

IZDELAVA RELIEFNE KARTE DELA POMURJA

PRODUCTION OF THE RELIEF MAP OF A PART OF POMURJE

Slavko Zec, Dušan Petrovič

UDK: 528.9

IZVLEČEK

Reliefne karte so trirazsežni prikaz zemeljske površine. Za razliko od tlorisnih, dvorazsežnih kart, kjer je relief predstavljen posredno in pogojno, reliefne karte omogočajo neposredno predstavitev reliefa. Uporabnikom je ta način predstavitve reliefa enostavnejši in lažje razumljiv. V članku je opisan postopek priprave redakcijskega načrta in izdelave reliefne karte, po katerem je bil izdelan 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 se nadgrajujejo: izdelava matrice, termovakuumski postopek reprodukcije, tiskanje in sestava osnovnih elementov.

Klasifikacija prispevka po COBISS-u: 1.04

ABSTRACT

Relief maps are three-dimensional representations of the Earth's surface. In contrast to traditional 2D maps, where the relief is represented indirectly, the relief maps are intended for direct representation of the relief. Such way of relief presentation is simpler and easier to understand for ordinary users. In the article, the preparation of the editorial plan is described and the possible methods of elaboration of relief maps are presented. The method described has been used for elaboration of an insert of a relief map of the Pomurje region at horizontal scale 1 : 30,000 and at vertical scale 1 : 15,000. The work process is divided into four phases, following in time and building one upon another: elaboration of a convex aluminium mould, thermo-vacuum process of reproduction, printing, and composition of basic elements.

KLJUČNE BESEDE

reliefna karta, digitalni model reliefa (DMR), matrica, termovakuumski postopek

KEY WORDS

relief map, digital terrain model (DTM), mould, thermo-vacuum process

1 UVOD

Človek je bitje, ki vtis o realnem svetu pridobi prek čutil. Vid je čutilo, prek katerega človek sprejme 83 % vseh informacij iz okolja (Rener, 1992). Zato ni treba 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 trirazsežni 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 programske opreme lahko ustvarimo navidezen trirazsežni svet. Tega je mogoče vrteti, obračati in gledati iz različnih perspektiv. To je zelo dober »približek« realnemu svetu, vendar še vedno gledamo sliko na računalniškem zaslonu, ki je ravna ploskev.

V Sloveniji trenutno nihče ne izdeluje reliefnih kart. Vse reliefne karte Slovenije, ki jih je danes možno kupiti, prihajajo iz sosednjih držav, predvsem iz Hrvaške in Italije. 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.

Zaradi zgoraj navedenih dejstev je prišlo do poskusa razvoja tehnologije, s pomočjo katere bi bilo mogoče v okviru te naloge izdelati reliefno karto. Odločili smo se za izdelavo reliefne karte dela Pomurja.

2 PRIPRAVA REDAKCIJSKEGA NAČRTA

Redakcijski načrt je dokument o izdelavi karte, ki opredeljuje vse pomembne odločitve in parametre, po katerih bo izdelana karta (Peterca et al., 1974). Temeljita priprava redakcijskega načrta je zelo pomembna za tekoče delo pri sami izdelavi karte, še posebej, kadar imamo opravka z vsebinsko, oblikovno ali tehnološko zahtevnejšim izdelkom.

V redakcijskem načrtu je najprej pojasnjen namen izdelave karte. Nato sledi predstavitev ene od možnih tehnologij izdelave reliefnih kart kot celote in njenih posameznih tehnoloških korakov. Poudarek je na računalniško podprti tehnologiji izdelave matrice, tisku kartografske vsebine na umetno maso in termovakuumskem postopku reprodukcije.

2.1 Matematični elementi karte

Merilo, območje prikaza in kartografska projekcija predstavljajo matematične elemente karte. Reliefna karta je trirazsežni model zemeljskega površja, zato imamo opravka z horizontalnim in vertikalnim merilom. Na kartah, ki se uporabljajo za kartometrične naloge, je zaželeno razmerje med horizontalnim in vertikalnim merilom 1 : 1 (Peterca et al., 1974). Vendar tovrstno razmerje meril ne daje dobrega plastičnega učinka pokrajine. Zato pri reliefnih kartah praviloma uporabljamo tako imenovano višinsko povečevanje (nadvišanje). Faktor višinskega povečevanja je število, ki pove, koliko je merilo višin povečano glede na horizontalno merilo. Višinsko povečevanje je odvisno od:

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

Za karto Pomurja je izbrano horizontalno merilo 1 : 30 000 in vertikalno merilo 1 : 15 000. Faktor višinskega povečevanja je 2. S tem je dosežena razgibanost terena, ki uporabniku omogoča

ustrezno predstavitev reliefa v Pomurju, ki ima relativno nizki in rahlo razgiban tip reliefa. Pri izbiri območja karte je treba tudi paziti, da je izbrano območje geografsko zaključena celota.

