Pogosto pri kartah izkoristimo še hrbtno stran za dodatne informacije v zvezi s karto.

Pri oblikovanju formatov je smiselno, da se prilagodimo pogojem grafične reproduksijske tehnike, saj s tem ne povečujemo po nepotrebnem stroškov izdelave. Standardni formati



papirja so pravokotni z razmerjem med krajšo ( $m$ ) in daljšo stranico ( $M$ ), ki je enaka razmerju med daljšo stranico in dvojno dolžino krajše stranice  $m : M = M : 2 \cdot m = 1 : 2$ . V grafiki poznamo tri standardne sisteme formatov : A, B in C. Osnovni formati posameznih sistemov pa znašajo:

- A0 =  $841 \times 1\,189$  mm,
- B0 =  $1\,000 \times 1\,414$  mm in
- C0 =  $917 \times 1\,297$  mm.

Z deljenjem dobimo manjše formate, označene z naslednjimi številkami: A1, A2, A3...  
([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

## **6 KARTOGRAFSKI ZNAKI IN GENERALIZACIJA**

### **6.1 KARTOGRAFSKA IZRAZNA SREDSTVA**

Kartografska izrazna sredstva se uporabljajo kot grafične kode za prikaz podatkov v dvodimenzionalnem koordinatnem sistemu. Razporejajo se glede na prostorski položaj, ki jih prikazujemo. V nekaterih primerih lahko lokacije kartografskih izraznih sredstev na karti v primerjavi z dejanskim položajem pojavov v naravi nekoliko odstopajo, zaradi metode kartografskega prikaza ali določene stopnje generalizacije (Fridl 1999, str. 88 povz. po Rojc, Radovan, Rozman 1986 str.125).

Med kartografska izrazna sredstva štejemo:

- kartografske znake,
- napise in
- grafikone.

#### **6.1.1 Kartografski znaki**

Za dvodimenzionalne ponazoritve lahko kartografske znake glede na razširjenost ali vrsto pojava, ki ga prikazujejo, delimo na:

- točkovne kartografske znake,
- linijske kartografske znake in
- površinske kartografske znake.

Glede na obliko pa kartografske znake delimo na:

- geometrične,
- nazorne in
- črkovno-številčne.

Na splošno geografskih ali topografskih kartah se običajno uporablja kombinacija znakov iz vseh treh skupin. Nasprotno je lahko na različnih statističnih kartah, ki prikazujejo pretežno

številčne podatke, uporabljena le posamezna vrsta kartografskih znakov ((Fridl 1999, str. 88 povz. po Monmonier 1996, str. 19).

Na tematskih kartah, kjer želimo dobiti predstavo o časovnih spremembah ali količinskih razmerjih večjega števila objektov, uporabljajo kartografi različne izpeljanke (Fridl 1999, str. 88).

### **6.1.2 Napisi**

Napisi so sestavni del vsakega zemljevida. Na topografskih kartah pojasnjujejo številne objekte, ki jim pripadajo. Pri kartah je njihova osrednja vloga povečati informativno vrednost karte, vendar od vsebine ne smejo izstopati, ter preusmerjati pozornosti uporabnika nase. Postavitev na karto je v veliki meri odvisna od razporeditve ostalih elementov vsebine. S pravilno postavitvijo imen podamo položaj in orientacijo točkovnih, linijskih ali površinskih objektov na karti. Njihove kakovostne in količinske lastnosti pa predstavimo z različno velikostjo, obliko ali barvo (Fridl 1999, str. 91-92).

### **6.1.3 Grafikoni**

Grafikoni so grafična izrazna sredstva, ki se v kartografiji uporabljajo izključno pri tematskih kartah. Namenjeni so prikazovanju sprememb pojavov v določenem časovnem obdobju, medsebojnih odnosov dveh ali več vrst številčnih vrednosti, ter vloge posameznih objektov v skupini istovrstnih objektov. V grafikonih so številčne vrednosti, zlasti statistični podatki, prikazani v posebnem koordinatnem sistemu, ki je neodvisen od koordinatnega sistema karte. Sestavljeni so iz vrste geometričnih likov: dvodimenzionalni strukturni krogi, starostne piramide, stolpični grafikoni in podobno, teles: tridimenzionalni strukturni krogi, stolpični grafikoni in tako dalje, ter črt ali točk. (Fridl 1999, str. 91 povz. po Rojc in Rozman 1985, str. 4-12).

Iz položaja grafikona na zemljevidu mora biti nedvoumno jasno, h kateremu objektu pripada. Tako ga na primer postavimo znotraj občinske meje, če je ta zadosti velika, na centroid

naselja ali vzporedno z linijo za reko oziroma na mestu merjenja pretoka vode in podobno (Fridl 1999, str. 91).

## **6.2 KARTOGRAFSKA GENERALIZACIJA**

Generalizacija ali posplošitev je eden od kartografskih postopkov, ki se jim pri grafični predstavitvi različnih vsebin ni mogoče izogniti. Na karti se da sočasno prikazati le manjše število pojavov, ki se dejansko prepletajo na istem prostoru (Fridl 1999, str. 112 povz. po Anson 1996). Generalizacija temelji na spreminjanju dimenzij posameznih elementov, ter na doseganju novih, strnjenih prikazov geografskega stanja v pokrajini (Fridl 1999, str. 112 povz. po Podpečan 1960).

Kartografska generalizacija se izvaja v skladu z vnaprej določenimi kriteriji, ki pa so tako kakovostni kot količinski. Kartografsko generalizacijo lahko opišemo kot skupek petih postopkov:

- izbira in redukcija,
- geometrično poenostavljanje,
- združevanje,
- prehod na pogojni znak in
- premikanje

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

### **6.2.1 Izbira in redukcija**

Izbiranje pomeni izbor ustreznih objektov, ki so povezani z vsebino prikaza (Fridl 1999, str. 114 povz. po Monmonire 1996). Operacija izbiranja v bistvu poteka v dveh fazah dela. Vsebinsko izbiranje se izvaja na samem začetku načrtovanja kartografske vsebine, ko se odločamo kateri elementi in v kakšnem obsegu bodo prikazani na karti. Druga vrsta izbiranja pride v poštev, ko je vsebina že opredeljena in se je treba le še odločit kateri objekti bodo, glede na njihov pomen, številčno vrednost in velikost kartografskih znakov, uvrščeni na karto (Fridl 1999, str. 114).

## 6.2.2 Geometrično poenostavljanje

Geometrično poenostavljanje se uporablja pri generalizaciji linijskih in obrob ploskovnih objektov. Z njim pa na poteku linije izločimo detajle, katerih velikost bi bila na karti pod pragom vidnosti. Tako dobljena poenostavljena linija bistveno izboljšuje preglednost karte. Vendar moramo vedno upoštevati značaj poteka krivulje - tako linije s številnimi, a drobnimi detajli, nikakor ne smemo poenostaviti v ravno linijo. Velike razlike so v načinu poenostavljanja različnih geografskih objektov. Tako prometnice poenostavljamo drugače kot vodotoke, gozdno mejo ali plastnice. Tudi pri posameznem objektnem tipu je način poenostavljanja odvisen od značaja kartiranega področja. Poenostavljanje povzroči spremembo položaja kartiranega objekta ali pojava; s tem se poslabša položajna natančnost poenostavljenega objekta na račun izboljšane preglednosti

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

## 6.2.3 Združevanje

Združevanje pomeni grafično spajanje istih, a v naravi nekoliko razpršenih pojavov, ki se na karti prikažejo z enim samim kartografskim znakom (Fridl 1999, str. 116 povz. po Jones 1997). Uporablja se v primeru, ko posameznih oblik ter njihovih kakovostnih in količinskih lastnosti, zaradi prevelike obremenitve kart ni mogoče prikazati (Fridl 1999, str. 116).

Združevanje se najpogosteje izvaja na nizu sosednjih objektov, ki po svoji značilnosti sodijo v isto skupino ali razred. Združitev je primerna le pri točkovnih in površinskih pojavih, ni pa primerna za generalizacijo linijskih pojavov (Fridl 1999, str. 116). Združujemo tudi kategorije in velikostne razrede.

## 6.2.4 Prehod na pogojni prikaz

Prehod na pogojni prikaz pomeni spremembo kakovosti prikaza, kar pomeni prehod iz ene vrste kartografskega znaka v drugo vrsto. Objekt, ki bi ga želeli prikazati na karti, bi bil zaradi merila premajhen, neviden. Zato objekt na karti prikažemo pogojno, z znakom, ki je dejansko

mного večji kot objekt v naravi. Do izraza pride predvsem pri izdelavi izvedene karte manjšega merila iz karte večjega merila. Najbolj tipičen primer je kadar iz ploskovnega znaka preidemo na točkovni znak (naselje). S preходом na pogojni prikaz se izboljša čitljivost in preglednosti karte

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

### **6.2.5 Premikanje**

Posledica do sedaj opisanih postopkov generalizacije in prikaza s kartografskimi znaki, ki večino objektov prikazujejo v pretirani velikosti, bi bilo prekrivanje posameznih znakov. Temu se izognemo s premikanjem posameznih znakov. Velja načelo, da ostane hidrografija na pravilnem položaju, vsi ostali objekti pa se po potrebi premaknejo, vendar tako, da se med njimi ohrani pravo razmerje

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

## **7 REDAKCIJA IN IZDELAVA**

### **7.1 REDAKCIJSKA DELA**

Namen redakcijskih del je določitev vseh strokovnih in tehnoloških parametrov izdelave karte. Strokovna, znanstvena in ekonomska upravičenost posameznih redakcijskih odločitev je osnova za končno uspešno izdelavo karte. Karta je avtorsko delo in redakcijski načrt s končno karto je avtorsko zaščiten. Redakcija karte je ustvarjalno delo, ki zahteva zelo široko znanje o načelih zasnove in priprave karte. Redakcijska dela se praviloma zaupajo kartografskim strokovnjakom z obsežnim kartografskim znanjem in znanjem iz drugih področij (geografija, geomorfologija, geodezija, toponimija, demografija, matematika, reprodukcija in tisk, osnove ekonomije in organizacije del), bogatimi izkušnjami in znanjem o novih strokovnih in tehnoloških rešitvah. V zahtevnejših primerih redakcijska dela izvaja redakcijski odbor.

