

**Radenko Višnjić,**  
major  
Vojna akademija VJ,  
Beograd

## DIGITALNI MODEL RELJEFA

UDC: 528.2+528.932:681.32.004

### Rezime:

Digitalni model reljefa (DMR) jeste skup podataka o prostornostrukturnom modelu kopna Zemljine površi, izražen u digitalnom obliku. Predstavlja podskup prostornih i geoinformacionih sistema i jedan je od modela digitalnog modela terena (DMT), koji obuhvata različite digitalne modele Zemljine kore i atmosfere. DMR se koristi za određivanje, proučavanje i procenjivanje osobina Zemljine površi — za civilne i vojne potrebe. U geodeziji ima višestruku primjenu, a najznačajnija je za određivanje geoida: fizičku »realnost« gravitacionog polja Zemlje i referentnu površ za nadmorske (ortometrijske) visine — altitude. Nadmorske visine imaju isključivu primjenu pri korišćenju globalnog sistema pozicioniranja (GPS) i geocentričnog opšteg Zemljinog elipsoida (npr. WGS 84). Primjenom DMR i tehnike brzih Fourierovih transformacija računaska efikasnost određivanja geoida je desetostruko veća, u odnosu na klasične postupke numeričke integracije, uz mogućnost korišćenja velikog skupa podataka, sa višestrukam namjenom. Članak prezentira osnovne pojmove o digitalnom modelu reljefa, njegovom formiranju, analizi i mogućnostima primjene.

*Ključne riječi:* digitalni model reljefa, metode prikupljanja podataka, raspored referentnih tačaka, veličina DMR, analiza i predstavljanje DMR.

## DIGITAL MODEL OF RELIEF

### Summary:

Digital Model of Relief (DMR) is a data set of space-structural model of the continental part of the Earth surface, presented in a digital form. It is a subset of spatial and geoinformation systems and presents one of the models of Digital Terrain Model (DTM) which includes different digital models of the Earth crust and the atmosphere. DMR is used for determining, studying (researching) and estimating features of the Earth surface for both military and civilian purposes. It has a multiple application in geodesy amongst which determination of geoid; physical »reality« of gravity Earth field and determination of the reference surface for orthometric heights-altitudes are of the greatest significance. Orthometric heights are mainly used for applying GPS as well as the common Geocentric Earth Ellipsoid (WGS-84). By applying DMR and Fast Fourier Transform Technique (FFT) it is a possible to determine geoid ten times more efficient with regard to classical approaches of numerical integration, with possibility of using a large group of data that have broad application. Fundamental terms of DMR, its composition, analysis and the possibility of its application are treated in the paper.

*Key words:* digital model of relief, methods of collecting data, distribution of referent points, size of DMR, analysis and presentation of DMR.

## Uvod

Reljef kopnenog dijela Zemljine kore je odstupanje fizičke Zemljine površi od površi geoida.

Geoid je ekvipotencijalna površ polja sile Zemljine teže, koji se može aproksimirati srednjim nivoom svjetskog mora. Formira referentnu površ za ortometrijske (nadmorske) visine (altitude), koje su metrički ekvivalent razlike geopotencijala geoida i nivoske površi tačke na fizičkoj Zemljinoj površi. Nadmorske visine se koriste gotovo isključivo za primjenu globalnog sistema pozicioniranja (Global Positioning System — GPS).

GPS ima sve veći značaj za civilne i vojne potrebe, i uključen je u gotovo sve oblasti mjerenja položaja tačaka u odnosu na svjetski geocentrički referentni elipsoid (WGS 84 — World Geodetic System 1984), zbog čega je povećan značaj tačnog određivanja geoida i primjene ortometrijskih visina. Tačno određivanje geoida, za datu vremensku epohu, može se izvršiti: astro-geodetskom i gravimetrijskom metodom, kombinovanjem geopotencijalnog modela (GPM) Zemlje, anomalija sile teže, digitalnog mode-

