

# KARTOMATIKA – RAČUNALNIŠKI SISTEM ZA ODSTRANJEVANJE DEFORMACIJ Z RISB, NAČRTOV ALI KART

mag. Miljenko Lapaine  
Geodetska fakulteta Univerze, Zagreb, Hrvatska  
Prispelo za objavo: 22.7.1994

## Izvleček

Računalniški sistem za odstranjevanje deformacij oziroma za transformiranje vsebine karte v teoretične dimenzije razvija avtor tega prispevka na Geodetski fakulteti Univerze v Zagrebu. Naziv tega sistema je KARTOMATIKA.

**Ključne besede:** Geodetski dan, GIS, homogenost podatkov, izboljšanje kvalitete, karte, načrti, odstranjevanje deformacij, programski paket Kartomatika, Radenci, 1994

## Abstract

A computer system for deformations debugging e.g. for transformation of contents of drawings, plans, or maps into theoretical dimensions is in a process of development at the Faculty of Geodesy, University of Zagreb, Croatia by the author of this paper. The name of the system is CARTOMATICS.

**Keywords:** deformations debugging, Geodetic workshop, GIS, homogeneous data, map, plan, quality improvement, Radenci, software CARTOMATICS, 1994

## 1. UVOD

Temeljne informacije, ki se uporabljajo v vseh tipih današnjih geoinformacijskih sistemov, prihajajo najpogosteje iz tradicionalnih virov: kart in načrtov. Te informacije vstopajo v podatkovno bazo s postopkom, ki se začne z digitalizacijo kart. Običajno zaradi pomanjkanja ustreznega načina shranjevanja in staranja vsebina karte ni več v tisti projekciji, v kateri je bila v trenutku izdelave, ampak je deformirana. Sprememba nosilca kartografske risbe pod vplivom temperature, vlažnosti in staranja se imenuje kartografska deformacija. Vsak, ki je kdajkoli poskušal konstruirati mozaik iz nekaj sosednjih listov, se je soočil s problemom povezovanja sosednjih vrhov. „Najboljša prilagoditev“ pogosto pušča majhne izrezke brez vsebine ali pa prihaja do prekrivanja detajlov. Alternativni pristop obravnave vsakega lista kot enote zase pri digitalizaciji in ujemanje rezultatov digitalizacije s

pomočjo matematike premešča problem vizualne napake na področje transformacij in prilagoditev.

**K**artografsko deformacijo lahko poizkusimo odstraniti tudi s pomočjo posebnih naprav, kot so npr. reprodukcijška kamera ali kartist (Lovrić 1980). Računalniški sistem za odstranjevanje deformacij oziroma transformiranje vsebine karte v teoretične dimenzije, razvija avtor pričujočega prispevka na Geodetski fakulteti Univerze v Zagrebu. Sistem se imenuje KARTOMATIKA. Ta prispevek je nekoliko predelan in dopolnjen referat, ki ga je imel avtor z istim naslovom na 4. mednarodnem srečanju o razvoju in uporabi računalniških sistemov CADFORUM '94 v Zagrebu (Lapaine 1994).

## 2. KARTOMATIKA – NAČIN UPORABE

**D**eformirano karto se lahko posreduje v kateri koli obliki: glede na to, da se odstranjevanje deformacije opravlja z uporabo matematike, bo treba karto pretvoriti v digitalno obliko. Digitalizacijo karte lahko opravi kartomatik ali sam naročnik. Za nadaljno obdelavo je najboljša, čeprav pa ni nujno, pripraviti risbo v obliki AutoCAD-ove DWG ali datoteke DXF. Poleg karte je potreben tudi seznam točk in njihovih teoretičnih koordinat, in sicer za tiste točke, ki morajo imeti po kartomatizaciji popravljene, t.i. zahtevane, zadane ali teoretične koordinate. Za te točke je dobro priložiti navadno skico na papirju, če pa se izdeluje datoteka DWG ali DXF, je zaželeno, čeprav ni nujno, izločiti točke na posebnem sloju (layerju). Ali bodo le-te prikazane s točkami, križci, krogi, trikotnički ali s kakšnimi drugimi znaki, je popolnoma nebitveno. Rezultat kartomizacije je karta brez deformacij v DWG, DXF ali drugem zapisu po izbiri naročnika. Izseki iz štirih načrtov, ki imajo en skupni vrh, so prikazani pred in po kartomatizaciji na priloženih slikah.