Po nalogah in vsebini, ki jih redakcijska dela rešujejo, se kartografska redakcijska dela delijo na dve skupini:

- splošna redakcijska dela in
- posebna redakcijska dela.

#### **7.1.1 Splošna redakcijska dela**

Splošna redakcijska dela imajo delno znanstveno-raziskovalni, delno pa proizvodno tehnični značaj in rešujejo strokovne probleme, ki se nanašajo na karto v celoti:

- poizvedovanje, analizo in določitev namena, merila in območja karte,
- določitev matematičnih elementov karte,
- izbor in analiza kartografskih virov,
- geografska analiza območja prikaza in odločitev o geografski vsebini karte,
- kategorizacijo geografskih elementov z določitvijo kriterijev generalizacije za posamezne objekte in pojave,
- določitev načina prikaza posameznih objektov in pojavov,

- določitev medokvirne in izvenokvirne vsebine karte,
- določitev tehnologije izdelave karte,
- izdelavo navodil za delo,
- določitev in izdelava poskusnega izseka,
- določitev načina označevanja listov kart in izdelava pregledne karte in
- izdelava načrta potreb po strokovnem kadru, potrebnem času, finančnih sredstvih, tehnološki opremi in materialu ki je potreben za izdelavo karte.

### **7.1.2 Posebna redakcijska dela**

Posebna redakcijska dela pomenijo podrobnejšo določitev splošnih redakcijskih rešitev na posameznih omejenih področjih (npr. listih). Imajo značaj nadzorno-svetovalnih in kontrolnih del. Praviloma se jih ne da predvideti vnaprej, ampak se jih rešuje sproti med samo izdelavo karte. Izvajanje mora biti dobro organizirano, da ne prihaja do zastojev v izdelavi karte.

Praviloma posebna redakcijska dela obsegajo:

- seznanjanje in praktično uporabo splošnih redakcijskih rešitev,
- podrobno geografsko analizo področja in praktično uporabo kriterijev generalizacije,
- uskladitev morebitnih nejasnosti ali nedoslednosti v splošnih redakcijskih rešitvah,
- strokovno svetovanje, kontrolo izvajanja posameznih faz izdelave in stalen nadzor kakovosti.

([http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf)).

## **7.2 TEHNIKE IZDELAVE KART**

Zelo pomembno je, kateri način izdelave karte izberemo, saj je od tega odvisna kakovost karte in stroški izdelave. Do pred nekaj let se je uporabljal klasični način izdelave kart, to je graviranje založniških originalov. Danes pa se kot v večini drugih strok, tudi v kartografiji, uporablja računalniška tehnologija.



### 7.2.1 Računalniška kartografija

Računalniška, avtomatizirana ali digitalna kartografija so enakovredni izrazi za shranjevanje, izdelavo in popravljanje kart s pomočjo uporabe računalnikov (Fridl 1999, str. 49; povz. po Matheru 1991, str. 100). Rezultat računalniške kartografije so izvirne karte, narejene neposredno iz podatkov merjenj ali popisov in izvedene karte, ki izhajajo iz že obstoječih kartografskih prikazov (Fridl 1999, str. 49; povz. po Rozmanu 1987, str. 71).

Računalnik je pri avtomatizirani kartografiji osnovni pripomoček, ki se ga poslužujemo pri izdelavi karte. Računalnik je okolje, ki vključuje strojno in programsko opremo. Med strojno opremo štejemo fizične dele računalnika, med programsko pa programe, ki v računalniku delujejo, in s pomočjo katerih obdelujemo podatke.

Kartografi so se do nedavnega izogibali izdelavi karte s pomočjo računalniške tehnologije, saj veliko število operacij v procesu izdelave karte ni bilo mogoče izvesti. Končni izdelki so po kakovosti zaostajali za klasično izdelanimi kartami, vendar pa je računalniška tehnologija danes razvita do te meje, da omogoča enako ali celo boljšo kvaliteto grafičnega prikaza, kot klasična kartografija (Fridl 1999, str. 83).

Prednosti računalniške izdelave kart so:

- omogočeno je nenehno sprotno spremljanje nastajanje karte,
- sprotno dodajanje, odvzemanje ali spreminjanje posameznih elementov,
- spreminjanje velikosti in barv objektov,
- spreminjanje tipov pisav,
- enostavno spreminjanje merila,
- nove metode prikazov,
- lažje ažuriranje,
- večja možnost vmesnih poskusnih odtisov in
- možnost prikaza kart na različnih medijih.

## 7.2.2 Izdelava reprodukcijskih originalov

Izdelava reprodukcijskih originalov pomeni združevanje vsebine ene barve, ki je razdeljena na več slojev, v en sloj.

Reprodukcijski originali se lahko izdelajo neposredno na tiskarsko ploščo ali s svetlobnim risalnikom, ki nam omogoča izris grafičnih podatkov na fotografski film z računalniškim usmerjanjem žarka. Pri digitalni tisku pa jih sploh več ni.

## 7.2.3 Tisk

Poznamo več vrst tiska, večina med njimi ima že zgodovinski pomen. Najbolj razširjen pa je ofsetni tisk. Ofsetni tisk nam omogoča vrhunsko kakovost slike, saj tudi kakovost izdelanih reprodukcijskih originalov presega zahteve natančnosti izdelave karte. Karta se pri ofsetnem tisku tiska posredno.

Pri tisku se uporabljajo aluminijaste plošče z matirano površino, ki je obdelana z elektrooksidacijo. Sliko iz reprodukcijskega originala prenesemo na aluminijasto ploščo s kopiranjem. Plošča ima mikroskopske pore v katerih se zadrži vlaga, ko se čez ploščo zapelje vlažilni valj, razen na tistih mestih, kjer se nahaja kopirana slika. Postopek ofsetnega tiska tako temelji na kemični reakciji med vodo in maščobo. Barva se prime na dele, ki niso navlaženi, to pa je ravno tam, kjer je ob kopiranju nastala slika. Vsak reprodukcijski original prenesemo na svojo ploščo.

Med vrtenjem se kopirne plošče najprej dotakne vlažilni valj in nato barvni valj, ki nanese barvo na mastna mesta. Kopirna plošča nato prenese barvo na valj z gumo, ta pa na list papirja, ki teče skozi valj z gumo in valjem, ki pritiska list k gumi. Ker papir teče skozi stroj, je postopek tiskanja zelo hiter. Vendar tak proces omogoča odtis samo ene barve hkrati, ko je ta odtisnjena moramo zamenjati ploščo in barvo, ter celoten proces ponoviti za vsako barvo posebej. Večinoma se za doseg večjih hitrosti uporabljajo stroji z več agregati (enotami), ki si zaporedno sledijo in tako zaporedoma natisnejo vsebino vsake posamezne barve. Pri tiskanju druge barve je potrebno poskrbeti za natančno skladnost vsebine. Karta bi se tiskala v

naslednjem vrstnem redu: črna, rjava, rdeča, rumena, zelena, modra (Peterca 1974, str. 610 – 611).

Potrebno je omeniti, da je za tisk potreben izkušen strokovnjak, zaradi kontrole nanosa barve in točnosti prekrivanja posameznih slojev.

## DRUGI DEL: PRAKTIČNI DEL

### 8 ZGODOVINA PRIKAZA RELIEFA NA KARTAH

Kako pomembna sestavina zemljevidov je relief, dokazuje zgodovina zemljevidov, saj so reliefne prvine prikazane tudi na najstarejših zemljevidih, ki so jih do zdaj odkrili arheologi. Leta 1963 je James Mellaart pri odkopavanju ostankov neolitskega naselja Qatal Hoyuk v Turčiji odkril slike na stenah notranjosti svetišča, ki prikazujejo načrt naselja s tlorisi okrog osemdeset zgradb na pobočnih terasah, iznad katerih se dviga gora z oblakom dima in pepela nad vrhom in ognjeniški bombami po pobočju. Gora naj bi bila 3 268 m visok ognjenik Hasan Dagi, ki stoji ob vzhodnem robu pokrajine Konya Ovasi, ravnine severovzhodno od mesta Konya, okrog 200 km južno od turškega glavnega mesta Ankare. Slike, naj bi bile narisane med letoma 6 300 in 6 100 pr. n. št. (Smith 1987, str. 73). Vzpetina, prvina reliefa, je prikazana v narisu oziroma prerezu, naselje pa v tlorisu.