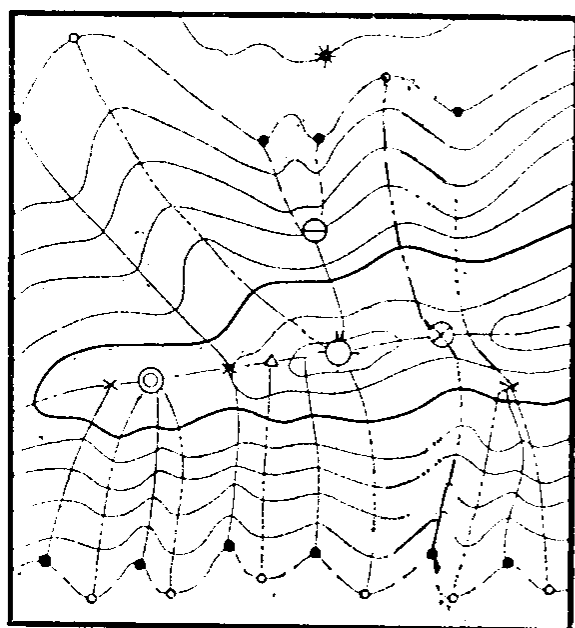
la reljefa i digitalnog 2D ili 3D modela gustina Zemljine kore. DMR ima veliki značaj za određivanje geoida, jer je moguća, najmanje, trostruka primjena: za određivanje anomalija sile teže; za određivanje lokalnog uticaja mase Zemljine kore na mjerene vrijednosti, i u kombinaciji sa digitalnim modelom gustina, za geološku redukciju mjerenih vrijednosti ubrzanja sile teže po intenzitetu i pravcu [3].

Primjena DMR u vojsci jeste kombinacija svih ostalih oblasti primjene [8].

Zemljište je jedna od najvažnijih komponenti vojnog okruženja, na lokalnom i regionalnom nivou. Primjena DMR u vojsci uključuje analizu teritorije izvođenja planiranih borbenih dejstava, sličnom metodologijom kao u civilnom inženjerstvu. Analiza teritorije pomoću DMR je višenamjenska i obuhvata analizu: međusobnog do-gledanja, mogućnosti korišćenja borbene i neborbene tehnike, mogućnost razvijanja sistema veze, i sl.

DMR je važan geotopografski materijal (GTM) za potrebe Vojske Jugoslavije [10], i značajan dio prostornih informacionih sistema (PIS) i komandno-informacionih sistema (KIS).

### Strukturne tačke i linije



○	vrh	— — — — —	vododjelnica prvog reda
⊗	sedlo	— — — — —	vododjelnica drugog reda
⊙	čvorna tačka	— — — — —	vodoslivnica prvog reda
⊖	razvodno-vodoslivn.	— — — — —	vodoslivnica drugog reda
*	dolinska tačka	— — — — —	linija podnožja
△	vododjelnička tačka		
x	vododjelničko-vodoslivnička		
●	podnožno-vodoslivnička		
○	podnožno-vododjelnička		

Sl. 1 — Prostorno-strukturni model reljefa

Skup podataka o prostornoj strukturi Zemljine površi (slika 1), izražen u digitalnom obliku jeste digitalni model reljefa (DMR). Na Zapadu je više u upotrebi termin digitalni model terena (DMT) (Digital Terrain Model — DTM) koji ima šire značenje [8] ili digitalni model visina (DEM) — Digital Elevation Model), dok se u ruskoj literaturi upotrebljava termin numeričko predstavljanje reljefa (ЦПП — Цифрованное представление рельефа [5]).

Po svom sadržaju DMR predstavlja dio prostornih informacionih i geoinformacionih sistema (GIS) i odlučujuće utiče na njihovu upotrebljivost i efikasnost primjene za opšte, naučne, praktične i vojne potrebe. Zbog toga se DMR ubraja u podsisteme PIS i GIS, i obuhvata: prikupljanje, uređivanje-organizovanje, modelovanje, memorisanje, analiziranje, korišćenje i grafičko i alfanumeričko — klasično i savremeno — predstavljanje podataka o reljefu, ili podataka — funkcionala dobijenih na osnovu njihovog korišćenja: automatizovano računanje površina i zapremina reljefa; automatizovano sjenčenje predstavljenog reljefa; automatizovana izrada modela za reljefne karte; izrada karata nagiba terena; interpolacija izohipsi; određivanje podužnih i poprečnih profila; određivanje i popravke putanje vođenih i samonavedenih raketa; dobijanje perspektivnih trodimenzionalnih (3D) prikaza reljefa, i sl.