## 3. DVIG KAKOVOSTI KATASTRSKIH NAČRTOV – ENA MOŽNIH UPORAB KARTOMATIKE

**S**edaj se izvaja transformacija geodetsko-prostorskega sistema Republike Hrvaške. Ob tem se kažejo slabosti geodetske infrastrukture, pod katero razumemo mrežo geodetskih točk (Kalpić 1994). Grafične informacijske podlage oziroma katastrski načrti pogosto niso ustrezne kakovosti (Berlengi 1992). Npr. obstoječi načrti mesta Zagreba, ki niso reproducirani, se danes uporabljajo za vse potrebe in so edini izvorni grafični podatek, na katerem so vidne vse spremembe. V kakovostnem smislu pa so v glavnem poškodovani – deformirani. Točnost reproduciranih načrtov je odvisna od metode reprodukcije in od materiala, ki se uporablja kot nosilec informacije (Šurina et al. 1993). Po drugi strani pa je znano, da niti najpopolnejša računalniška tehnologija ne more sama zagotoviti nujnih točnih podatkov, če le-ti niso dostopni, ali enoznačno izvedljivi iz podatkov na katerem od klasičnih medijev. Temeljna postavka, ki jo je treba upoštevati in se je zavedati, je dejstvo, da nikakršen informacijski sistem ni dober, če ne uporablja točnih podatkov (Lipovščak et al. 1993).

**A**vstrijski katastrsko-zemljiškooknjižni sistem, na katerega se naš sistem Azgodovinsko navezuje in nadaljuje, čeprav je tudi sam v nenehnem razvoju – je na bistveno višji funkcionalni stopnji kot sistem na Hrvaškem. Zaradi tega se ta

sistem uporablja kot referenčni sistem, v katerem so procesi v veliki meri pravilno strukturirani in definirani (Kalpić 1994).



*Slika 1*

V Avstriji se digitalni načrti lokalno obdelujejo s programom AutoCAD, izmenjujejo pa se na magnetnih medijih v formatu DXF. Posamezni katastrski uradi imajo eno ali več delovnih postaj (PC 486) za obdelavo digitalnih načrtov. Po posameznem delovnem mestu se povprečno letno digitalizira 200 katastrskih načrtov v merilu 1:1 000. V kolikor pa so podlage stari načrti 1:2 880, ki zahtevajo preobrazbo in izboljšanje kakovosti, uspevajo izdelati le okrog 12 katastrskih listov letno.

Pričakovati je, da bo postopek digitalizacije katastrskih načrtov na Hrvaškem dolgotrajen in drag. Treba je upoštevati dejstvo, da bo po doseženi določeni ravni kakovosti digitalnega načrta vsaka nova meritev omogočala nadaljnje izboljševanje (Benning 1992, 1994) ter bo to postopni prehod na mejni kataster, v katerem je točnost podatkov zajamčena. Uporaba današnjih katastrskih načrtov za računalniško

podprte informacijske sisteme zahteva poleg same digitalizacije informacij s karte popolno geometrijsko izboljšavo položajnih podatkov. Ob tem je nujno na najboljši možni način odstraniti nehomogenosti med posameznimi listi karte oziroma med grafično dobljenimi koordinatami in natančnejšimi koordinatami, določenimi z meritvami in izračuni. O homogenizaciji oziroma dvigovanju kakovosti načrtov ali kart ni bilo na Hrvaškem skoraj nič objavljenega, vendar pa obstajajo bogate izkušnje v tujini in so o tem že pisali npr. Haag in Koehler (1986), Sprinsky (1987), Morgenstern (1988), Krummer (1989), Mittelstrass (1989), Benning in Scholz (1990a, b), Kromke (1992), Benning in Vogel-Strinberg (1993). Posebej je treba poudariti disertaciji Winesa (1984) in Terlindena (1993), v katerih je tudi obsežen seznam literature.



