

SLOBODNO FORMIRANJE ISJEČAKA KARTOGRAFSKOG PRIKAZIVANJA U PROJEKCIJSKOJ RAVNINI

Mirjanka LECHTHALER, Brankica MALIĆ – Beč, Osijek*

SAŽETAK. U članku je razrađena transformacija pravokutnih koordinata između lokalnih koordinatnih sustava u ravnini konusne ekvivalentne projekcije s dvije standardne paralele, tzv. Albersove projekcije. Uz iste uvjete preslikavanja izložena je mogućnost slobodnog formiranja isječaka kartografskog prikazivanja i time višestruke uporabe geometrijske baze podataka pohranjene u atlas-kartografskom informacijskom sustavu Atlas Ost- und Südosteuropa. Algoritam transformacije koordinata u FORTRAN-u priključen je kao modul kartografskom softveru DIGMAP. U članku je priložen dijagram toga modula.

1. UVOD

Institut za kartografiju i reprodukciju tehniku Tehničkog sveučilišta u Beču (IKR) posjeduje vlastiti softver DIGMAP, koji se zbog svojih karakteristika može smatrati kartografskim informacijskim sustavom (KIS) (Kelnhofer 1994). Oslanjajući se na relacijsku arhitekturu ORACLE banke podataka i grafički softver UNIRAS, procedure spomenutog softvera omogućuju prikupljanje, obradu i pohranjivanje geoprostornih informacija, te njihovu kartografsku obradu i izdavanje u digitalnom, odnosno analognom obliku.

Od kartografskih izvornika izvedenih digitalnim putem u IKR važno mjesto zauzimaju tematske atlasne karte sitnih mjerila. Veliki format karata (715 × 571 mm) ukazuje na goleme količine ulaznih i izlaznih podataka, odnosno geo/kartografskih informacija.

DIGMAP-u nedavno priključen modul za transformaciju koordinata, koji će u nastavku biti opisan, omogućuje preuzimanje geometrije geoobjekata prikazanih u projekcijskoj ravnini bez ograničenja na unaprijed zadanu podjelu u listove. Time je otvoren put višestruke uporabe geometrijske i tematske banke podataka jednog KIS-a (Lechthaler i Pammer, 1994).

* Dr. sc. Mirjanka Lechthaler, Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, TU Wien, A-1040 Wien, Karls gasse 11.

Mr. sc. Brankica Malić, Građevinski fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera, Osijek, HR-31000 Osijek, Drinska 16a.

2. ATLAS-KARTOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAV

Od 1989. IKR i austrijski Ost- und Südosteuropa Institut u Beču rade u okviru višegodišnjeg zajedničkog znanstveno-tehničkog projekta na regionalnim tematskim kartama atlasa Ost- und Südosteuropa (AOS) (Kelnhöfer i Kribbel 1991; Jordan, 1990). Svrha je suradnje bila osnivanje digitalne kartografske banke podataka, tj. KIS-a za prostor južne i jugoistočne Europe, i omogućivanje brzoga prevodenja objekata, aktualnih stanja i pojava geoprostora danih njihovom geometrijom i atributima u kartografsku informaciju. Prevodenje se vrši po zakonima kartografiranja ovisno o zadanom mjerilu prikaza. Pritom se u prvome redu misli na stupanj generalizacije i adekvatno signaturiranje.

Novo državne i nacionalne granice, kao i granice državnih zajednica i time izazvane promjene administrativne mreže, kao posljedica političkih zbivanja, ne samo 90-ih godina, zahtijevaju njihovo brzo ažuriranje jer je na njih najčešće vezan geokodirani sadržaj. U tom relativno velikom kartografskom djelu javlja se potreba regionalnog preuzimanja postojeće geometrije objekata projekcijske ravnine prilikom formiranja listova. S obzirom na tematski sadržaj ti objekti nose u novom isječku geoprostora druge geokodirane atribute. Tako se geo/kartografske informacije mogu višestruko rabiti. Procedure KIS-DIGMAP-a omogućuju, bez dodatne obrade, prijenos geometrijske i geokodirane banke podataka iz postojećeg kartografskog isječaka u novi, te prema potrebi nadopunu daljim topografsko/tematskim informacijama. Jedino ograničenje pri višestrukoj uporabi geometrijske banke podataka je kretanje u jednoj, mjerilom definiranoj projekcijskoj ravnini, zadržavajući (zasada) ista svojstva preslikavanja (konformnost, ekvivalentnost, ekvidistantnost).