Relief je prikazan tudi na zemljevidu, 76 mm dolgi in 68 mm visoki sumerski glinasti ploščici, ki so jo našli leta 1930 pri izkopavanju ostankov mesta Ga-Sur blizu kraja Nuzi pri mestu Kirkuk v današnjem Iraku.

Tudi na najstarejšem najdenem zemljevidu na papirju, od katerega so ohranjeni le posamezni koščki, so prikazane vzpetine. Zemljevid je nastal v Egiptu verjetno okoli leta 1 300 pr. n. št. (Wilhelmy 1996, str. 368), ko sta vladala faraona Ramzes I. in nato njegov sin Ramzes II, še bolj verjetno pa okoli leta 1 150 pr.n.št. (Shore 1987, str. 117), ko je vladal faraon Ramzes IV, ki je pospeševal merjenje države in označevanje mej zemljišč. Zemljevid je bil narisano prostoročno na okrog 2 000 let starejši papirusov zvitek. Hrani ga torinski muzej Egizio, zato se imenuje tudi Torinski papirus. Največji ohranjeni del zemljevida, ki je dolg 51 cm in širok 41 cm, naj bi prikazoval nubijske rudnike zlata z rudniškimi naselji in potmi med Nilom in Rdečim morjem, vzdolž katerih so na obe strani v ravnino prevrnjeni obrisi vzpetin, kjer so kopali zlato rudo. Z odtenki rdeče barve naj bi bili prikazani granit, peščenjaki in puščavski pesek (Shore 1987, str. 123), zato naj bi bil najstarejši zemljevid na papirju tudi najstarejša geološka in sploh tematska karta (Perko 2001, str. 89).

## 9 REDAKCIJSKI NAČRT

### 9.1 NAMEN IZDELAVE

Namen izdelave je izdelati in predstaviti možne sodobne tehnike izdelave reliefne karte kot celote in njene posamezne tehnološke korake izdelave. Poudarek je na računalniško podprti tehnologiji izdelave matrice, tisku kartografske vsebine na umetno maso in termovakuuskem postopku reprodukcije.

### 9.2 MATEMATIČNI ELEMENTI KARTE

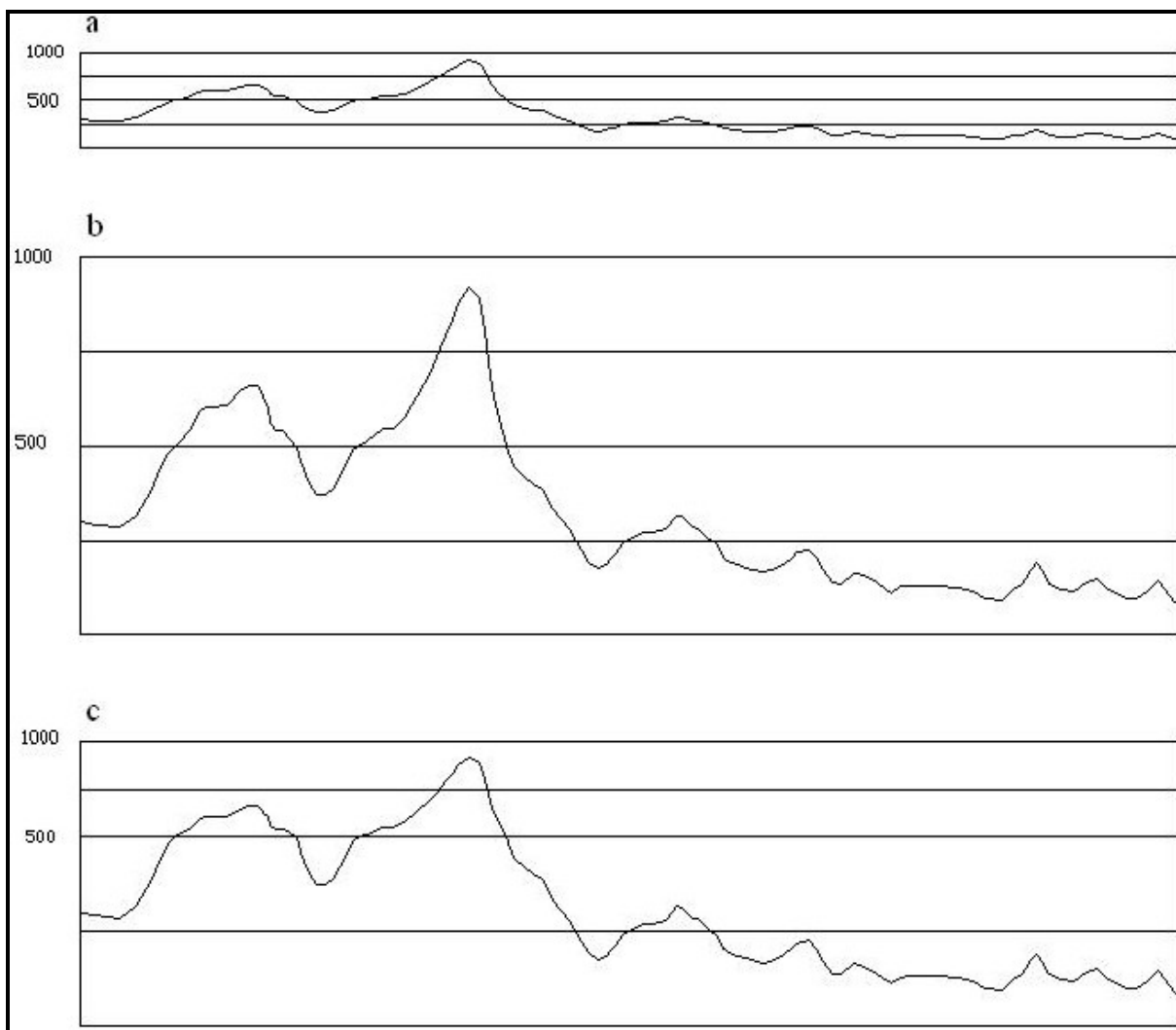
#### 9.2.1 Merilo in območje

Reliefna karta je tridimenzionalni model zemeljskega površja, zato imamo opravka z horizontalnim in vertikalnim merilom. Na kartah, ki se uporabljajo za izmero, mora biti razmerje med horizontalnim in vertikalnim merilom 1 : 1.

Pri kartah, ki niso namenjene izmeram, se uporabljajo različna merila. Pomembno je, da dobimo izraženost reliefa. Boljšo predstavitev reliefa dosežemo s tako imenovanim višinskim povečevanjem (nadvišanjem). Faktor višinskega povečevanja je število, ki nam pove koliko je merilo višin povečano glede na horizontalno merilo. Višinsko povečevanje je odvisno od:

- merila modela,
- njegovega namena in
- značaja reliefa.

Višinsko povečevanje je lahko konstantno ali spremenljivo. Spremenljivo višinsko povečevanje uporabljamo, ko imamo različne tipe terena. Pri takem modelu ni mogoče uporabiti enakega faktorja povečave za nižje in višje predele terena. V takšnih primerih se višinsko povečevanje veže na višinske cone. Območje terena nižjih višin ima večji faktor višinskega povečevanja, območje terena z višjimi višinami pa manjši faktor višinskega povečevanja (Peterca in drugi 1974, str. 439-441).



**SLIKA 5: Profil terena z različnim faktorjem višinskega povečevanja. Na sliki a) ni višinskega povečevanja. Na sliki b) je faktor povečave enoten konstanten ( $\times 4$ ). Na sliki c) imamo različna spremenljiva faktorja povečave (od 0 do  $500 \times 4$ , od 500 do  $1000 \times 2$ )**

Za mojo karto sem izbral horizontalno merilo 1 : 30 000. Za vertikalno merila pa 1 : 15 000. Faktor višinskega povečevanja pa je 2. Tako najbolje pride do izraza tip terena.

Pri izbiri območja karte je potrebno paziti, da je izbrano območje geografsko zaključena celota. Območje izdelave karte je Pomurje, ki ima relativno nizki in rahlo razgiban tip reliefa.

Za izdelavo izseka reliefne karte sem izbral območje:

- od 578 750 do 583 250 v smeri koordinate y in
- od 184 000 do 188 175 v smeri koordinate x.

## 9.2.2 Projekcija reliefne karte

Izbira kartografske projekcije na reliefni karti je odvisna od projekcije karte, katero vzamemo kot osnovni vir. Najprimernejši osnovni vir reliefne karte v merilu 1 : 30 000 je Državna topografska karta v merilu 1 : 50 000. Pri DTK 50 je uporabljena UTM (Universal Transverse Mercator) projekcija, prikazana pa je tudi mreža Gauss – Kruegerjeve projekcije. Gauss – Kruegerjeva in UTM projekcija sta konformni prečni cilindrični projekciji. S tem da je Gauss – Kruegerjeva vezana na Besselov elipsoid, UTM pa na elipsoid WGS 48. Pri taki projekciji se ohranjajo koti, medtem ko se dolžine in površine deformirajo. Projekcijo kartografskega vira prevzamemo za reliefno karto.