Slika 2

Poleg njihove izvirne naloge, kot grafičnega dela katastra nepremičnin, tvorijo katastrski načrti – kot obsežno kartografsko delo v velikem merilu – podlago za številne naloge v zvezi s prostorom; vendar šele računalniško podprti informacijski sistemi nudijo možnost povezovanja teh podatkov prek ustreznih lastnosti in v kombinaciji z njihovo organizacijo in uporabo s posegi na različna področja. Pogoj za

gradnjo takih integriranih informacijskih sistemov je razpolaganje s katastrskimi načrti v digitalni obliki, ki pokrivajo ustrezno območje. Ob tem je treba omeniti, da je sedanja kartografska dejavnost v različnih pogledih heterogena (Morgenstern et al. 1988). Razlogi takega stanja so v procesu nastanka, ki traja zadnja tri stoletja – od davčnega katastra prek lastninskega katastra do modernega večnamenskega katastra. Heterogenost obstoječega stanja je zlasti v naslednjem:

- v vremensko-prostorskem nastanku
- v geodetskem referenčnem sistemu
- v izmeritvenih metodah
- v vrsti okvira karte (karte z okvirom ali brez njega) kot tudi
- v merilu (od 1:250 do 1:5 000).

Za informacijski sistem, ki pokriva območje brez delitve na liste, bo torej potrebna homogena množica podatkov ob enotnem referenčnem sistemu. Zaradi tega je treba ob digitalizaciji izvajati ukrepe, ki imajo kot prednostni cilj pravo obnavljanje karte, t.j. geometrijsko izboljšanje, med drugim tudi z uporabo obstoječih, z meritvami in izračuni določenih natančnejših točkovnih koordinat.

**P**rogramske komponente, ki omogočajo digitalizacijo kart, so vsebovane v univerzalnih grafično-interaktivnih sistemih (npr. ALK-GIAP, GEOLIS, GRADIS 3000, INTERGRAPH, SICAD, SYSTEM 9). Te komponente imajo nekaj skupnega: podpirajo delo z dialogom, s pomožnimi funkcijami kot tudi z obsežnimi interaktivnimi možnostmi korigiranja; vendar pa vsebujejo le rudimentarne oblike možnosti geometrijskega izboljševanja položajnih podatkov. Te možnosti so v bistvu omejene na:

- prilagajanje s pomočjo affine ali polinomne transformacije za območje enega lista
- zamenjavo koordinat brez odstanjevanja odstopanja v okolici teh točk
- realiziranje geometrijskih pogojev samo neposredno ob digitalizaciji.

Te funkcije kljub temu ne ustrezajo zahtevam, ki se postavljajo glede na popolno geometrijsko izboljšanje (Morgenstern et al. 1988):

- ob prilagajanju državnemu sistemu je treba uporabljati informacije vseh točno znanih točk. Šele po popolni digitalizaciji je treba določiti (ob pomoči statističnih tekstov), katere točke se morebiti ne bodo uporabljale kot pridružene točke ob homogenizaciji;
- pri kartah brez roba je treba tudi minimalizirati odstopanja na robovih karte. Ta odstopanja je treba upoštevati ob prilagajanju državnemu sistemu;
- preostala odstopanja pri vseh točnih točkah in pri točkah na robu karte je treba odstraniti lokalno verodostojno, s tem da točnejše koordinate prispevajo k uspešni izboljšavi vseh preostalih točk;
- geometrijski pogoji so bili v postopku digitalizacije zajeti in shranjeni. Njihova realizacija se izvaja kot zadnji korak geometrijske izboljšave v homogenizirano množico podatkov s pomočjo ustrezne izravnave.

Odstranjevanje nehomogenosti pri znanih točkah kot tudi pri robovih karte je treba izvesti z digitaliziranimi točkami s pomočjo posebnih algoritmov za homogenizacijo. S takimi postopki je treba izboljšati skupno geometrijo karte. Na koncu je možno

realizirati tudi posamezne geometrijske pogoje, postavljene na geometrijo karte (npr. premočrtnost, navpičnost, vzporednost, razdalja) z ustreznimi postopki izravnavanja. Od navedenih lastnosti sistem KARTOMATIKA zeankrat vključuje algoritem za odstranjevanje nehomogenosti na podlagi znanih točk. Nadgradnja tega sistema je lahko predmet prihodnje naloge.