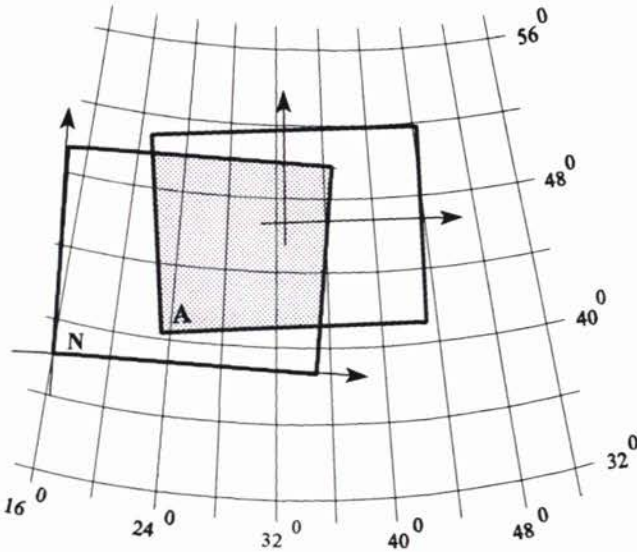
Problemi jedinstvene obrade i vizualiziranja geokodiranih podataka u atlas-KIS-u, prikupljenih u neke druge svrhe i katkada pod različitim kriterijima, nisu predmetom ove obrade, iako su poteškoće koje pritom nastupaju sadržaj mnogih redakcijskih diskusija (Jordan, 1994; Lechthaler, 1996; Helmfried 1996). Prikaz će se ovdje ograničiti na višestruku uporabu geometrijske banke podataka.

3. MODUL TRANSFORMACIJE KOORDINATA KARTOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA DIGMAP

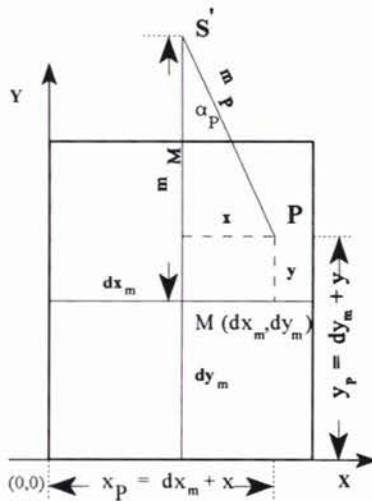
Vektorska geometrija kartografskih objekata u cijelom atlasu AOS vezana na geografsku koordinatnu mrežu prenesena je u ravninu prema zakonima konusne ekvivalentne projekcije po Albersu (Hake, Grünreich 1990), koju karakterizira ekvidistantno preslikavanje dvije standardne paralele. U projektu su konkretno izabrane paralele $\varphi_1 = 42^\circ$ i $\varphi_2 = 52^\circ$ sjeverne geografske širine, što za preslikavanje istočne i jugoistočne Europe u cijelom isječku karte izaziva neznatne deformacije kuteva i dužina. One se u zadanim sitnim mjerilima karata atlasa praktički mogu zanemariti. Konstrukcija geometrije geografske mreže provedena je DIGMAP modulom GEONET (Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt/Main), za što su bili poznati sljedeći parametri: mjerilo preslikavanja, položaj projekcijske ravnine, standardne paralele, središnja točka karte zadana geografskim koordinatama, gustoća geografske mreže i format okvira karte.

Isječak kartografiranja jedne atlasne karte u Albersovoj projekcijskoj ravnini definiran je geografskim koordinatama središnje točke područja preslikavanja i formatom okvira karte, paralelnim s preslikanim meridijanom kroz središnju

točku (slika 1). Digitalna geometrija karte u vektorskom obliku odnosi se na lokalni pravokutni koordinatni sustav, koji je u nekih karata vezan na središnju točku ili na lijevi donji ugao okvira karte. Na slici 2 dana je veza pravokutnih koordinata lokalne geometrije karte s pravokutnim projekcijskim koordinatama središnje točke karte, koja je ujedno i pol preslikavanja u Albersovoj projekciji.