DMR je organizovan sistem podataka o reljefu Zemljine površi, odnosno površi Zemljine kore (litosfere).

Tipovi podataka DMR su:

- geometrijski podaci (vektorski, rasterski),
- grafički podaci (vektorski, rasterski),
- sintaksičko-semantički podaci (opisni atributi, sistem uslovnih znakova za reljefne oblike, i sl.).

## Metode prikupljanja podataka o reljefu

DMR se generiše iz raznovrsnih podataka: skenirani podaci; ručno, poluautomatski ili automatski digitalizovani podaci; postojeći DMR; koordinate geodetskih tačaka — položajne i visinske, tj. njihove baze podataka, datoteke, itd.

To je skup digitalizovanih vrijednosti, koje predstavljaju prostornu raspodjelu karakteristika strukturnog modela reljefa — karakterističnih tačaka i linija fizičke Zemljine površi. Uobičajeno je da su prostorno-strukturne karakteristike izražene koordinatama u ravni kartografske projekcije i visinama u odnosu na opštu ili nacionalnu — referentnu visinsku površ, npr. »srednji nivo Jadranskog mora«. Istovremeno, položaj tačke u prostoru može biti definisan u različitim koordinatnim sistemima — nezavisno ili zavisno od vremenske koordinate, kao npr. geodetskim koordinatama — geodetskom širinom, dužinom i visinom — na izabranom računskom (referentnom) Zemljinom elipsoidu.

Prikupljanje podataka o reljefu obuhvata skup metoda, radnji, postupaka i uređaja, od kojih se zahtijeva da podaci budu tačni, potpuni, pravovremeni — aktuelni, jednoznačni, svrshodni i upotrebljivi.

Metode prikupljanja podataka za formiranje DMR mogu biti primarne i sekundarne.

### *Primarne metode prikupljanja podataka o reljefu*

Primarne metode prikupljanja podataka o reljefu, za formiranje DMR, jesu:

- mjerenja na terenu, tzv. teren-ska mjerenja (tahimetrija, numerička ortogonalna metoda, nivelman, topografski premjer, inženjerijski premjer, premjer satelitskim prijemnicima — globalni sistem pozicioniranja tačaka, tzv. GPS premjer, itd.);

— fotogrametrijska metoda (stereorestitucija terestričkih, aerofoto i satelitskih snimaka, daljinska detekcija, i sl.);

— elektronska metoda (radarska altimetrija, satelitsko snimanje, daljinska detekcija, lasersko mjerenje rastojanja, GPS premjer, totalne elektronske stanice, elektronski teodoliti i niveliri, itd.).

Uređaji za primarno prikupljanje podataka o reljefu, uslovno, mogu se podijeliti prema različitim kriterijumima, npr.: klasični, savremeni; terestrički, aerofoto, satelitski; fotografski, fotogrametrijski; itd. ali zbog sistematičnosti, najčešća je podjela u tri osnovne grupe:

— uređaji za terestričko prikupljanje podataka,

— uređaji za fotogrametrijsko prikupljanje podataka,

— uređaji za elektronsko prikupljanje podataka o reljefu Zemljine površi.

### *Sekundarne metode prikupljanja podataka o reljefu*

Sekundarne metode prikupljanja podataka, za formiranje DMR, obuhvataju:

— digitalizaciju analognih podataka o reljefu (ručno, poluautomatski, automatski; izohipse, visinske tačke, sintaksičko-semantički podaci, itd.);

— derivaciju postojećih digitalnih podataka o reljefu (postojeći DMR, »geokodirane« baze podataka, datoteke položajnih i visinskih koordinata astronomskih i geodetskih tačaka, i sl.);

— unošenje alfanumeričkih podataka.