#### Literatura:

- Benning, W., 1992, *Ueber die digitale Karte zur dynamischen Koordinate – und was dann?* Zeitschrift fuer Vermessungswesen, Heft 5, 255-265.
- Benning, W., 1994, *The Continuing Problem in Digital Maps. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten*, No. 2, 64-70.
- Benning, W., Scholz, Th., 1990a, *Homogenisierung digitalisierter Katasterkarten mit dem Programmsystem FLASH. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten*, No. 6, 210-219.
- Benning, W., Scholz, Th., 1990b, *Modell und Realisierung der Kartenhomogenisierung mit Hilfe strenger Ausgleichstechniken. Zeitschrift für Vermessungswesen*, Heft 2, 45-55.
- Benning, W., Vogel-Stirnberg, E., 1993, *Die Realisierung der Fortfuehrung der automatisierten Liegenschaftskarte im ALK-GIAP. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten*, No. 2, 45-50.
- Berlengi, G., 1992, *Planiranje i upravljanje prostorom i GIS. CAD Forum '92, Zagreb, Zbornik radova*, 99-104.
- Haag, K., Koehler, G., 1986, *Realisierung geometrischer Bedingungen bei der Digitalisierung von Katasterkarten. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten* 1986, 5, 190-202.
- Kalpić, D., 1994, *Model informatičke infrastrukture katastarsko-zemljišnog sustava Hrvatske. 39. međunarodni godišnji skup KoREMA, Zagreb, Zbornik radova*, 487-490.
- Kromke, E., 1992, *Die Digitale Stadtgrundkarte in Hamburg aus der Sicht eines Kataster- und Vermessungsamtes. Zeitschrift fuer Vermessungswesen*, Heft 8/9, 572-585.
- Kummer, K., 1989, *Das Zahlen- und Kartenwerk im Liegenschaftskataster – Aspekte digitaler Fuehrung. Zeitschrift fuer Vermessungswesen*, Heft 10, 502-513.
- Lapaine, M., 1994, *KARTOMATIKA – kompjutorski sistem za uklanjanje deformacija sa crteža, planova ili karata. CAD Forum '94, Zagreb, Zbornik radova, HR-GIS 14-19.*
- Lipovščak, B. et al., 1993, *Geografski informacijski sustavi. CAD Forum '93, Zagreb, Zbornik radova*, 11-17.
- Lovrić, P., 1980, *Uklanjanje kartografskih deformacija kartistom. Geodetski list*, 7-9, 149-161.
- Mittelstrass, G., 1989, *Anforderungen an graphisches Arbeiten aus der Sicht der ALK. Zeitschrift fuer Vermessungswesen*, Heft 4, 176-189.
- Morgenstern, D. et al., 1988, *Digitalisierung, Aufbereitung und Verbesserung inhomogener Katasterkarten. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten*, No. 8-9, 314-324.
- Sprinsky, W. H., 1987, *Transformation of Positional Geographic Data from Paper-Based Map Products. The American Cartographer*, Vol. 14, No. 4, 359-366.
- Šurina, Z. et al., 1993, *Digitalni model katastra GIS grada Zagreba. CAD Forum '93, Zagreb, Zbornik radova*, 67-72.
- Terlinden, J.G., 1993, *Numerische Verfahren zur geometrischen Verbesserung von Katasterkarten mit der Bayes-Statistik. Heft 22 der Schriftenreihe des Instituts fuer Kartographie und Topographie der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.*
- Wiens, H., 1984, *Flurkartenerneuerung mittels Digitalisierung und numerischer Bearbeitung unter besonderer Beruecksichtigung des Zusammenschlusses von Inselkarten zu einem homogenen Rahmenkartenwerk. Heft 17 der Schriftenreihe des Instituts fuer Kartographie und Topographie der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Kirschbaum Verlag, Bonn.*

(prevod iz hrvaščine: prof. Zlatica Marok)

Recenzija: Irena Kibarovski  
prof.dr. Branko Rojc