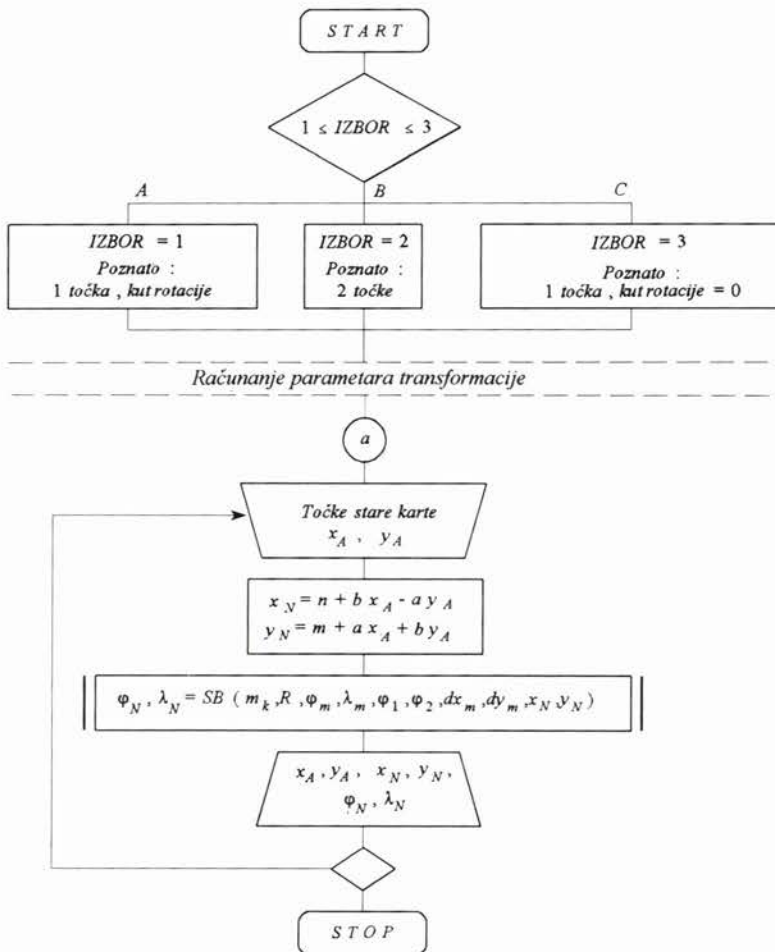


Slika 1. Prikaz slobodnog formiranja listova karata u projekcijskoj ravnini.



Slika 2. Veza lokalne geometrije karte s pravokutnim koordinatama u Albersovoj projekcijskoj ravnini.

Uklopiti već jednom prikupljenu geometriju prostornih objekata u novi isječak kartografskog prikazivanja znači, iz gore danih uvjeta konstrukcije okvira, a time i lokalnih koordinata kartografskih objekata, provesti transformaciju koordinata u zadanoj Albersovoj projekcijskoj ravnini. Drugim riječima, potrebno je geometriju stare karte prenijeti u lokalni koordinatni sustav nove karte. Prema položaju središnjih točaka karata razlikuju se po zakonima analitičke geometrije u ravnini dva slučaja (slika 3), translacija i rotacija ili samo translacija točaka. Promjena položaja točaka izazvana translacijom i/ili rotacijom bez promjene mjerila poseban je slučaj Helmertove transformacije, naime transformacije po sličnosti ili linearne konformne transformacije.

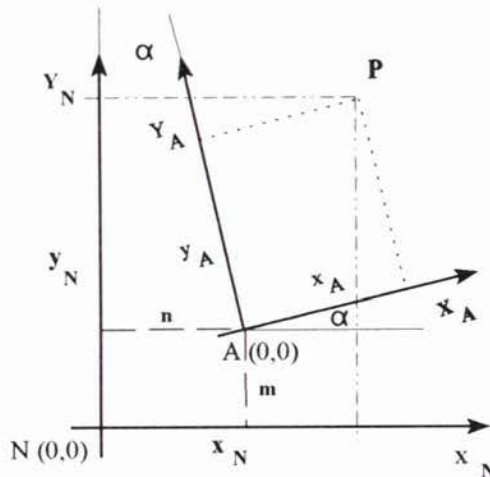


Slika 3. Transformacija koordinata detaljnih točaka karte (A, B: translacija i rotacija, C: translacija) na temelju izračunanih parametara transformacije u određenoj projekciji te određivanje njihovih geografskih koordinata.

3.1. Translacija i rotacija točaka u novoj karti

Za transformaciju koordinata lokalnoga koordinatnog sustava stare karte X_A, Y_A u lokalni koordinatni sustav nove karte X_N, Y_N (slika 1) potrebno je poznavanje kuta rotacije α i koordinata translacije m i n novog ishodišta u odnosu na staro (slika 4). Pritom je $\alpha = \Delta\lambda \cdot k_1$ ($\Delta\lambda = \lambda_N - \lambda_A$) razlika geografskih duljina središta nove i stare karte u projekcijskoj ravnini. Često u praksi nisu poznate pravokutne koordinate translahiranog ishodišta pa se parametri transformacije moraju odrediti iz drugih poznatih elemenata, primjenjujući pri njihovu određivanju među ostalim i osnovni kartografski zadatak u Albersovoj projekcijskoj ravnini (Lechthaler, Malić 1996).