Uređaji za sekundarno prikupljanje podataka o reljefu najčešće su:

— digitajzer, koji služi za konverziju različitih analognih podataka o

reljefu u digitalne vrijednosti (izohipse, visinske tačke, itd., prevodi u digitalne vrijednosti — koordinate, piksele, alfanumeričke podatke);

— skener, koji prevodi analogne podatke o reljefu u rasterske digitalne podatke na osnovu izmjerene reflektovane količine svjetlosti svakog piksela — dodeljujući pikselu određenu numeričku vrijednost (prema veličini piksela, skeneri mogu biti: niske rezolucije, manje od 155 000 Pixela/cm<sup>2</sup>, srednje rezolucije — oko 155 000 Pixela/cm<sup>2</sup>, visoke rezolucije — oko 620 000 Pixela/cm<sup>2</sup>);

— skener-fotoploter, koji skenira sve boje i tonove i obavlja plotiranje na fotomaterijal (npr., skener-fotoploter »Optronics 5040«, koji karakteriše: rotirajući cilindar, sa maksimalnom radnom površinom 127 cm x 100 cm; skenira boje i sive tonove sa providnih i neprovidnih podloga; plotira sadržaj na fotomaterijal; rezolucija skeniranja 12,50; 25,00; 50,00; 100,00 i 200,00 mikrometara; rezolucija fotoplotiranja je 12,50; 25,00; 50,00 i 100,00 mikrometara; skenira i iscrtava linijske elemente i politonske slike; brzina prenosa podataka 1 MB u sekundi; komprimuje podatke, čime se smanjuje prostor za arhiviranje i povećava brzina prenosa podataka, itd.).

### **Izvori podataka o reljefu**

Uobičajeno je da se izvori podataka o reljefu Zemljine površi vezuju za sekundarne metode prikupljanja podataka, u koje se ubrajaju: grafički, numerički, alfanumerički, opisni i digitalni podaci (DMR, baze podataka, datoteke).

Dva osnovna kriterijuma za podjelu izvora podataka su:

— sadržaj i tip podataka,

— značaj i nivo primjenjivosti podataka.

Prema *sadržaju i tipu podataka* može se izvršiti podjela izvora podataka na:

— astronomsko-geodetske izvore podataka: spiskovi i katalozi koordinata tačaka nacionalne geodetske osnove, podaci dobijeni astronomskim, triangulacijskim, poligonometrijskim, nivelmanskim i satelitskim metodama mjerenja i obrade rezultata mjerenja, itd.,

— kartografsko-reprodukcijske izvore podataka; kartografski i reprodukcijски originali i odštampani listovi planova, karata, kao i baze podataka i datoteke planova i karata (za koje su formirane), itd.;

— statističke izvore podataka: geografski i topografski opisi, publikacije, tehnički izvještaji o gradnji inženjerskih objekata, itd.;

— digitalne izvore podataka: postojeći DMR, baze podataka, datoteke, i sl.

Prema *značaju i nivou primjenjivosti izvora podataka* o reljefu može se izvršiti podjela na:

— osnovne izvore podataka. U fazi formiranja DMR služe kao osnova za objedinjavanje svih ostalih raspoloživih (upotrebljivih) podataka o reljefu — tako da se u ovu grupu izvora podataka mogu svrstati: reprodukcijски originali izohipsi i visinskih tačaka planova i karata različitih razmjera, katalozi i datoteke tačaka nacionalne geodetske osnove, odštampani listovi planova i karata, foto-stereoparovi, itd.;

— dopunske izvore podataka. Namjenjeni su za upotpunjavanje sadržaja DMR, kao što su npr. geomorfološke karte i karto-reprodukcijски originali, foto-cjeline, karte srednjih visina, karte promjena reljefa, evidencije promjena, i sl.;

— pomoćne izvore podataka. Služe za detaljnije izučavanje pojedinih

dijelova Zemljine površi, koji su pod dejstvom intenzivnijih specifičnih promjena — rejoni izgradnje antropogenih objekata, lesne zaravni, pješčare, itd.

Kao osnova za podjelu izvora podataka o reljefu primjenjuje se morfometrijski kriterijum za formiranje DMR, i njegova konkretna planirana namjena koja može biti raznovrsna i višekorisnička:

— automatizovana izrada planova i karata, sa predstavljanjem reljefa izohipsama, visinskim tačkama i kartografskim uslovnim znacima (za jame, vrtače, pećine, stjenjake, usjeke i sl.);

— određivanje visina i visinskih referentnih tačaka DMR;

— izračunavanje površine i zapremine odabranog dijela reljefnog oblika;

— izračunavanje površina i zapremine po uzdužnim i poprečnim profilima;

— analiza nagiba i izrada karata nagiba terena;

— određivanje dogledanja i prekrivanja, između referentnih ili proizvoljno odabranih tačaka DMR;

— automatizovano analitičko sjenčenje predstavljenog reljefa;

— automatizovana izrada modela za reljefne karte, itd.