Za izdelavo izseka reliefne karte je izbrano območje, ki je omejeno s pravokotnimi koordinatami državnega koordinatnega sistema (Gauss-Krügerjeva projekcija):

- v smeri koordinate y od 5 578 750 do 5 583 250 in
- v smeri koordinate x od 5 184 000 do 5 188 175.

Izbira kartografske projekcije na reliefni karti je odvisna od kartografske projekcije virov.

2.2 Viri za izdelavo karte

Pri izdelavi matrice je kot osnovni vir podatkov uporabljen digitalni model reliefa DMR 25 (Geodetska uprava Republike Slovenije). Omenjeni model višin je izdelan s fotogrametričnimi metodami, vzporedno z izdelavo ortofoto načrtov (DOF 5). Prednost modela v primerjavi z drugimi digitalnimi modeli višin Slovenije je boljša lokalna višinska natančnost, največja pomanjkljivost pa je nehomogenost. Zaradi tega lahko pride pri hkratni uporabi več listov DOF 5 do odstopanj na robovih med posameznimi listi (GURS, 2001). Izbrani izsek Pomurja je sicer zajemal območje štirih listov DOF 5, vendar težav neuskkljenosti stikov ni bilo. Položajna natančnost točk DMR 25 je vezana na pravilni grid z velikostjo celice 25×25 m. Povprečna višinska natančnost podatkov za Slovenijo znaša:

- 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. Konkretno oceno natančnosti na izbranem izseku se niso izvajale.

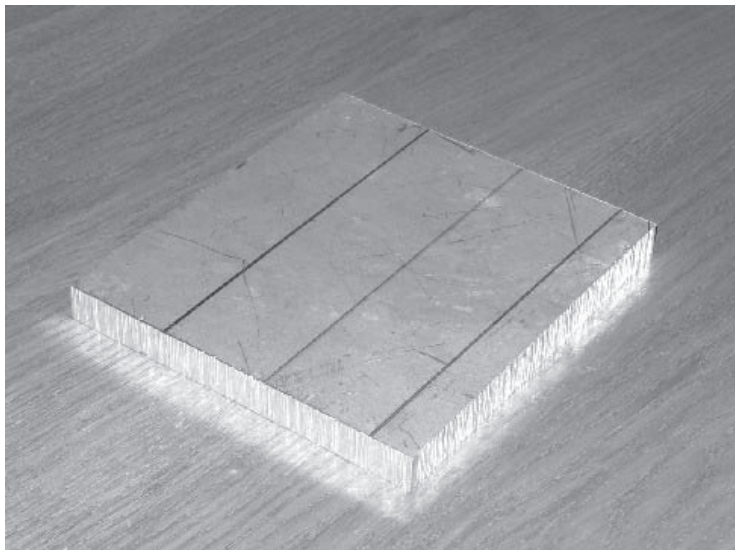
Vsebina slikovnega sloja, prikazanega na reliefni karti, je vzeta iz Državne topografske karte DTK 50 (Geodetska uprava Republike Slovenije). Karta je bila v letih 2001–2005 na 58 listih izdelana s sodobno tehnologijo. Celoten izbrani izsek je ležal na dveh listih DTK 50, in sicer Kuzma 2 in Murska Sobota 8. Uporabljena je bila rastrska slika združenih slojev ločljivosti 720 dpi.

3 TEHNIKE IZDELAVE IN MATERIALI

Reliefna karta je tehnološko gledano rezultat termovakuumskega oblikovanja, pri katerem se uporabita matrica in plastična folija. Za izdelavo matrice današnja tehnologija ponuja več rešitev: lasersko sintiranje kovinskih prahov, polyjet tehnologijo (DMLS) in frezanje. Vsebina karte se lahko na folijo printa ali pa tiska po klasičnih metodah. To so le nekatere možnosti, ki so na voljo. Za izdelavo reliefne karte Pomurja so bili uporabljeni naslednji tehnološki procesi:

- frezanje,
- printanje in
- termovakuusko oblikovanje.