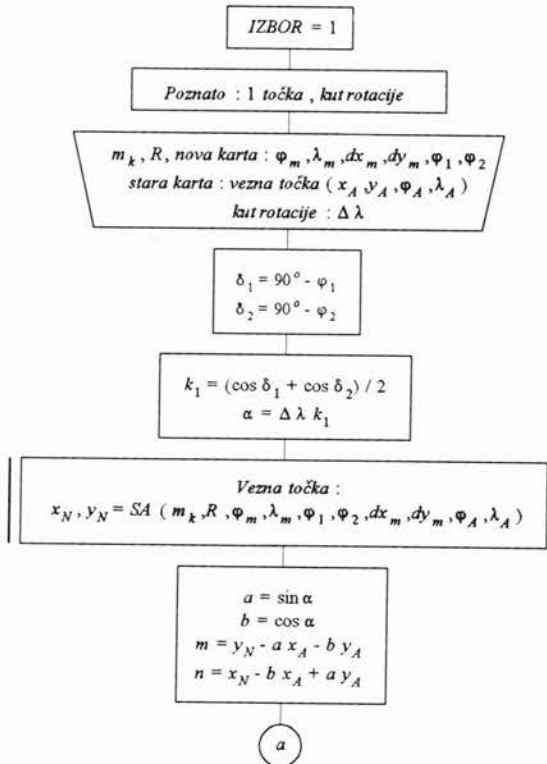
$$\begin{aligned}x_N &= n + x_A \cos \alpha - y_A \sin \alpha, & a &= \sin \alpha, & x_N &= n + bx_A - ay_A \\y_N &= m + x_A \sin \alpha + y_A \cos \alpha, & b &= \cos \alpha, & y_N &= m + ax_A + by_A\end{aligned}$$



Slika 4. Elementi transformacije koordinata iz stare u novu kartu.

3.1.1. Točka i kut rotacije kao poznati elementi za računanje parametara transformacije

Na slici 5 prikazan je dijagram toka određivanja parametara Helmertove transformacije m, n iz pravokutnih i geografskih koordinata jedne poznate (vezne) točke u staroj i novoj karti te kuta rotacije koordinatnog sustava nove u odnosu na koordinatni sustav stare karte. Poznata je točka konkretno bila središnja točka stare karte zadana svojim geografskim koordinatama φ_A, λ_A . Njezine pravokutne koordinate u novoj karti dobivene su osnovnim kartografskim zadatkom u Albersovoj projekciji na temelju poznatih veličina: mjerila karte m_k , polumjera Zemlje R , geografskih koordinata središnje točke nove karte φ_m, λ_m , njezina položaja s obzirom na zadani okvir karte dx_m, dy_m , kuta rotacije α u projekcijskoj ravnini, standardnih paralela φ_1, φ_2 i geografskih koordinata poznate točke u staroj karti φ_A, λ_A . Nakon određivanja parametara transformacije prelazi se na transformaciju geometrije objekata stare karte u lokalni koordinatni sustav nove karte (slika 3).



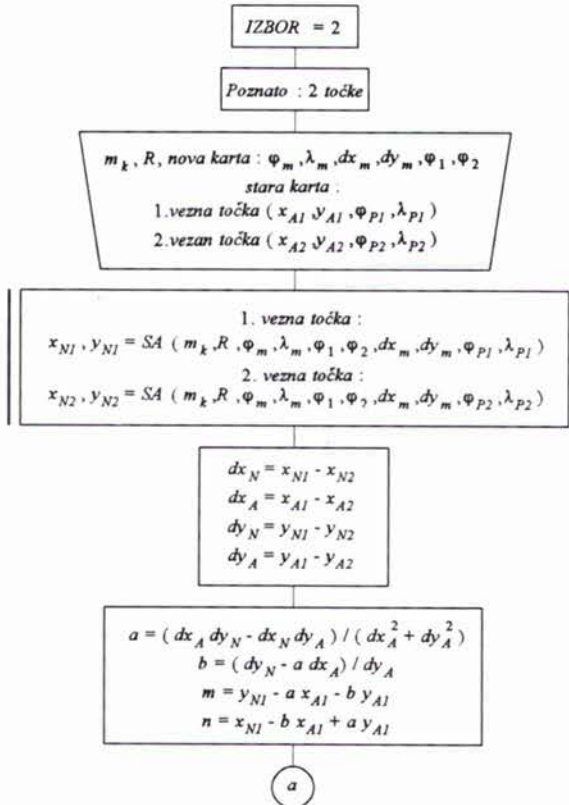
Slika 5. Jedna točka i kut rotacije kao poznati elementi transformacije.