Metode prikupljanja i izvori podataka o reljefu Zemljine površi daju specifičan oblik prostorne organizacije podataka koji određuje izbor optimalnih metoda interpolacije u prvoj fazi formiranja DMR, odnosno na osnovu ulaznih podataka, dobijanje podataka o referentnim tačkama DMR.

Uobičajeni su sljedeći oblici rasporeda tačaka ulaznih podataka:

— slučajni raspored (*Random*),

— djelimično određen raspored (*Semi-Ordered*),

— potpuno određen raspored (*Fully-Ordered*).

Postoje i drugačije podjele rasporeda tačaka ulaznih podataka, npr.: tačke kao tjemena kvadrata (regularno raspoređeni podaci), djelimično regularni raspored tačaka, ravnomjerno raspoređeni podaci, podaci u »rasutom« rasporedu, podaci sa djelimičnim grupisanjem tačaka, podaci grupisani po pravcima ili odabranim profilima, itd., pri čemu se može zaključiti da se ostale podjele mogu svesti na navedena tri oblika rasporeda tačaka ulaznih podataka o reljefu Zemljine površi.

### Obrada podataka o reljefu

Obrada (*Management*) podataka o reljefu Zemljine površi, u računarski čitljivom obliku, obuhvata postupke organizacije, modelovanja i memorisanja digitalnih podataka (vektorskih, rasterskih, opisnih) o prostornoj strukturi reljefa.

Pri formiranju DMR mogu se izdvojiti dvije karakteristične faze obrade podataka:

*I faza:* obuhvata pripremu i komprimovanje ulaznih podataka i informacija sa relativno malom »gustinom«.

*II faza:* obuhvata organizaciju i interpolaciju (po potrebi i ekstrapolaciju) ulaznih podataka, formirajući uređene skupove podataka o referentnim tačkama DMR.

Prema rasporedu referentnih tačaka, tj. prema obliku organizacije referentnih tačaka DMR mogu biti:

— pravilne kvadratne mreže pravilnog rastera, ili tzv. grid DMR;

— mreže nepravilnih trouglova, tzv. TIN DMR (*TIN-Triangulated Irregular Network*);

— pravilne kvadratne mreže i nepravilnih trouglova, tzv. univerzalni DMR ili »Grid-TIN« DMR.

### *Grid DMR (»regularni« DMR)*

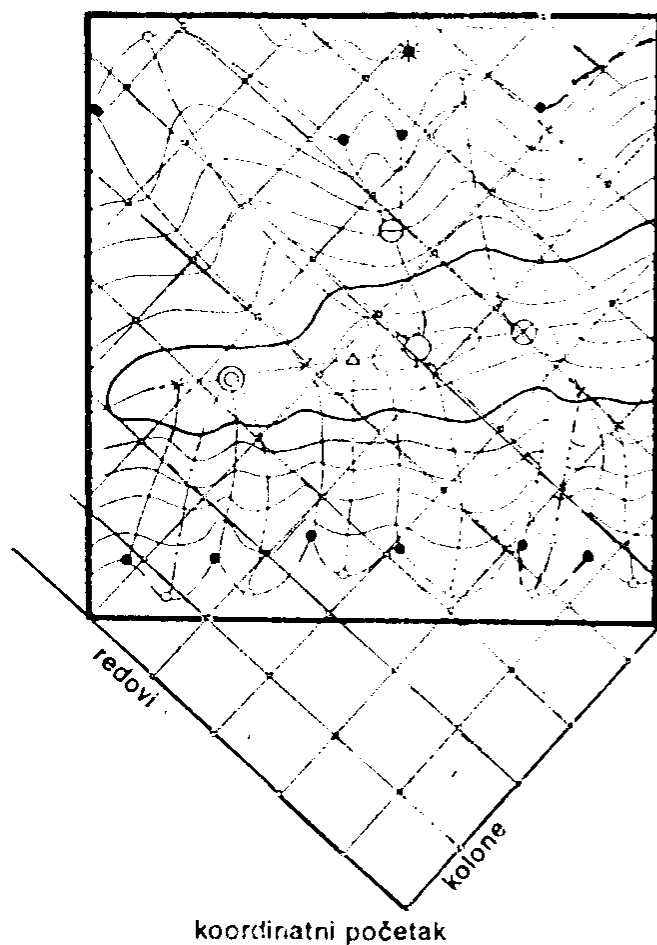
Grid DMR je regularna matrica vrijednosti visina tačaka, koje se nalaze na jednakim rastojanjima i odstojanjima, tj. tačke predstavljaju tjemena kvadrata. Može se dobiti direktno na osnovu potpuno određenog rasporeda ulaznih podataka, ili indirektno određivanjem visina referentnih tačaka odabranom metodom interpolacije krivih linija po pravcima i profilima ili interpolacijom površi određenog dijela Zemljine površi.