## 9.3 VIRI ZA IZDELAVO RELIEFNE KARTE

Pri izdelavi matrice sem kot osnovni vir podatkov uporabil digitalni model reliefa DMR 25. Vsebina reliefne karte pa je vzeta iz državne topografske karte DTK 50.

### 9.3.1 Digitalni model reliefa DMR 25

Kot začetni in osnovni vir za izdelavo matrice mi je služil digitalni model reliefa DMR 25. Podatke sem dobil na Geodetski upravi Republike Slovenije.

V Sloveniji ima področje digitalnega modela reliefa že dolgo tradicijo. Že v 70-tih letih so začeli izdelovati digitalni model višin DMR 100. Dokončno je bil izdelan sredi 80-tih, in sicer z digitalizacijo višinskih točk v pravilno kvadratasto celično mrežo ločljivosti 100 × 100 m. Kot osnova za zajem podatkov so služile predvsem topografske karte TTN5 in TTN10.

Geodetska uprava RS danes vodi in vzdržuje naslednje digitalne modele višin:

- DMR 12,5,
- DMR 25,
- InSAR DMV 25 in
- InSAR DMV 100.

Sredi 90-tih so na Geodetski upravi Republike Slovenije pričeli sistematično zajemati podatke za model višin s celično mrežo ločljivosti  $25 \times 25$  m (DMR 25). Omenjeni model višin je izdelan s fotogrametričnimi metodami, vzporedno z izdelavo ortofoto načrtov (DOF 5). Osnovni vir so posnetki cikličnega aerosnemanja Slovenije (CAS) v merilu 1 : 17 500. Prednost modela v primerjavi z drugimi digitalnimi modeli višin je boljša lokalna višinska natančnost. Njegova največja pomanjkljivost pa je nehomogenost. Zaradi tega lahko pride pri hkratni uporabi več listov DMR 25 do odstopanj na robovih med posameznimi listi (Seliškar, 2001 str. 6/1).

Pozicijska natančnost točk DMR 25 je vezana na pravilni grid.

Povprečna višinska natančnost podatkov je:

- za raven relief 1,5 m,
- za razgiban relief 3 m in
- za hribovit relief pa 6,5 m.

Višinska natančnost na poraščenih območjih je približno 5 m. V goratih območjih lahko nekatere grobe napake presegajo 50 m.

Za prostorski referenčni sistem je izbran Besselov elipsoid (1841). Projekcija je Gauß-Kugerjeva (cilindrična, konformna, prečna). Višinski koordinatni sistem pa je vezan na nominalne ortometrične višine z izhodiščem v Trstu.

Podatki so shranjeni v bazi, ki ima enako organizacijo nomenklature kot TTN 5. Izhodni format podatkov za manjša območja je ASCII zapis y, x in H. Danes je z DMR 25 pokrito celotno ozemlje RS (<http://www.gu.gov.si>).

### **9.3.2 Državna topografska karta 1 : 50 000 (DTK 50)**

Zaradi velike potrebe po topografski karti merila 1 : 50 000 je Geodetska uprava Republike Slovenije v sodelovanju z Ministerstvom za obrambo leta 1998 začela projekt za izdelavo prve slovenske digitalne državne topografske karte. Najprej so bila izdelana navodila za izdelavo in redakcijski načrt. V letu 1999 se je začela izdelava posameznih listov vzhodne



strani Slovenije. Poleti 2005, se je z izdelavo vseh 58 listov projekt zaključil. Izdelani listi karte so na voljo kot tiskani listi in v rastrski obliki (<http://www.gu.gov.si>).

Vir za izdelavo je topografska karta 1 : 50 000, ki je bila izdelana na VGI (Vojnogeografski inštitut Beograd). Spremembe v prostoru se zajemajo na podlagi cikličnega aerosnemanja in dodatnih terenskih meritev. Zbrani podatki pa se uporabljajo tudi za nadgradnjo in dopolnitev generalizirane kartografske baze 1 : 25 000.

Hkrati Geodetska uprava Republike Slovenije v sodelovanju z Ministrstvom za obrambo Republike Slovenije, izdeluje tudi vojaško topografsko karto v merilu 1 : 50 000 (VTK 50). Ta je izdelana po vseh standardih izdelave, ki jih zahteva zveza NATO. Da pa se lahko vojaška in državna karta izdelujeta vzporedno, se je potrebno pri izdelavi državne karte držati navodil zveze NATO. Ta zahteva UTM projekcijo na referenčnem elipsoidu WGS 84, na karti pa je izrisana tudi pravokotna mreža v Gauss – Kruegerjevi projekciji. Velika sprememba listov državne topografske karte pa je tudi sprememba formatov listov. List karte 1 : 50 000 namesto dosedanjih 15' × 15' prikazuje območje veliko 20' × 12' (20' v smeri paralel in 12' v smeri meridianov).

Vsebina na DTK 50:

- črna vsebina: naselja, komunikacije, imena...
- siva vsebina: obrobe cest in skalovje,
- rdeča vsebina: ceste glede na vozišča, prometne površine, izstopajoči objekti itd.,
- rjava vsebina: relief – plastnice,
- modra vsebina: vode,
- zelena vsebina: vegetacija,
- vijolična vsebina: UTM mreža in
- sence reliefa

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

### 9.3.3 Tehnika izdelave

Reliefna karta je tehnološko gledano rezultat termovakuumskega oblikovanja, pri katerem uporabimo matrico in plastično folijo. Za izdelavo matrice nam današnja tehnologija ponuja več rešitev: lasersko sintiranje kovinskih prahov, polyjet tehnologija (DMLS) in frezanje. Vsebina karte se lahko na folijo printa ali pa tiska po klasičnih metodah. To so le nekatere možnosti, ki so nam na voljo.

Za izdelavo reliefne karte sem uporabil naslednje tehnološke procese:

- frezanje,
- printanje in
- termovakuusko oblikovanje.

### 9.3.4 Materiali za izdelavo

Pri izbiri materialov so glavna vodila tehnologija in stroji, ki so na razpolago. Za izdelavo matrice sem uporabil frezalni stroj EMCO MILL 105. Frzalni stroj uporablja aluminij za obdelavo na avtomatih. Ta aluminij je zlitina naslednjih kovin: aluminija, bakra, svinca in bizmuta.



**SLIKA 6: Neobdelan surovec**

Plastične snovi so visokomolekularne spojine, ki jih oblikujemo v plastičnem stanju. Uporabljamo jih za trdo, poltrdo in fleksibilno embalažo ali pa kot pokrivni material in laminate v kompleksni embalaži. Oblikujejo se po odpornosti proti kemičnim, mehanskim in biološkim vplivom. Imajo nizko prostorninsko maso, so prosojne in enostavne za oblikovanje. Omogočajo enostavno grafično obdelavo in so sorazmerno poceni. Z njimi nadomeščamo mnoge klasične materiale.

Polipropen - PP - ima med vsemi plastičnimi snovmi najnižjo gostoto, oblikujeta ga trdota površine in visoka žilavost. Uporabljajo ga predvsem za izdelavo folij v katere pakirajo živila ([http://www.s-sceptuj.mb.edus.si/~timko/timko\\_00/embalaza/mat3.bak](http://www.s-sceptuj.mb.edus.si/~timko/timko_00/embalaza/mat3.bak)).

Samolepljiva grafična folija Scotchcal Graphic Film Series 40 spada med izdelke za grafično oblikovanje firme-tovarne 3M. Uporablja se na tiskalnikih, ki temeljijo na Eco solventni tehnologiji.

## 10 IZDELAVA MATRICE

Matrica je osnovni in glavni element reliefne karte. Predstavlja tridimenzionalni založniški original, po katerem nastajajo reliefne karte.

Ločimo dva načina izdelave. Tradicionalna metoda, ki se uporablja že stoletja, bazira na odvzemanju: osnova je trdna masa, od katere odvezemamo dele s pomočjo različnega orodja.

Ta tehnika zajema v glavnem:

- frezanje,
- struženje in
- elektro erozijsko obdelavo.

Tehnika odvzemanja ima številne prednosti:

- natančnost – orodje zagotavlja večjo natančnost kot metode hitre izdelave prototipov,
- finišenje – dobimo lahko dejansko gladke površine,
- masovna proizvodnja – tako delo je hitrejše in cenejše pri velikih količinah,
- izbira materialov – možna je obdelava vseh materialov in
- izdelki velikih dimenzij – ni omejitev glede volumnov, ki jih lahko dosežemo.

Nasprotno pa je hitra izdelava prototipov snovana na metodah dodajanja. Izdelajo se majhne plasti (layers) ena na drugo, dokler ne nastane celoten kos.

Metode dodajanja imajo sledeče prednosti:

- deli lahko privzamejo še tako zapleteno geometrijsko obliko,
- izdelava zahteva zelo malo tehničnega znanja in
- izdelava včasih ne zahteva človeške intervencije.

Glede na dane okoliščine in sredstva, ki so mi bila na razpolago, sem matrico izdelal po metodi frezanja. Hitra izdelava prototipov pa je opisana kot možna alternativna rešitev izdelave matrice na koncu poglavja.

## 10.1 PROGRAMSKA OPREMA

Osnovni podatek za izdelavo matrice je digitalni model reliefa DMR 25. Računalniški programi in dodatki ki sem jih uporabil pa so naslednji:

- AutoCAD 2004,
- PointCloud za AutoCAD,
- Pro/ENGINEER in
- WinNC.