3.1.2. Dvije točke kao poznati elementi za računanje parametara transformacije

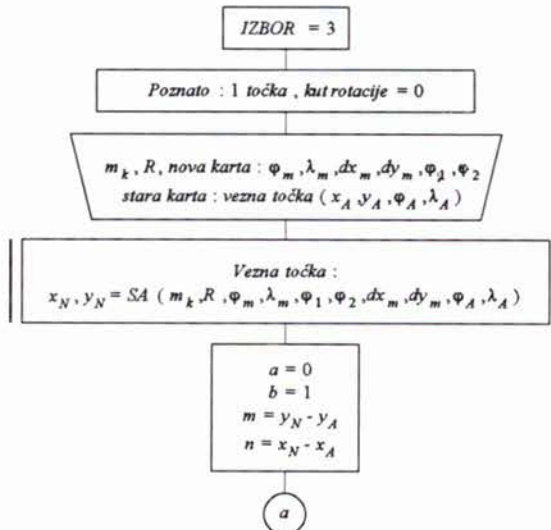
Na slici 6 prikazan je dijagram toka određivanja parametara transformacije a , b , m , n iz pravokutnih i geografskih koordinata dviju poznatih točaka u staroj i novoj karti. Budući da je kut rotacije nepoznat, moraju se veličine a i b izračunati isključivo iz koordinata poznatih točaka u oba sustava – što pomalo komplicira algoritam. Osnovnim se kartografskim zadatkom u Albersovoj projekciji dobiju nepoznate pravokutne koordinate veznih točaka u novoj karti. Transformacijom koordinata u istoj – Albersovoj projekcijskoj ravni dobiju se pravokutne koordinate točaka kartografskih objekata u lokalnom koordinatnom sustavu nove karte (slika 3).

3.2. Translacija točaka u novoj karti

Na slici 7 prikazan je dijagram toka određivanja parametara transformacije a , b , m , n iz pravokutnih i geografskih koordinata jedne vezne točke u staroj i novoj karti. U tom slučaju kut rotacije koordinatnog sustava stare karte u odnosu na koordinatni sustav nove karte iznosi nula, naime $a=0$, $b=1$. Postoji dakle samo translacija sustava. Osnovnim kartografskim zadatkom u Albersovoj su projekciji određene pravokutne koordinate vezne točke u novoj karti. Transformacijom se dobiju u projekcijskoj ravni pravokutne koordinate ostalih točaka definiranih u lokalnom koordinatnom sustavu nove karte (slika 3).



Slika 6. Dvije točke kao poznati elementi za transformaciju koordinata.



Slika 7. Jedna poznata točka i rotacijski kut jednak nuli kao elementi za transformaciju koordinata.

4. ZAVRŠNA RAZMATRANJA

Algoritmi osnovnog i inverznog kartografskog zadatka u Albersovoj projekciji (slike 3, 5, 6 i 7) primjenjivani u spomenutom modulu za transformaciju koordinata opisani su u Lechthaler i Malić (1996).

Na skeletnu geometriju vezanu za zadano mjerilo, koja sadrži kartografske objekte stare karte i na njih priključenu geometriju nove karte, softverskim modulima DIGMAP-a provedeno je kompleksno signaturiranje adekvatno tematskom sadržaju atlasa, koje zadovoljava visokim zahtjevima kartografskog oblikovanja (Kelnhöfer i dr., 1995).

Slobodno formiranje listova karata spomenutog atlasa u projekcijskoj ravnini, što uključuje prikazanu transformaciju koordinata, provedeno je uz zadržavanje istog mjerila preslikavanja u staroj i novoj karti. Softver DIGMAP nema ugrađen modul za automatski podržane korake kartografske generalizacije, koji bi omogućio prevođenje geometrije u sitnija mjerila. U mnogobrojnoj se kartografskoj literaturi dandanas ne nalaze rješenja kompleksne problematike kartografske generalizacije, koja bi se morala provesti pod istim uvjetima i simultano za sve kartografske objekte jednog isječaka kartografskog prikaza (Mackaness 1991, Mark 1991, Rhind 1993, Grünreich 1993, Kelnhöfer 1994...).