Grid DMR može se formirati i konverzijom TIN DMR, u okviru određenih programskih paketa, npr. TIGRIS Modeler, INTERGRAPH Co., 1989. [11]. Ovakvi DMR omogućavaju brzu obradu različitih funkcija, zbog pravilnog kvadratnog rasporeda referentnih tačaka, ali uz pojavu često nerješivih problema; kada se strukturne tačke prostorno-strukturnog modela reljefa nalaze izvan referentnih tačaka DMR dolazi do »gubljenja« podataka o njima, što je veoma česta pojava (npr. vrh uzvišenja, prevojna tačka, tačka zaravnjenja, i sl.).

### *TIN DMR (»strukturni« DMR)*

TIN DMR sačinjavaju trougaone površi nepravilnog oblika, formirane na osnovu podataka o tačkama, linijama i površinskim elementima reljefnih oblika. Vjernije predstavlja prostornu strukturu reljefa i reljefnih oblika, nego grid DMR, ali i dalje ostaje problem određivanja visina karakterističnih strukturnih tačaka i linija prostornog modela reljefa — vrh, dno, sedlo, prevoj, dolina, podnožje, i sl.

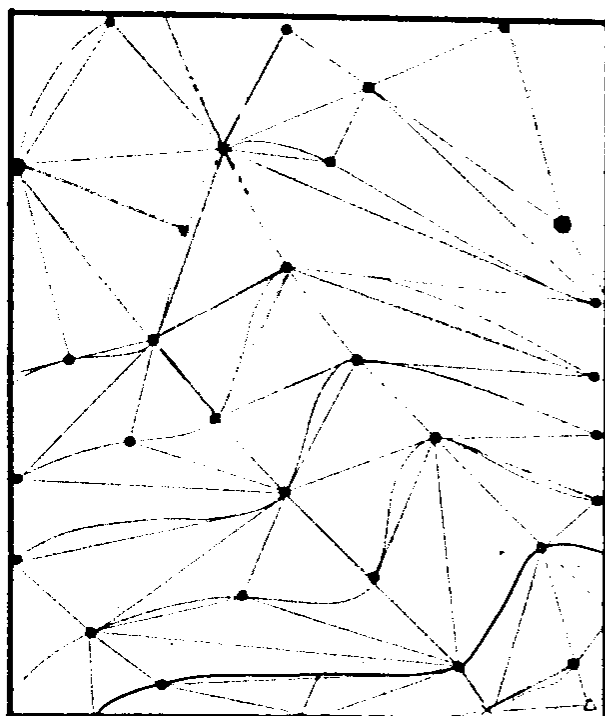
## Strukturne tačke i linije



- |   |                             |             |                          |
|---|-----------------------------|-------------|--------------------------|
| ○ | vrh                         | — — — — —   | vododjelnica prvog reda  |
| ⊗ | sedlo                       | — · — · — · | vododjelnica drugog reda |
| ⊙ | čvorna tačka                | — — — — —   | vodoslivnica prvog reda  |
| ⊖ | razvodno-vodoslivn.         | — · — · — · | vodoslivnica drugog reda |
| ✱ | dolinska tačka              | — — — — —   | linija podnožja          |
| △ | vododjelnička tačka         |             |                          |
| × | vododjelničko-vodoslivnička |             |                          |
| ● | podnožno-vodoslivnička      |             |                          |
| ○ | podnožno-vododjelnička      |             |                          |
| → | kvadratna mreža             |             |                          |