AutoCAD je program za računalniško podprto konstruiranje - CAD. Uveljavil se je po vsem svetu in ga uspešno uporabljajo arhitekti, strojniki in elektrotehniki oziroma vsi, ki izdelujejo tehnične risbe. Rišemo lahko v ravnini (2D) ali pa v prostoru (3D), uporabljamo pa kartezični koordinatni sistem. Lege točk vnašamo prostoročno s pomočjo risalne mreže oziroma miške ali pa preko tipkovnice. Pri tem pa lahko uporabljamo absolutne koordinate, relativne koordinate, polarne koordinate ali pa koordinate že obstoječih narisanih točk. Osnovni elementi, s katerimi rišemo, so točke, daljice, črtovja, liki, krogi, mnogokotniki. Risbe so lahko pojasnjene z napisi poljubne velikosti in smeri. Rišemo v različnih barvah in z različnimi tipi črt. Pri samem risanju pa si pomagamo tako, da že obstoječe elemente premikamo, kopiramo, ponavljamo, zrcalimo, raztegujemo, vrtimo ali brišemo (<http://cadcam.spts.si>).

PointCloud je nadgradnja AutoCAD-a in omogoča, da uvozimo točke katere so podane s koordinatami (y, x in H) in jih poveže v mrežo (Mesh ali Surface).

Pro/ENGINEER je CAD/CAM/CAE programski paket. Je volumski modelirnik zasnovan na konstrukcijskih gradnikih (feature), ki so definirani kot najmanjši elementi oziroma bloki v posameznem volumskem modelu (solidu). Model je torej sestavljen iz gradnikov, kar omogoča večjo fleksibilnost pri modeliranju in popravljanju, sam proces nastajanja modela pa je razviden iz drevesa (zgodovine). Uporabnik lahko tako izbira med posameznimi moduli Pro/E (Part, Assembly, Drawing, Manufacturing...). Izbira modula je odvisna od tega kaj uporabnik potrebuje. Pro/E je parametričen programski paket, kar pomeni, da so konstrukcijski gradniki oziroma modeli vodeni s pomočjo parametrov oziroma spremenljivk,

prav tako tudi njihovi medsebojni odnosi (nadrejen-podrejen, parent-child relationship). Tako lahko kadarkoli spreminjamo mere oziroma attribute, kar vpliva na povečano fleksibilnost konstruiranja in modeliranja (<http://cadcam.spts.si>).

Programski paket WinNC je namenjen upravljanju in programiranju CNC strojev, ter preverjanju napisanega programa s simulacijo v 2D ali 3D. Uporablja se za upravljanje ter programiranje krmilnika SIEMENS SINUMERIK 810/840D povezanega s strojem EMCO MILL 105 (<http://cadcam.spts.si>).

## 10.2 STROJNA OPREMA

Kot glavno orodje mi je služil namizni center EMCO MILL CONCEPT 105 za frezanje, vrtanje in vrezovanje navojev z izmenljivo krmilno enoto SIEMENS SINUMERIK 810/840D. To je didaktični stroj, ki se uporablja predvsem v učne namene. Primeren je za manjše serije in manjše kose, predvsem iz mehkejših materialov (plastične mase, aluminija, bakra, medenine...). Strojno opremo sestavljajo tri osnovne enote:

- frezalni stroj EMCO MILL 105,
- krmilna enota SIEMENS SINUMERIK 810/840D in
- PC – osebni računalnik.



SLIKA 7: EMCO MILL CONCEPT 105

## 10.3 POTEK DELA

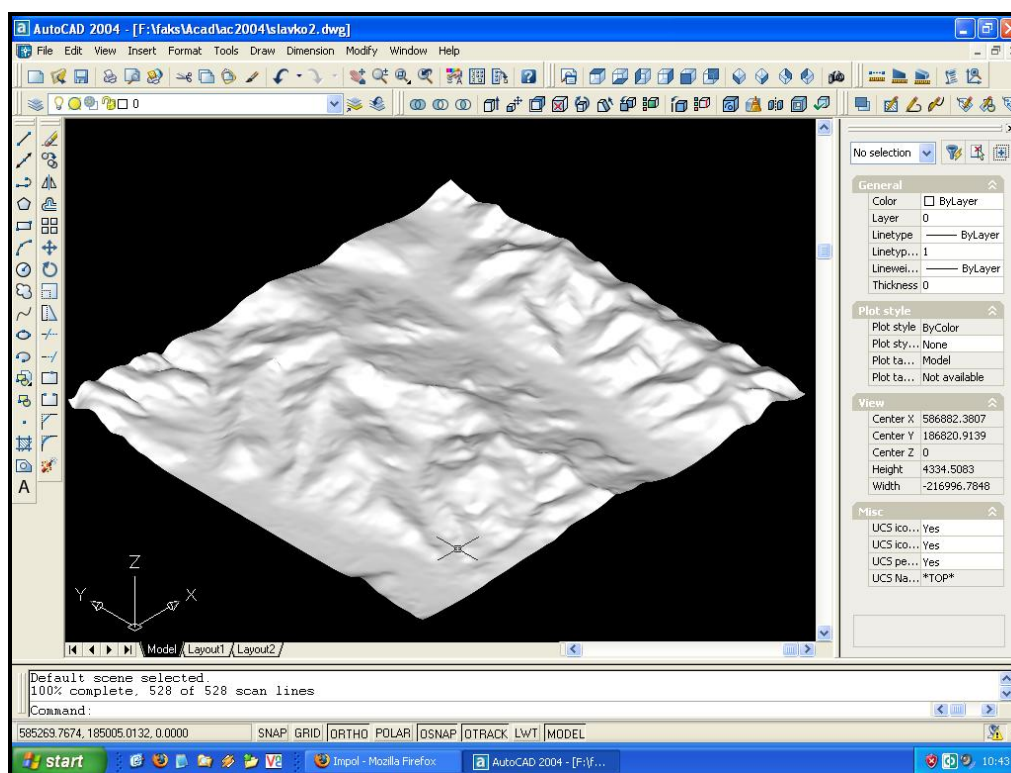
### 10.3.1 Računalniška obdelava podatkov

Najprej je potrebno urediti datoteke digitalnega modela reliefa. Na podlagi izbranega območja obdelave počistimo odvečne podatke, ki so v datotekah.

Drugi korak dela je vnos urejenih datotek v AutoCAD. To naredimo s pomočjo dodatnega modula PointCloud. PointCloud se enako naloži kot dodatni moduli AutoLISP. Modul PointCloud uvozi datoteko s točkami in točke poveže v PolygonMash.

Mreži s točkami je potrebno določiti merilo, katerega želimo imeti na koncu. To naredimo tako, da območje spremenimo v Block in ko ga uvozimo določimo horizontalno in vertikalno merilo.

S pomočjo doma napisanega modula AutoLISP točke, ki so povezane v PolygonMash spremenimo v 3D Solid. Solid je masten volumenski model poljubnega objekta. Ko imamo tako območje obdelano, datoteko izvozimo s STL končnico.



SLIKA 8: Podoba reliefa v programu AutoCAD

STL (STereoLitography) format datoteke je razvila skupina Alberts Consulting leta 1988, ki je delala za podjetje 3D Systems of Valencia CA. Namenjen je bil enostavnemu shranjevanju podatkov o obliki trirazsežnega modela. 3D Systems je bilo eno prvih podjetij, ki je izdelovalo žične modele na podlagi računalniških modelov. Danes ta zapis prevladuje kot vhodni podatek v stroje za hitro izdelavo prototipov (rapid prototyping). Poleg tega pa je razvoj strojne opreme za masovno zajemanje prostorskih točk (trirazsežni merilniki) omogočil tudi uporabo v reverznem inženirstvu, kjer se čez zajete točke napne trikotniška mreža, ta pa se nato preko STL datoteke včita v računalniški modelirnik kot osnova za gradnjo računalniškega modela in njegovo dograjevanje oziroma spreminjanje. Skoraj vsi CAD modelirniki podpirajo izvoz geometrije v STL format.

V programu Pro/ENGINEER izberemo modul Part (modul za obdelavo volumskih modelov) uvozimo fasetirano obliko datoteke s STL končnico. Model reliefa zgladimo in popravimo morebitne napake, ki so se pojavile na površju reliefa. Po tem procesu imamo prostorninski model, ki je omejen s površinami in pripravljen za nadaljnjo obdelavo.

V modulu za CNC obdelavo (Manufacturing) se določijo naslednji elementi:

- določi se surovec,
- določi se frezalni stroj EMCO MILL 105,
- izberemo tip krmilnika SIMENS SINUMERIK 840D,
- določi se orodje (steblasto frezalo, krogelno frezalo) in
- določimo sekvence.

Sekvence so koraki dela in pri izdelavi matrice so bile naslednje:

- groba obdelava s steblastim frezalom Ø10,
- naknadna obdelava ostanka grobe sekvenc s steblastim frezalom Ø5 in
- fina obdelava s krogelnim frezalom Ø5.

Sledi postprocesiranje za krmilnik SIMENS SINUMERIK 840D. Ko je postprocesiranje končano naredimo še preizkus v programu WinNC. Tukaj se izvede simulacija dela – frezanja. Če se simulacija izvede brez težav, potem zagotovo ne bo nobenih težav pri realnem delu.