Pri izbiri materialov so glavna vodila tehnologija in stroji, ki so na razpolago. Matrica je bila izdelana na frezalnem stroju EMCO MILL 105. Frezalni stroj uporablja zlitino za obdelavo na avtomatih, sestavljeno iz naslednjih kovin: aluminija, bakra, svinca in bizmuta.



Slika 1: Neobdelan surovec.

Plastične snovi so visokomolekularne spojine, ki se oblikujejo v plastičnem stanju. Uporabljajo se 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. Uporablja se predvsem za izdelavo folij, v katere pakirajo živila (Šolski center Ptuj, 2006). Samolepljiva grafična folija Scotchcal Graphic Film Series 40 spada med izdelke za grafično oblikovanje proizvajalca 3M. Uporablja se na tiskalnikih, ki temeljijo na Eco-solventni tehnologiji.

3.1 Izdelava matrice

Matrica je osnovni in glavni element reliefne karte. Predstavlja trirazsežni založniški original, po katerem nastajajo reliefne karte. Ločimo dva načina izdelave matrice. 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,
- finiširanje – dobimo lahko dejansko gladke površine,
- masovna proizvodnja – tako delo je hitreje 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 bila na razpolago, je bila matrica izdelani po metodi frezanja.

3.2 Uporabljen programski oprema

Osnovni podatek za izdelavo matrice je digitalni model reliefa DMR 25. Računalniški programi in dodatki, ki so bili uporabljeni, so AutoCAD 2004, PointCloud za AutoCAD, Pro/ENGINEER in WinNC. AutoCAD je široko razširjen program za računalniško podprto konstruiranje – CAD. PointCloud je nadgradnja AutoCAD-a in omogoča uvoz točk, ki so podane s koordinatami (y, x in H) in jih poveže v mrežo (Mesh ali Surface).

Pro/ENGINEER je programski paket CAD/CAM/CAE. Je prostorninski modelirnik, zasnovan na konstrukcijskih gradnikih (feature), ki so definirani kot najmanjši elementi oziroma bloki v posameznem prostorninskem 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 idr.). 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 kadar koli spreminjamo mere oziroma attribute, kar vpliva na povečano fleksibilnost konstruiranja in modeliranja (Srednja poklicna in tehniška šola Murska Sobota, 2006).

Programski paket WinNC je namenjen upravljanju in programiranju CNC-strojov 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 (Srednja poklicna in tehniška šola Murska Sobota, 2006).

3.3 Uporabljena strojna oprema

Kot glavno orodje je služil namizni center EMCO MILL CONCEPT 105 za frezanje, vrtnanje 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.

4 POSTOPEK IZDELAVE RELIEFNE KARTE

4.1 Priprava vhodnih podatkov

Najprej se uredijo datoteke digitalnega modela reliefa. Na podlagi izbranega območja obdelave se pobrišejo odvečni podatki, ki so v datotekah. Drugi korak dela je vnos urejenih datotek v AutoCAD. To se je opravilo s pomočjo dodatnega modula PointCloud. PointCloud se naloži enako kot dodatni moduli AutoLISP. Modul PointCloud uvozi datoteko s točkami in točke poveže v »PolygonMash«. Mreži s točkami je treba določiti končno merilo. Merilo se določi tako, da se območje spremeni v »block«, in ko se blok uvozi, se mu določi horizontalno in vertikalno merilo.

Napisani modul AutoLIPS spremeni točke, ki so povezane v »PolygonMash« v »3D Solid«. Solid je prostorninski model poljubnega objekta. Tako obdelano območje se izvozi v formatu s STL-končnico.

V programu Pro/ENGINEER se izbere modul Part (modul za obdelavo prostorninskih modelov), ki uvozi STL-datoteko s fasetiranimi podatki modela. V modul Part se model reliefa zgladi in popravi morebitne napake, ki so se pojavile na površju reliefa. Po tem procesu nastane prostorninski model, ki je omejen s površinami in pripravljen za nadaljnjo obdelavo.

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

- surovec,
- frezalni stroj EMCO MILL 105,
- tip krmilnika SIEMENS SINUMERIK 840D,
- orodje (steblasto frezalo, krogelno frezalo) in
- sekvence.