Sl. 2 — Grid DMR

## Strukturne tačke i linije



- |   |                             |             |                          |
|---|-----------------------------|-------------|--------------------------|
| ○ | vrh                         | — — — — —   | vododjelnica prvog reda  |
| ⊗ | sedlo                       | — · — · — · | vododjelnica drugog reda |
| ⊙ | čvorna tačka                | — — — — —   | vodoslivnica prvog reda  |
| ⊖ | razvodno-vodoslivn          | — · — · — · | vodoslivnica drugog reda |
| ✱ | dolinska tačka              | — — — — —   | linija podnožja          |
| △ | vododjelnička tačka         |             |                          |
| × | vododjelničko-vodoslivnička |             |                          |
| ● | podnožno-vodoslivnička      |             |                          |
| ○ | podnožno-vododjelnička      |             |                          |
| ∇ | referentne tačke            |             |                          |

Sl. 3 — TIN DMR

## Univerzalni DMR («regularno-strukturni» DMR)

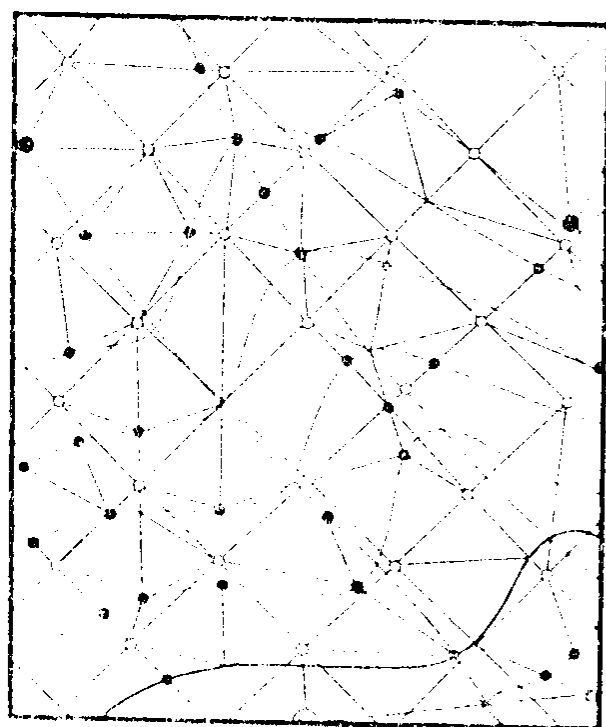
Univerzalni DMR, ili »Grid-TIN« DMR, definisan je kao regularna matrica vrijednosti visina tačaka pravilnog rastera (kvadratića) i tačaka prostorno-strukturnog modela reljefa. Uslovno se može reći — univerzalni DMR se ostvaruje »preklapanjem« sadržaja grid i TIN DMR. Formira se na osnovu referentnih tačaka pravilnog rastera (rasporeda tačaka), dopunjavanjem podacima o tačkama i linijama prostorno-strukturnog modela reljefa.

Interpolacija, u fazi formiranja i obrade DMR, prvenstveno zavisi od namjene modela, a problem gustine podataka može se rješavati na dva osnovna načina:

— mijenjanjem gustine tačaka pravilnog rastera — gdje to prostorna struktura reljefa omogućava — primjenjujući metodu progresivnog uzorkovanja (*progressive sampling*), sa ili bez korišćenja strukture podataka u obliku kvadratnog stabla (kvad-stablo);

— dopunjavanjem sadržaja DMR podacima o prostornoj strukturi reljefa, čime se usložava korišćenje DMR,

### Strukturne tačke i linije



⊙	vrh	—	vododjelnica prvog reda
⊗	sedlo	—	vododjelnica drugog reda
⊙	čvorna tačka	—	vodoslivnica prvog reda
⊖	razvodno-vodoslivn	—	vodoslivnica drugog reda
*	dolinska tačka	—	linija podnožja
△	vododjelnička tačka		
×	vododjelničko-vodoslivnička		
●	podnožno-vodoslivnička		
○	podnožno-vododjelnička		
△	referentna tačke		

Sl. 4 — Univerzalni DMR

Dimenzije pravilnog rastera — redova i kolona — biraju se prema potrebi i izvoru podataka, tako da između referentnih tačaka DMR može biti primjenjena linearna ili bilinearna interpolacija. Broj podataka, odnosno broj referentnih tačaka DMR (gustina) zavisi od vrste zadatka koji će se rješavati primjenom DMR.

ali smanjuje gustina tačaka pravilnog rastera — grida.