### 10.3.2 Obdelava surovca

Surovec najprej obdelamo na določeno velikost, ki je odvisna od velikosti območja in merila. Ko ima surovec željeno velikost se vanj zvrtajo luknje, ki so potrebne zaradi termovakuumskega postopka. Luknje so velikosti 2 mm in so med sabo oddaljene 15 mm tako, da je surovec pokrit z luknjicami, ki predstavljajo pravokotno mrežo. Tako obdelan surovec je pripravljen za frezanje.

Frezanje je potekalo 21 ur. Od tega je groba obdelava s stebelnim frezalom  $\varnothing 10$  trajala 2,5 ur, naknadna obdelava ostanka grobe sekvenc s stebelnim frezalom  $\varnothing 5$  1,5 ur in fina obdelava s krogelnim frezalom  $\varnothing 5$  17 ur.



SLIKA 9: Obdelan surovec - matrica

## 10.4 DRUGE MOŽNE TEHNOLOGIJE IZDELAVE MATRICE

### 10.4.1 PolyJet tehnologija

PolyJet je eden postopkov hitre izdelave prototipov, ki so se v zadnjih 18-tih letih, kolikor je preteklo od pojava stereolitografije, pojavili na trgu. Kot za vse ostale postopke hitre izdelave prototipov tudi za PolyJet potrebujemo trirazsežen model, izdelan z enim od CAD paketov, zapisan v »stereolitografskem«, STL-formatu.

Nekatere prednosti, ki jih ponuja ta tehnologija: velika natančnost postopka, relativno velika hitrost izdelave ter ugodna cena. Postopek je namenjen predvsem oblikovanju končnih izdelkov in oblikovnim analizam, uporabimo pa ga lahko tudi za:

- vizualizacijo konceptov,
- izdelavo orodnih gravur in livarskih kalupov in
- lažje funkcionalne preizkuse.

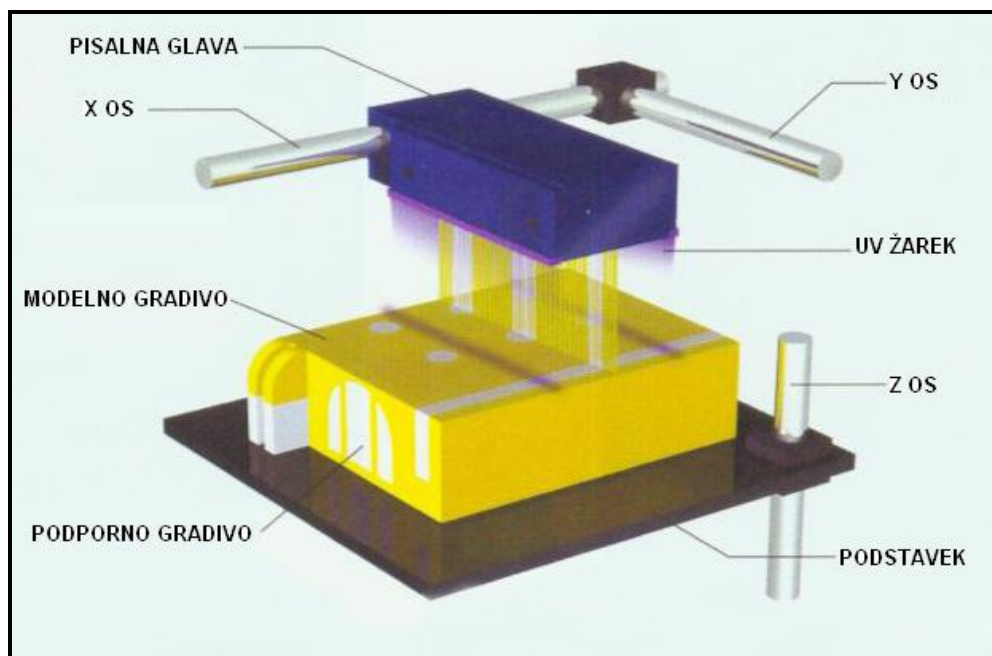
Po svoji funkcionalnosti lahko PolyJet postopek uvrstimo med postopke trirazsežnega tiskanja. Jedro naprave je tiskalna glava, takšna, kot jo poznamo iz velikih industrijskih tiskalnikov za tiskanje reklamnih letakov. Le-ta namesto barve nanaša tekočo zmes reaktivnih monomerov in oligomerov, ki polimerizirajo pod vplivom ultravijolične svetlobe.

Celoten postopek izdelave prototipa po PolyJet tehnologiji se začne s pripravo modela. Za to uporabimo programsko opremo, v katero uvozimo STL datoteko modela. V grafičnem okolju poskrbimo za optimalno postavitvev modela na pladnju, čemur sledi avtomatska določitev podpor in razslojitev modela v navpični smeri (Z os). Sledi pošiljanje posameznih slojev (bitnih slik) tiskalniku, ki jih prevzame in zaporedoma nanaša na pladenj. Debelino sloja je mogoče pred tiskanjem nastaviti, vendar le v ozkem območju nekaj mikrometrov. Tovarniška nastavitvev znaša 20  $\mu\text{m}$ , izkušnje pa so pokazale, da najboljše rezultate dobimo pri debelini sloja 19  $\mu\text{m}$ . Pri večjih debelinah prihaja do popačenja površin, pri manjših pa postopek postane neučinkovit. Postopek nanašanja posameznih slojev je, kot že rečeno, popolnoma enak postopku, kot ga poznamo pri t. i. »ink jet« tiskalnikih, le da je tu precej preprostejši, saj praktično tiskamo le dvobarvne bitne slike. Vsak posamezen sloj namreč predstavlja prerez

modela z dodanim podpornim gradivom. Prerez je bitna slika, na kateri je prerezana ploskev modela in podpor.

Ploskev lahko torej predstavimo z dvema barvama, od katerih je ena model, druga pa podpora. Dejansko tiskalnik na ploskev modelne barve nanese modelno gradivo, na ploskev podporne barve pa podporno gradivo.

Za nanos gradiva na pladenj skrbi piezo-električna tiskalna glava, ki jo sestavlja 1 536 šob, skozi katere teče tok 10 000 kapljic na sekundo. Gradivo, ki je v tekočem stanju, se v glavi nahaja v posebnih vsebnikih, kjer se ogreje na delovno temperaturo tiskalne glave (70 °C). Gradivo je spravljeno v platenkah, zaščiteneh pred svetlobo, le-te se tudi direktno vstavijo v sprejemno mesto naprave. Od tu ga cevna črpalka potiska po cevovodu do vsebnika v tiskalni glavi. Tiskalna glava brizga na kovinski podstavek, ki se po vsakem nabrizganem sloju umakne za debelino sloja navzdol, nakar se postopek ponovi z naslednjim slojem. Vsak nanosen sloj ob nanosu polimerizira zaradi ultravijolične svetlobe, ki prihaja iz dveh UV-žarnic pritrjenih na oba konca tiskalne glave.



**SLIKA 10: Shematični prikaz PolyJet postopka**

Tako je izdelek takoj pripravljen za uporabo in ne potrebuje nobene naknadne obdelave, razen odstranjanja podpornega gradiva. Odstranimo ga s pomočjo visokotlačne črpalke in vode.

Podporno gradivo preprosto operemo z vodnim curkom tlaka okrog 40 barov. Tlak vodnega curka je odvisen predvsem od modela, ki ga čistimo

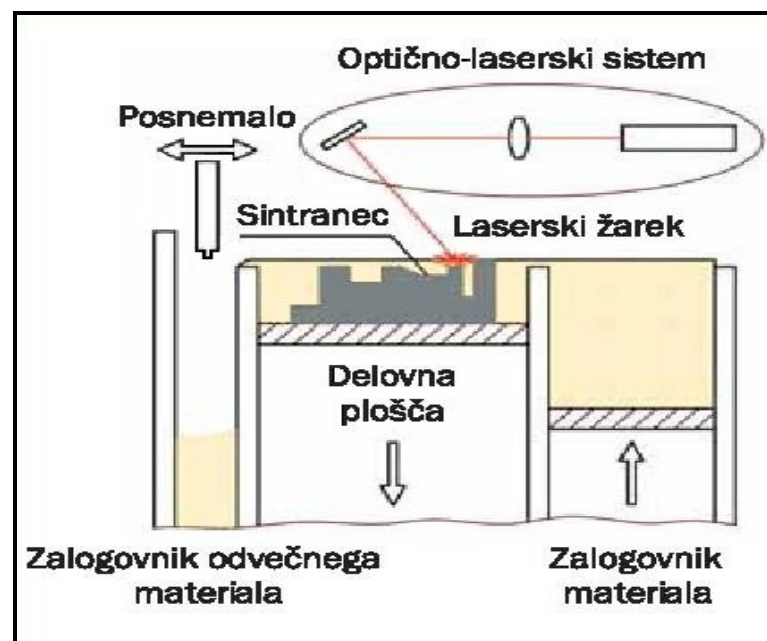
([http://www.euroteh.com/revija\\_euroteh/euroteh\\_2\\_2004/revija\\_euroteh.htm](http://www.euroteh.com/revija_euroteh/euroteh_2_2004/revija_euroteh.htm)).