5. ZAKLJUČAK

Modul transformacije pravokutnih koordinata u Albersovoj projekcijskoj ravnini, priključen nedavno softveru KIS-a DIGMAP, omogućava slobodno formiranje listova karata u projekcijskoj ravnini. Time je ne samo pružena mogućnost preuzimanja postojeće geometrije kartografskih objekata (u vektorskom obliku), već i na njih vezanih atributa tematskog i grafičkog modeliranja geografskog prostora. Na taj je način otvoren put višestruke uporabe baznih podataka pohranjenih u KIS-u. Opisani je modul bio uključen u obradu karata atlasa Atlas Ost und Südosteuropa gdje su, kao u jednom periodikumu (Jordan, 1994), prikazani različiti isječci južne i jugoistočne Europe.

LITERATURA

- Grünreich, D. (1993): Stand der Forschung und Entwicklung in der digitalen Kartographie – ein Überblick. Kartographischen Schriften, B. 1, S. 10–22. Kirschbaum Verlag Bonn.
- Hake, G., Grünreich, D. (1990): Kartographie. W. De Gruyter, Berlin, New York.
- Helmfried, S. (1996): Nationalatlanten in den Nordischen Ländern. Kartographische Nachrichten, 46, 1, 1–5.
- Jordan, P. (1990): A Series of Thematic Maps on Easter and Southeastern Europe – A New Breed of Atlases of a Larger Geographic Region, Internationales Jahrbuch für Kartographie, XXX, 63–69.
- Jordan, P. (1994): Die redaktionelle Arbeit an einer internationalen Kartenserie – Besonderheiten und Probleme. Kartographische Nachrichten, 43, 3, 96–104.
- Kelnhöfer, F. (1994): Kartographisches Informationssystem von Österreich (OE-KIS) im Maßstab 1:1 000 000. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation, 1 + 2, 71–80.
- Kelnhöfer, F., Kribbel, J. (1991): Atlas Ost- und Südosteuropa. Geowissenschaftliche Mitteilungen 39, 65–79.

- Kelnhofer, F., Lechthaler, M. (1994): DIGMAP – Digitales kartographisches Informations- und Originalisierungssystem. *Kartographische Nachrichten* 44, 1994, 6, 209–219.
- Lechthaler, M. (1996): Raumbezogene Informationen am Wege der kartographischen Visualisierung. *Kartografski kongres '96: Kartographie im Umbruch – neue Herausforderungen, neue Technologien*, Interlaken/Švicarska, 297–307.
- Lechthaler, M., Malić, B. (1996): Albersova ekvivalentna konusna projekcija. *Geodetski list*, primljeno srpanj 1996.
- Lechthaler, M., Pammer, A. (1994): Multifunctional Geometry Database for Cartographic Application? *EUROCATO XII Copenhagen 1994*, XIX 1–10.
- Mackaness, W. A. (1991): Integration and Evaluation of Map Generalization. In: Buttenfield, B. P., McMaster, R. B. (1991): *Map Generalization- Making Rules for Knowledge Representation*, 217–226, John Wiley a. Sons, New York.
- Mark, M. D. (1991): Object Modelling and Phenomenon-based Generalization. In: Buttenfield, B. P., McMaster, R. B. (1991): *Map Generalization- Making Rules for Knowledge Representation*, 103–118, John Wiley a. Sons, New York.
- Rhind, D. (1993): Mapping for the New Millenium. 16. *International Cartographic Conference*; 42. *Deutscher Kartographentag*. Köln, *Proceedings* 1, 3–14.
- Schmidt, C. (1994): Stand der Entwicklung eines Programmsystems zur automatischen Generalisierung von Gebäuden und Verkehrswegen. *Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen*, R. 1, H. 108, 159–177.

FORMING FREEFALL UP THE MAP SHEET IN THE PROJECTION PLANE

This article describes the transformation of rectangular coordinates between local map coordinate systems in the plane of equivalent conical projection with two standard parallels – Albers projection. This recorded issue allows, with the same projection-characteristic, forming freefall up the map sheet and the multiple use of geometry data base stored in a atlas cartographic informationsystem – Atlas of Eastern and Southeastern Europe. The coordinatetransformation algorithm in FORTRAN language is added to the cartographic software DIGMAP. The article contains the workflow diagram of the program.

Primljeno: 1996–03–27