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

- groba obdelava s steblastim frezalom $\phi 10$,
- naknadna obdelava ostanka grobe sekvenc s steblastim frezalom $\phi 5$ in
- fina obdelava s krogelnim frezalom $\phi 5$.

Sledi postprocesiranje za krmilnik SIEMENS SINUMERIK 840D. Po postprocesiranju se izvede še preizkus v programu WinNC. Program WinNC izvede simulacijo dela – frezanja. Če se simulacija izvede brez težav, potem se lahko z veliko gotovostjo trdi, da ne bo nobenih težav pri realni obdelavi surovca.

Obdelava podatkov je potekala v glavnem na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani (FGG) in na Srednji poklicni in tehniški šoli Murska Sobota (SPTSŠ).

4.2 Obdelava surovca

Surovec se najprej obreže na določeno velikost, ki je odvisna od velikosti območja in merila. Ko ima surovec zeleno 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 $\phi 10$ trajala 2,5 ure, naknadna obdelava ostanka grobe sekvenc s stebelnim frezalom $\phi 5$ 1,5 ure in fina obdelava s krogelnim frezalom $\phi 5$ 17 ur. Celoten postopek obdelave surovca je potekal na Srednji poklicni in tehniški šoli v Murski Soboti pod nadzorom prof. Roberta Balažica, univ. dipl. ing. strojništva.



Slika 2: Obdelan surovec – matrica.

4.3 Tiskanje – printanje karte

Pri izdelavi večje količine bi tiskanje potekalo na ofsetnem stroju, za katerega bi bilo treba 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. Lahko bi se uporabil tudi digitalni tisk.

Za izdelavo izseka reliefne karte v omejeni nakladi nekaj primerkov pa je bil uporabljen Eco-solventni tiskalnik Rockhopper II, ki je bil na voljo v tiskarni DADO tisk Vlado Plantarič s.p.. Tiskalnik je namenjen vsem izdelovalcem vizualnih komunikacij, ki se pri svojem delu srečujejo s potrebo po tisku tako zunanjih – obstojnih kot notranjih – foto kakovostnih aplikacij. Uporaba Eco-solventnih barv omogoča triletno obstojnost izdelkov, visoko kakovost izpisa in tiskanje najkakovostnejših 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 (N.C.R. Ljubljana, 2006).



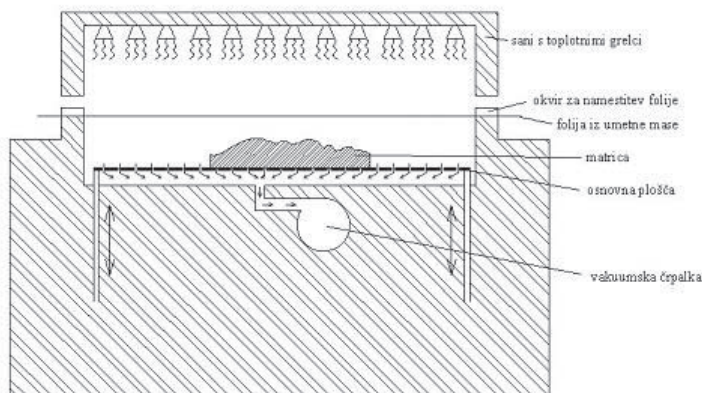
Slika 3: Samolepljiva grafična folija z natisnjeno vsebino.

4.4 Termovakuusko oblikovanje

Termovakuuski postopek reprodukcije je najbolj kakovosten in razširjen način reproduciranja reliefnih kart, preizkušen pri izdelavi taktilnih kart. Za proces razmnoževanja se uporablja posebni termovakuuski 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.

