

DIGITALNI MODEL RELIEFA EVROPE

Slavko Pečnik

Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FAGG, Ljubljana

Prispelo za objavo: 1994-09-15

Pripravljeno za objavo: 1995-03-30

Izvleček

Kot preizkus vzpostavitve baze podatkov za regionalni digitalni model reliefa (DMR) je v okviru diplomske naloge na FAGG-u, Oddelek za geodezijo, nastal idejni projekt Digitalni model reliefa Evrope. Na območju velikosti $8^{\circ} \times 12^{\circ}$ (v naravi 890×840 km) je bil zajet in generiran DMR s kvadratnim gridom $5' \times 5'$ (pri geografski širini $\varphi = 44^{\circ}$ znaša približno $9,3 \times 6,7$ km). Osnovni grid se je v procesu generiranja DMR-ja zgostil do poljubne, smiselne vrednosti, kot ga narekuje značaj dela v malih merilih, npr.

1:1 000 000. Rezultat idejnega projekta Digitalni model reliefa Evrope pa je vzpostavitev digitalne baze podatkov za območje, ki je pokrito s štirimi modeli in izdelava aplikacije z naslovom Aksonometrični prikaz modelov s programskim paketom SCOP.

Ključne besede: digitalni model reliefa Evrope, Geodetski dan, modificirana polikonusna projekcija, Radenci, SCOP, 1994

UVOD

DMR je računalniško podprt prikaz zemeljskega površja, ki si tudi v slovenskem prostoru utira pot na vse pomembnejše mesto. Uporabnost DMR-ja skoraj ne pozna meja in je v veliki meri odvisna od potreb in zahtev uporabnika. V zgodnji fazi razvoja DMR-ja so razvijali lokalne DMR-je, ki pokrivajo manjša, povsem lokalna območja. V novejšem času pa se pojavlja težnja vzpostavitve digitalne baze podatkov regionalnega DMR-ja, s katero bi bila zajeta območja velikih dimenzij. Pri tem so uporabljali kartografske vire velikih meril ter gride reda velikosti od 30×30 m (izdelan v ZDA) pa vse tja do 230×230 m (izdelan za severno Italijo). Za Slovenijo sta bila vzpostavljena DMR-ja s kvadratnim gridom 100×100 m in 500×500 m, ki sta medsebojno združljiva.

V prispevku so predstavljeni kartografski vir in njegove matematične lastnosti, potrebne za oblikovanje DMR-ja. V nadaljevanju bodo predstavljeni modificirana polikonusna projekcija in matematični elementi DMR-ja na testnem območju ter metoda zajemanja vhodnih podatkov. Za predstavitev vzpostavljene digitalne baze podatkov je izbrana aplikacija Aksonometrični prikaz modelov, ki jo omogoča programski paket SCOP.

KARTOGRAFSKI VIR IN NJEGOVE MATEMATIČNE LASTNOSTI

Na V. mednarodnem kongresu geografov v Bernu leta 1891 so na predlog avstrijskega geografa in profesorja Dunajske univerze Albrechta Pencka sprejeli pobudo o izdelavi mednarodne karte sveta (MKS) v merilu $M=1:1\ 000\ 000$, za katero so na naslednjih konferencah določili naslednjo matematično osnovo:

- velikost lista
 - listi zajemajo površino 4° po geografski širini in 6° po geografski dolžini, možnost spajanja listov (London, 1909)
- kartografska mreža
 - poldnevnik in vzporednik se prikazujejo za vsako stopinjo (London, 1909)
- projekcija
 - projekcija karte mora izpolnjevati te zahteve:
 - poldnevnik se prikazujejo kot ravne črte
 - vzporednik predstavljajo dele ekscentričnih krožnic
 - deformacija nosilnega materiala (papir) preprečuje izdelavo konformne ali ekvivalentne projekcije

Izmed razpoložljivega kartografskega materiala je bila za izdelavo idejnega projekta izbrana mednarodna karta sveta v merilu $1:1\ 000\ 000$ v modificirani polikonusni projekciji.