#### 10.4.2 DMLS tehnologija

Neposredno lasersko sintranje kovinskih prahov oziroma DMLS (Direct Metal Laser Sintering) je ena od tehnologij, ki jo lahko uporabimo za hitro izdelavo prototipov, prototipnih in maloserijskih orodij (RP, angleško: Rapid Prototyping).

Za izdelavo sintranega modela potrebujemo ustrezen 3D CAD- model (STL, IGES, STEP, ProE, Catia ...). Pri izdelavi programa za lasersko sintranje ne posegamo v geometrično obliko izdelka. Model razrežemo na ustrezne plasti in določimo tehnološke parametre izdelave. Osnova za sintranje je orodjarska plošča, na katero se nanese kovinski material v prašnati obliki. Laserski žarek, ki je ustrezno krmiljen, stali nanese material glede na obliko izdelka in ga hkrati zasintra na predhodno plast. Ko je plast v celoti zasintrana, se delovna plošča spusti za debelino plasti, nanese se nova plast materiala in zasintra. Postopek se ponavlja, dokler niso izdelane vse plasti oziroma dokler ni izdelek v celoti izdelan

([http://www.euroteh.com/revija\\_euroteh/euroteh\\_2\\_2004/revija\\_euroteh.htm](http://www.euroteh.com/revija_euroteh/euroteh_2_2004/revija_euroteh.htm)).

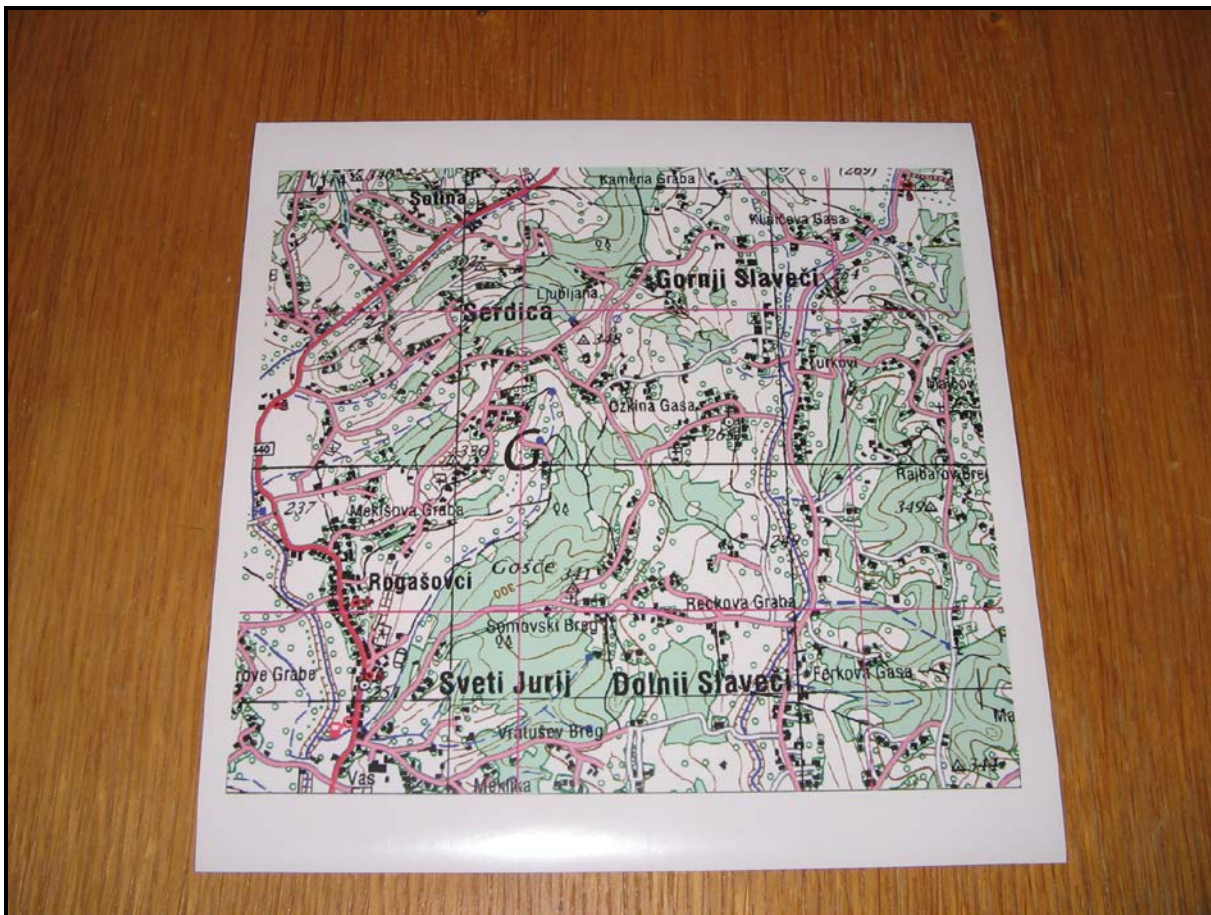


SLIKA 11: Princip delovanja stroja za lasersko sintranje

## 11 TISKANJE – PRINTANJE KARTE

Če bi želeli izdelati večjo količino, bi tiskanje potekalo na ofsetnem stroju, za katerega bi bilo potrebno izdelati reprodukcijske originale. Vsebina reliefne karte, katere osnova je državna topografska karta 1 : 50 000 (DTK 50), bi se tiskala na samolepljivo grafična folijo Scotchcal Film Series 40.

Za izdelavo izseka reliefne karte pa sem uporabil tiskalnik na katerem sem sprintal nekaj izvodov. Uporabil sem Eco solventni tiskalnik Rockhopper II.



SLIKA 12: Samolepljiva grafična folija s sprintano vsebino

## 11.1 Eco solventni tiskalnik Rockhopper II

Namenjen je vsem izdelovalcem vizualnih komunikacij, ki se pri svojem delu srečujejo s potrebo po tisku tako zunanjih – obstojnih, kot notranjih – foto kvalitetnih aplikacij. Uporaba Eco-solventnih barv omogoča 3 letno obstojnost izdelkov, visoko kvaliteto izpisa in tiskanje najkvalitetnejših fotorealističnih aplikacij. Posebnost tega tiskalnika je ta, da medij na katerega tiska, najprej segreje in nato tiska. Tako barva ni samo na površini ampak prodre v »notranjost« medija in je slika-podoba bolj obstojna.

Tehnične lastnosti tiskalnika Rockhopper II.

Hitrost izpisa:

- 35 m<sup>2</sup>/h – Draft,
- 12 m<sup>2</sup>/h – Productivity.

Modeli printanja:

- CMYK Lc Lm,
- 2xCMYK (dvojna hitrost).
- 

Širina stroja:

- 50",
- 64" in
- 87".

Ločljivost:

- 360 × 360 dpi,
- 720 × 360 dpi,
- 720 × 720 dpi,
- 1440 × 720 dpi in
- 1440 × 1440 dpi.

Širina izpisa:

- 2210 mm - 87",
- 1626 mm - 64" in
- 1027 mm - 50".



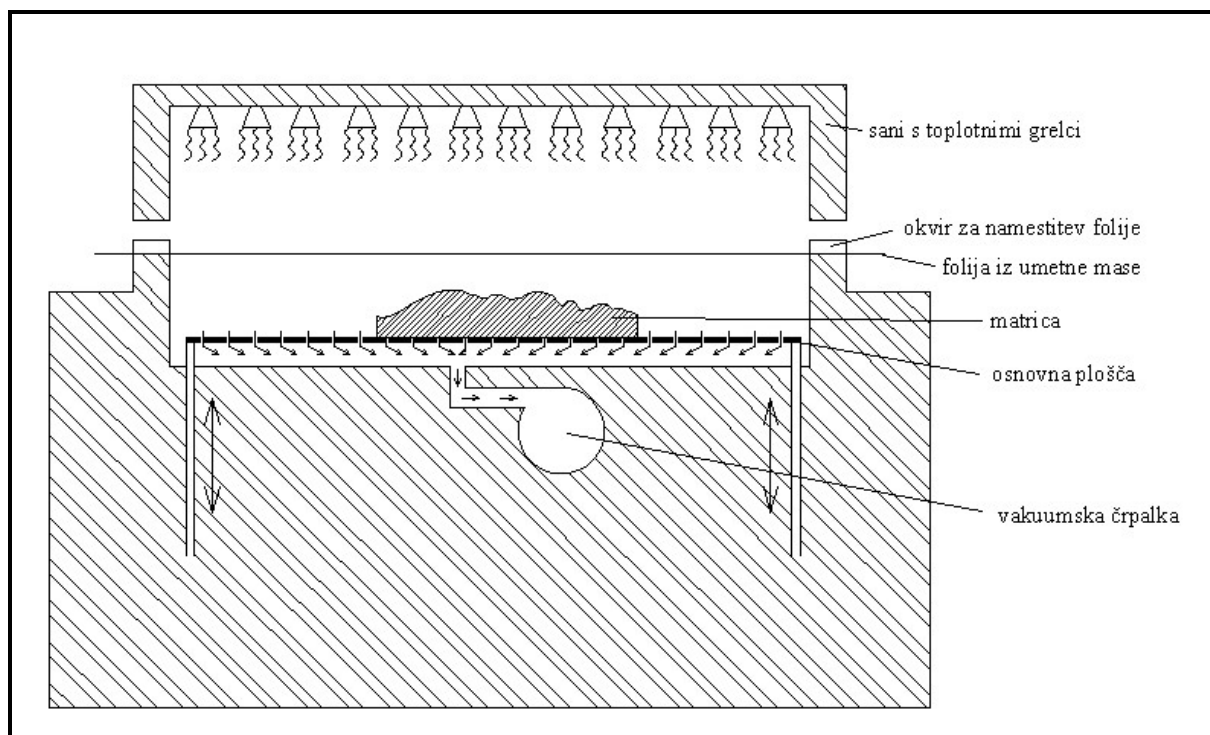
**SLIKA 13: Eco solventni tiskalnik Rockhopper II**

(<http://ncr.si>)

## 12 TERMOVAKUUMSKO OBLIKOVANJE

Termovakuumski postopek reprodukcije je najbolj kvaliteten in razširjen način reproduciranja taktilnih kart. Za proces razmnoževanja potrebujemo posebni termovakuumski stroj, ki je sestavljen iz štirih osnovnih delov:

1. sani s toplotnimi grelci,
2. okvir za namestitev folije,
3. osnovna plošča (miza) in
4. vakuumska črpalka.