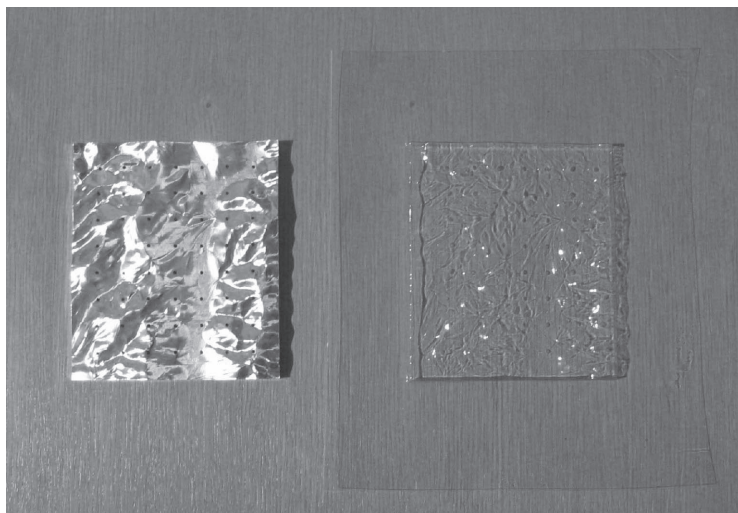
Proces razmnoževanja je sledeč: matrico položimo na osnovno ploščo, prek nje pa v okvir namestimo umetno folijo (polipropen). Sani s toplotnimi grelci nato segrevajo folijo toliko časa, da postane mehka. Ko je folija segreta na delovno temperaturo, ki je odvisna od uporabljenega materiala, se vključi vakuumska črpalka, ki folijo prisesa na matrico. Istočasno 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. Ves postopek



Slika 4: Shematični prikaz osnovnih delov termovakuumskega stroja.

od segrevanja prek izsesavanja zraka je elektronsko voden in kontroliran. To je pomembno zato, da dosežemo enako kvaliteto vseh odtisnjenih izvodov (Rener, 1992). Takšen termovakuumski stroj imajo v podjetju ROTO d.o.o. iz Črnelavcev, kjer so tudi izdelali nekaj odtisnjenih folij.

Kvaliteta odtisa na foliji je predvsem odvisna 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 prevelike, ker se potem vtisnejo na folijo. V tem primeru so bile luknjice velike 2 mm in so se na foliji že rahlo opazile. Razporejene pa so bile v pravokotno mrežo z razmakom 1,5 cm.



Slika 5: Matrica in odtisnjena folija.

4.5 Zaključna dela

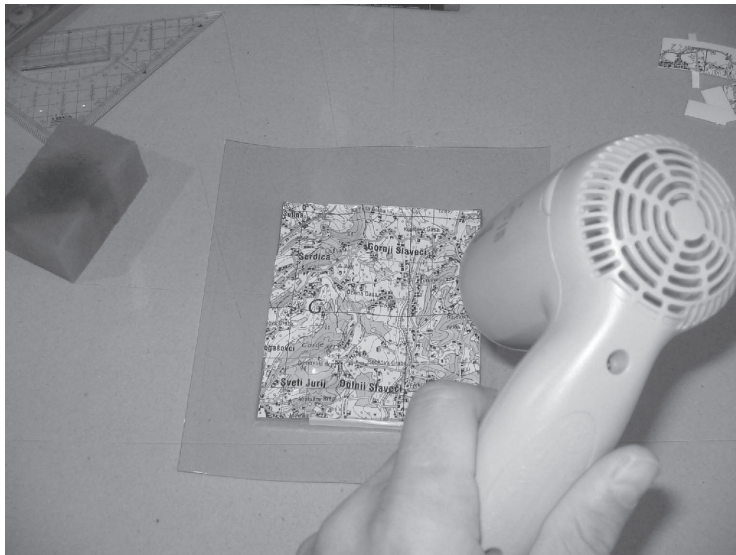
Po oblikovanju folije, ki služi kot oporno telo reliefni karti, je treba reliefni karti dodati še vsebino. To pomeni, da je treba združiti oba osnovna dela, ki sestavljata reliefno karto:

- samolepljivo grafično folijo in
- polipropen folijo.

Odtisnjena polipropen folija se po celotni površni preluknja z majhnimi luknjami. Luknje služijo za izsesavanje zraka, ki je med folijama v procesu lepljenja. Luknje se naredijo z iglo, približno na vsakih 7 mm, tako da je celotno območje pokrito s pravokotno mrežo lukenj.