MODIFICIRANA POLIKONUSNA PROJEKCIJA

Projekcija izhaja iz modifikacije proste ameriške polikonusne projekcije z naslednjimi lastnostmi:

- robni vzporedniki vsakega lista so loki ekscentričnih krožnic s središčem v podaljšku srednjega poldnevnik
- linearno projekcijsko merilo vzdolž vzporednikov je enako $n=1$
- vsi poldnevnik se preslikajo kot premice
- srednji poldnevnik se skrajša za vrednost $s=0,271 \cos^2 \varphi$ (v milimetrih), poldnevnik na oddaljenosti $\pm 2^\circ$ od srednjega poldnevnik pa se preslikata brez deformacij, $m=1$
- kartografska mreža se računa na 1° .

Konstrukcija kartografske mreže

Konstrukcija mreže poldnevnikov in vzporednikov na posameznem listu temelji na pravokotnih koordinatah značilnih presekov 1° mreže, za katero je značilna simetrija glede na srednji poldnevnik.

Koordinatni sistem

Koordinatni sistem je določen na podlagi znanih pravokotnih koordinat značilnih presekov stopinjske mreže in znane dolžine srednjega poldnevnik, skrajšanega za ustrezno vrednost. Koordinatni začetek vsakega lista je v sečišču srednjega poldnevnik in južnega vzporednik.

MATEMATIČNI ELEMENTI MODELA IN VSEBINA

Glede na razpoložljiv kartografski vir in njegove matematične lastnosti je bila sprejeta kompromisna rešitev, da naj za potrebe izdelave diplomske naloge vsak list predstavlja neodvisen model, kar je tudi značilnost modificirane polikonusne projekcije. Tako so bili oblikovani štirje neodvisni modeli, ki se po potrebi lahko v poljubni projekciji spojijo v en model. Izbrane karte za izdelavo idejnega projekta zajemajo območje velikosti $8^{\circ} \times 12^{\circ}$, kar v naravi predstavlja ozemlje velikosti približno 890×840 km.

Koordinatni sistem modela

Pravokotni koordinatni sistem je oblikovan, kot to zahteva pravilnik o izdelavi karte, z dodatno komponento "Z" predstavlja relativno orientiran model z natančno določenimi koordinatami presekov geografske mreže.

Merilo in enote modela

Vse koordinate točk presekov (y, x) so bile izračunane z natančnostjo $1/1\ 000$ mm v merilu karte $M=1:1\ 000\ 000$. To je utemeljeno z dejstvom podane natančnosti vhodnih podatkov za projekcijo, ki so navedeni v tablicah. Istočasno pa te vrednosti v naravi predstavljajo enoto enega metra. Koordinata "Z" je bila ocenjena z natančnostjo enega metra v naravi. S tem se vzpostavi relacija iste natančnosti in istih merskih enot za pozicijsko in višinsko predstavitev zajetih podatkov.

Kartografska mreža

Osnovna kartografska mreža projekcije je stopinjska mreža, ki je zgoščena do gostote petih ločnih minut ($5'$). Opisana gostota mreže predstavlja najmanjšo razdaljo med prerezi, ki služijo kot metoda zajemanja vhodnih podatkov. Ta razdalja v naravi predstavlja red velikosti približno 9 kilometrov, v odvisnosti od φ in λ . Hkrati je to tudi gostota zajetega DMR-ja, ki ga lahko v okviru programa SCOP dodatno zgotimo. Pravokotne koordinate presekov kartografske mreže, v nadaljevanju besedila točk profilov (y, x), so bile izračunane na podlagi vhodnih podatkov projekcije z uporabo linearne interpolacije. Višinska komponenta "Z" pa se interpolira iz kartografskega materiala s pomočjo predhodno izdelane prosojnice točk profilov.