**SLIKA 14:** Shematičen prikaz osnovnih delov termovakuumskega stroja

Proces razmnoževanja je sledeč: matrico položimo na osnovno ploščo, preko nje pa v okvir namestimo umetno folijo (polipropen). Sani s toplotnimi grelci nato segrevajo folijo toliko časa, da postane mehka. Ko je folija segreta na delovno temperaturo, ki je odvisna od materiala, se vključi vakuumska črpalka, ki folijo priseda na matrico. Istočasno pa se dviga osnovna plošča. Počakamo, da se folija ohladi in ohlajena sama odstopi od matrice. Osnovna plošča se spusti in odstrani se odtisnjena folija. Postopek nato lahko ponovimo z novo folijo.

Novejši vakuumski stroji so avtomatizirani do te mere, da se posamezni listi folije režejo sproti z zvitka. Ves postopek od segrevanja preko izsesavanja zraka je elektronsko voden in kontroliran. To je pomembno zato, da dosežemo enako kvaliteto vseh odtisnjenih izvodov (Rener 1992, str. 115-116).

Odtis na foliji je predvsem odvisen od materiala iz katerega je matrica narejena. Material mora biti odporen na temperature vsaj do 200 °C, da ne pride do obrabe matrice. Pomembno vlogo igra tudi število in razporeditev luknjic za izsesavanje zraka. Luknjice ne smejo biti preveč velike, ker se potem poznajo na foliji. V mojem primeru so bile luknjice velike 2 mm in so se na foliji že rahlo opazile. Razporejene pa so v pravokotno mrežo na 1,5 cm



**SLIKA 15:** Matrica in odtisnjena folija



## 13 ZAKLJUČNO DELO

Po oblikovanju folije, ki služi kot oporno telo reliefni karti, je potrebno dodati še vsebino reliefni karti. To pomeni, da moramo združiti osnovna dela, ki sestavljata reliefno karto:

- samolepljivo grafično folijo in
- polipropen folijo.

Odtisnjeno poliprpen folijo na termovakuumskem stroju po celotni površni preluknjamo z majhnimi luknjami. Te luknje služijo zato, da lahko iztisnemo zrak, ki se nahaja med folijama, ko jih zalepimo skupaj. Luknje sem naredil z iglo, približno na vsakih 7 mm tako, da je celotno območje pokrito s pravokotno mrežo lukenj.

Lepljenje grafične folije na telo reliefne karte je sledeč: grafično folijo obrežemo na velikost območja (če imamo natisnjeno večje območje), pri tem moramo pustiti na vsaki strani zavihke (5 cm dolge in 0,5 cm široke), nato odstranimo spodnji del grafične folije in jo položimo točno na telo reliefne karte. Če je grafična folija točno postavljena zalepimo zavitke in jo s tem fiksiramo. Zdaj lahko grafično folijo segrejemo s fenom ali pa s kakšno drugo napravo, ki oddaja toploto. Nato še z mehkim predmetom iztisnemo zrak, ki je ostal med folijama. Ta grafična folija ima to lastnost, da se lepo prileže podlagi – prevzame njeno obliko. Na koncu še odrežemo zavitke.

V kolikor bi želeli izdelovati večje število reliefnih kart, bi morali ta postopek lepljenja avtomatizirati.



**SLIKA 16:** Lepljenje grafične folije na telo reliefne karte

Odstopanja do katerih prihaja zaradi različnih dolžin: na grafični foliji so horizontalne dolžine, na polipropen foliji pa poševne dolžine, so minimalne oziroma zanemarljive za območje mojega izseka. Če bi bil predmet izdelave večje območje z večjimi vertikalnimi ekstremi bi prišlo do večjih odstopanj.



**SLIKA 17: Končan izsek reliefne karte Pomurja**

## 14 ZAKLJUČEK

Skozi čas v katerem je nastajala reliefna karta, z njo pa tudi moja diplomska naloga, sem ugotovil, da takšen projekt zahteva veliko strokovnega znanja in usklajenost večih strokovnjakov. Zato je kartografija oziroma izdelava karte multidisciplinarna veda.

V prvi fazi izdelave mi je pomagal pedagog in diplomirani inženir strojništva, s katerim sva izdelala matrico. V drugi fazi sem pomoč dobil od grafikov, ki so mi na podlagi dolgoletnih izkušenj svetovali in pomagali pri izbiri materialov printanju. V tretji fazi pa mi je pomagal strojnik, ki ima izkušnje z delom za termovakuumskim strojem.

Pričakovanja, ki so se porodila ob začetku, so bila majhna vendar želja, da bi nastalo nekaj koristnega in pomembnega velika. Izdelek oziroma izsek reliefne karte, ki je nastal, je v veliki meri, zadovoljil moja pričakovanja. Zaradi manjših odstopanj, do katerih je prišlo na izseku, bi bilo potrebno, najprej preveriti osnovne podatke, ki so služili kot vir (DMR 25, DTK 50). Do odstopanja je lahko prišlo tudi zaradi metode izdelave. Drugače pa izsek karte v celoti izpolnjuje svoj namen - lažje prepoznavanje in branje reliefnih oblik.

S to diplomsko nalogo je predstavljen eden od možnih načinov izdelave reliefnih kart. Sam proces, izdelava matrice, tiskanje na umetne mase in temovakuumsko oblikovanje je v svetu že dolgoletna praksa. V diplomski nalogi pa so predstavljene možne variante določene faze, ki so primerne za izdelavo reliefne karte, kar dokazuje izdelan izsek. V kolikor bi želeli izdelati večje število kart, bi lahko bila diplomska naloga temeljni kamen pri uresničitvi tega projekta. Današnja tehnologija je tako napredna, da je omejitev vezana samo na sredstva, ki so nam na razpolago in ljudi - strokovnjake s katerimi sodelujemo.

## VIRI

Fridl, Jerneja. 1999. Metodologija tematske kartografije Nacionalnega atlasa Slovenije. Ljubljana: Geografski inštitut antona Melika ZRC SAZU.

Lovrić, Paško. 1988. Opća kartografija. Zagreb: SNL.

Perko, Drago. 2001. Analiza površja Slovenije s stometriskim digitalnim modelom reliefa. Ljubljana: Geografski inštitut antona Melika ZRC SAZU.

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

Renner, R. 1992. Taktilne karte in diagrami. Magistrska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo.

Rihtaršič, M., Fras, Z. 1991. Digitalni model reliefa. 1. del: teoretične osnove in uporaba DMR. Ljubljana: Univerza v Ljubljani Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo.

Seliškar, A. 2001. Državna kartografija. Katalog digitalnih podatkov. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.

Zec, S. 1997 / 1998. Zapiski s predavanj pri predmetu Kartografija, predavatelj Branko Rojc. Ljubljana: Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Zec, S. 2000 / 2001. Zapiski s predavanj pri predmetu Tematska kartografija, predavatelj Branko Rojc. Ljubljana: Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

URL: <http://nrc.si> [online].

URL: [http://www.euroteh.com/revija\\_euroteh/euroteh\\_2\\_2004/revija\\_euroteh.htm](http://www.euroteh.com/revija_euroteh/euroteh_2_2004/revija_euroteh.htm) [online].

URL: <http://cadcam.spts.si> [online].

URL: [http://www.fs.uni-lj.si/lap/DOCS/polimerna\\_grad\\_termoformiranje.htm](http://www.fs.uni-lj.si/lap/DOCS/polimerna_grad_termoformiranje.htm) [online].

URL: [http://www.s-sceptuj.mb.edus.si/~timko/timko\\_00/embalaza/mat3.bak](http://www.s-sceptuj.mb.edus.si/~timko/timko_00/embalaza/mat3.bak) [online].

URL: <http://www.geodetski-vestnik.com> [online].

URL: <http://www.icc.es> [online].

URL: [http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA\\_KARTOGRAFIJA.pdf](http://www.izs.si/izpiti/gradivo/06-ms-geo/TOPOGRAFIJA_KARTOGRAFIJA.pdf) [online].