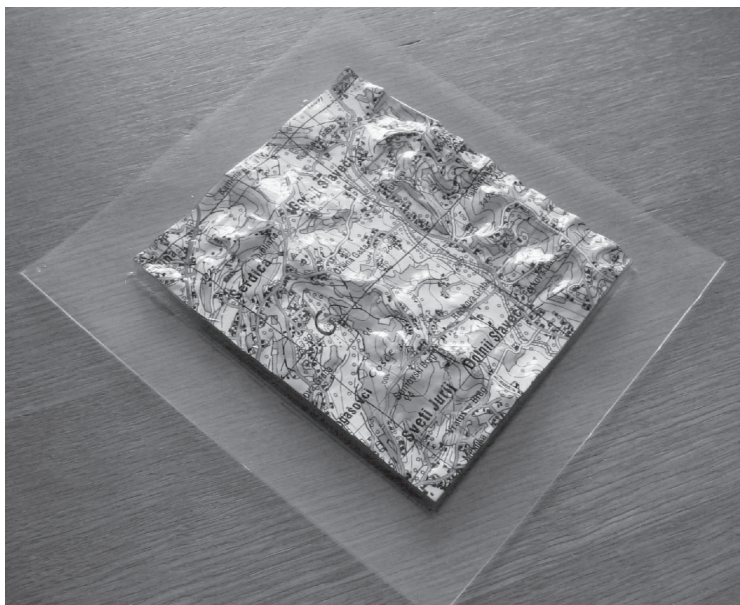
Lepljenje grafične folije na telo reliefne karte poteka na sledeč način: grafično folijo obrežemo na velikost območja (če imamo natisnjeno večje območje), pri tem moramo pustiti na vsaki strani zavitke (5 cm dolge in 0,5 cm široke), nato odstranimo spodnji del grafične folije in jo položimo točno na 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. Omenjena grafična folija ima to lastnost, da se lepo prilježe podlagi – prevzame njeno obliko. Na koncu še odrežemo zavitke.

Če bi želeli izdelovati večje število reliefnih kart, bi bilo treba ta postopek lepljenja avtomatizirati.



Slika 6: 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 –, so minimalna oziroma zanemarljiva za izbrano območje izseka. Če bi bil predmet izdelave večje območje z večjimi vertikalnimi ekstremi, bi prišlo do večjih odstopanj in bi morali že pri tisku predvideti kasnejšo deformacijo slike na foliji.



Slika 7: Končani izsek reliefne karte.

5 ZAKLJUČEK

Skozi čas, v katerem je nastajala reliefna karta, se je ugotovilo, da takšen projekt zahteva veliko strokovnega znanja in usklajenost več strokovnjakov različnih področij in strok. Tako so v postopku izdelave reliefne karte sodelovali strojniki, ki so izdelali matrico, grafiki, ki so na podlagi dolgoletnih izkušenj svetovali in pomagali pri izbiri materialov za tiskanje, ter na koncu še strojnik z izkušnjami z delom s termovakuumskim strojem. Nikakor pa ne smemo pozabiti na ključno vlogo geodetov, predvsem kartografov, ki svoj delež prispevamo s poznavanjem kartografskih virov, oblikovanjem karte in koordinacijo celotnega procesa.

Izdelek oziroma izsek reliefne karte, ki je nastal, je v veliki meri zadovoljil pričakovanja. Zaradi manjših odstopanj, do katerih je prišlo na izseku, bi bilo treba najprej preveriti vhodne 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 tem prispevkom 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 prispevku pa so predstavljene možne variante določene faze, ki so primerne za izdelavo reliefne karte, kar dokazuje izdelani izsek. Današnja tehnologija je tako napredna, da je omejitve vezana samo na sredstva, ki so nam na razpolago, in ljudi – strokovnjake, s katerimi sodelujemo.

Literatura in viri:

Geodetska uprava Republike Slovenije (2001). Državna kartografija, katalog digitalnih podatkov. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.

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

Rener, Roman (1992). Taktilne karte in diagrami. Magistrska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani. Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo.

Šolski center Ptuj (2006). Embalaža iz plastičnih snovi. Pridobljeno 17. 7. 2005 s spletne strani: http://www.s-scptuj.mb.edus.si/~timko/timko_00/embalaza/mat3.bak.

Srednja poklicna in tehniška šola Murska Sobota (2006). CAD-CAM tehnologija. Pridobljeno 20. 4. 2005 s spletne strani <http://cadcam.spts.si>.

N.C.R. Ljubljana (2006). Oprema in materiali za izdelavo vizualnih komunikacij. Pridobljeno 15. 5. 2005 s spletne strani <http://www.ncr.si>

Slavko Zec, dipl. ing. geod.

LINIJE d.o.o., Ormoška 3, SI-9240 Ljutomer

E-pošta: s.zec@email.si

doc. dr. Dušan Petrovič, univ. dipl. inž. el., inž. geod.

FGG - Oddelek za geodezijo, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

E-pošta: dusan.petrovic@fgg.uni-lj.si

Prispelo za objavo: 7. november 2006

Sprejeto: 5. december 2006