Vsebina zajemanja

Geografska vsebina, ki je element karte in potrebna za vzpostavitev baze zajetega digitalnega modela reliefa, je razdeljena v dve skupini:

- osnovno skupino zajetih podatkov predstavljajo tako imenovani točkovni elementi:
 - oslonilne točke
 - točke prerezov
 - višinske točke, podane s koto,

- dodatno skupino predstavljajo tako imenovani linijski elementi, ki v primeru zaprtega tipa poligona predstavljajo ploskovni element:
 - morska linija celine
 - jezerska linija
 - morska linija otoka.

METODE ZAJEMANJA

Osnovna ideja zajemanja podatkov je v ločenem izračunu pozicijskih koordinat (y, x) točk po prerezih enakih geografskih širin na eni strani ter ročnem zajemanju komponente "Z" identičnih točk na drugi strani, kar je posledica neobstoja oz. nedostopnosti založniških originalov, ki bi omogočali drugačne metode zajemanja. S tem je mišljeno predvsem skeniranje podlag in kasnejša avtomatska oz. polavtomatska vektorizacija rastrske slike. Ta metoda predstavlja najbolj enostavno obliko posrednega zajemanja in s tem analogno/digitalne pretvorbe podatkov, ki se zajemajo iz kartografskega vira. Metoda dela, pogojena z dostopnim kartografskim virom, je narekovala izdelavo računalniškega programa, ki rešuje problem zajemanja oz. izračuna pozicijskih koordinat zajetih točk po prerezih.

APLIKACIJA AKSONOMETRIČNI PRIKAZ MODELOV

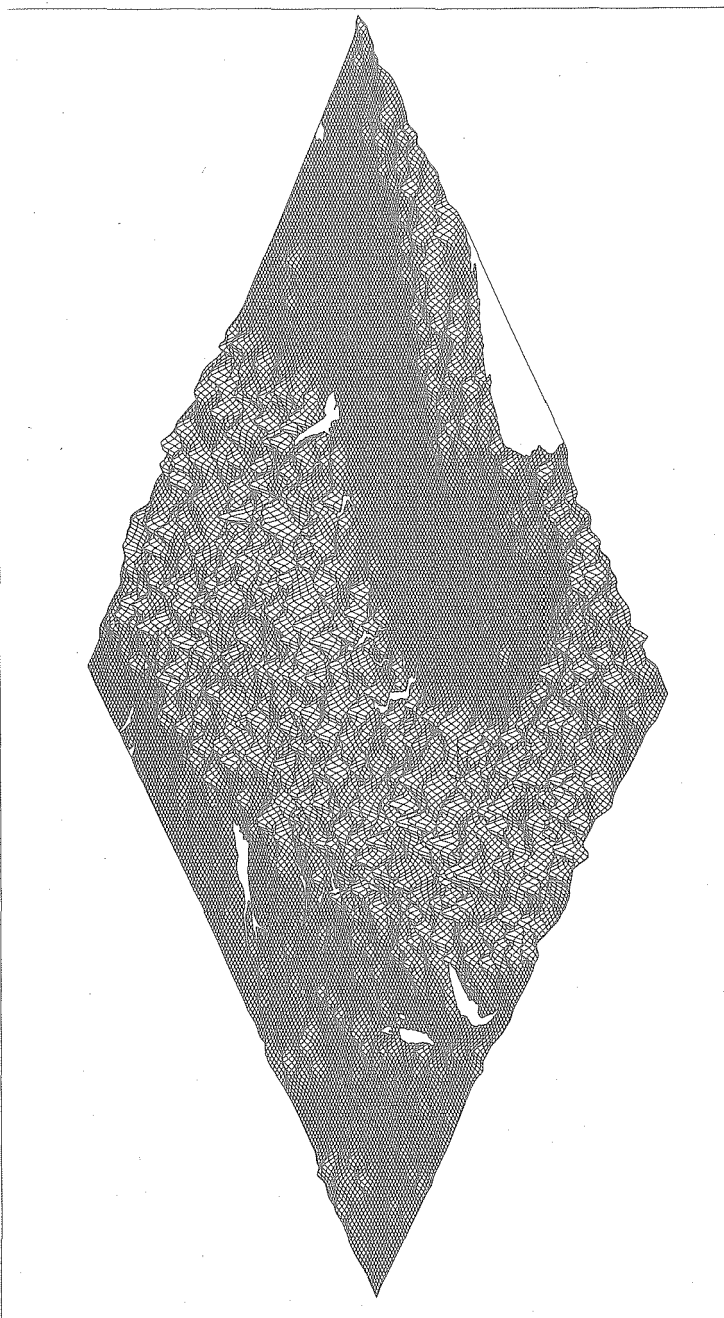
Za navedbo meja generiranja DMR-ja in s tem aksonometričnega prikaza služijo izračunane koordinate oslonilnih točk in poznavanje razporeditve oslonilnih točk. V fazi poskusnih obdelav je bilo ugotovljeno, da je treba višinsko komponento "Z" zajetih točk v primerjavi z dolžino povečati za faktor, ki omogoča realni prikaz reliefa. Za potrebe izdelave aksonometričnega prikaza je bil izbran multiplikacijski faktor vrednosti $Z=5$, kar pomeni povečanje višin za petkratno vrednost vhodnih podatkov. Zajeti kvadratni grid DMR-ja je bil dodatno zgoščen z gridom, ki v naravi predstavlja velikost $2\,500 \times 2\,500$ m, na karti v merilu $M=1:1\,000\,000$ pa znaša 2,5 mm. S tako izbranim gridom in izborom zvončaste krivulje kot bazne funkcije je bil generiran DMR za celotno območje. Z izborom bazne funkcije je bil DMR glajen, kar v praktičnem smislu pomeni zaobljenje vseh prehodov.

Modul SCOP.PERSPECT omogoča izdelavo aksonometričnih prikazov s poljubno izbranim pogledom na obravnavani model. Del teh rezultatov je viden v prilogi. Aksonometrični prikaz je le ena izmed možnosti uporabe digitalne baze podatkov DMR-ja, ki je bila vzpostavljena v procesu izdelave diplomske naloge Digitalni model reliefa Evrope.

Literatura:

- Dovedan, Z., *Fortran 77*: Ljubljana, 1988
- Jovanović, V., *Matematička kartografija*. Beograd, VGI, 1983
- Novak, T., *Primerjalna analiza uporabe programskega paketa SCOP s sorodnimi programskimi paketi*. Diplomsko naloga. FAGG OGG, Ljubljana, 1993
- Peterca, M. et al., *Kartografija*. Beograd, VGI, 1974
- Peterca, M., Colović, G., *Geodetska služba JNA*, Beograd, 1987, št. 21, poglavje 5
- Rihtaršič, M., Fras, Z., *Digitalni model reliefa. 1. del: Teoretične osnove in uporaba DMR*. Ljubljana, 1991
- SCOP, *Product Information*. Dunaj, Technical University Vienna, Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, 1992
- SCOP, *To Create and Apply Digital Elevation Models. User Manual*. Dunaj in Stuttgart, 1992

AKSONOMETRIČNI PRIKAZ modela 305 (pogled proti SV)



Aksonometrija modela MOD305

<i>nomenklatura lista</i>	<i>L32</i>
<i>smer pogleda</i>	<i>iz JZ proti SV</i>
<i>območje modela</i>	<i>levo spodaj: JV del Francije levo zgoraj: SV del Francije sredina zgoraj: J del Nemčije desno zgoraj: Z del Avstrije osrednji del: Švica in S del Italije sredina spodaj: Genovski zaliv</i>

*Recenzija: Matjaž Ivačič
dr. Drago Perko*