Za višekorisničku namjenu, optimalno rješenje je formiranje univerzalnog DMR, za što postoje povoljni tehnološki i kadrovski uslovi u našoj zemlji (Vojnogeografski institut VJ, republičke geodetske uprave, Institut za geodeziju, itd.).



Računarska obrada podataka o reljefu zavisi i od veličine površine zahvatanja podataka, odnosno od veličine DMR. Prema teritorijalnom zahvatu, DMR se mogu podijeliti u tri osnovne grupe:

— lokalni DMR — formira se za izučavanje i metričko definisanje reljefa manjih površina i za korišćenje u radovima veće tačnosti, npr. DMR Kopaonik;

— regionalni DMR — formira se za višekorisničko, kompleksno, interdisciplinarno izučavanje većih površina Zemljine površi, npr. DMR SRJ;

— globalni DMR — formira se za globalne praktične i naučne potrebe međunarodnog značaja, npr. DMR Zapadne Evrope.

Veličina DMR odlučujuće utiče na izbor ostalih parametara, metoda i postupaka formiranja i korišćenja DMR, kao što su: metoda prikupljanja podataka; izbor izvora podataka; raspored ulaznih i referentnih podataka; način održavanja i dopunjavanja podataka; raspolaganje računarskom podrškom i izvorima podataka; itd. (npr. regionalni DMR, načelno, regularnog je tipa — grid DMR).

### **Analiza i predstavljanje podataka o reljefu**

Analiza i predstavljanje podataka o reljefu Zemljine kore najvažnije su komponente DMR, imajući u vidu da DMR nije »prost« skup visina tačaka već sistem sljedećih osobina:

— definisana je prostorna organizacija referentnih tačaka modela,

— sadrži podatke o položajnim i visinskim koordinatama referentnih tačaka modela,

— obuhvata metode pristupa potrebnim podacima za interpolaciju visina proizvoljno odabranih tačaka modela,

— definiše metode prikupljanja podataka i njihov uticaj na formiranje modela,

— obuhvata metode obrade podataka, tzv. rutinske programe na skupu podataka modela,

— ocjenjuje se kvalitet modela,

— obuhvata izbor referentnog položajnog i visinskog sistema, itd.

Analizom sadržaja DMR dobijaju se nove informacije o reljefu Zemljine površi, o njegovim kvalitativnim i kvantitativnim osobinama.

Predstavljanje (prezentacija) sadržaja DMR i funkcija tog sadržaja (površina, zapremina, nagib, izohipsa, itd.) obavlja se metodama kartografskog oblikovanja (izohipse, visinske tačke, uslovni znaci, sjenke reljefnih oblika, model reljefa zemljišta, izrada reljefnih karata ili u obliku numeričkih i alfanumeričkih podataka).

### **Zaključak**

U članku su obrađeni osnovni i opšti pojmovi vezani za digitalni model reljefa kopnenog dijela površi Zemljine kore.

Opisane su metode i uređaji za prikupljanje podataka, izvori podataka, tipovi DMR, analiza, primjena i predstavljanje.

DMR predstavlja »opis« Zemljine površi, ili njenog dijela, pri čemu se svakoj tački može dodijeliti odgovarajući podatak o položaju i visini, izborom odgovarajuće metode interpolacije linija i površi. Na osnovu DMR mogu se izvršavati mnogobrojne operacije neophodne za proučavanje i procjenu prostorne strukture reljefa i karakteristika zemljišta uopšte.

DMR ima opšti, naučni i praktični značaj za potrebe Vojske Jugoslavije i vojne geodetske službe, kao i

geonauke u cjelini. Predstavlja pod-sistem PIS i GIS kao i komandnog-informacionog sistema (KIS) VJ. Njegovom primjenom može se ubrzati postupak određivanja i ispitivanja geoida, kao preduslova za savremeno uključivanje naše zemlje u Svjetski geo-

detski sistem, npr. WGS 84 i primjenu globalnog sistema pozicioniranja tačka (GPS) na fizičkoj Zemljinoj površi, koji se uključuje u različite oblasti mjerenja. Značaj DMR se sve više povećava naročito u oblasti inženjerstva, geonauke i za potrebe vojske.

#### Literatura:

- [1] Bilajbegović, A. i drugi (1991): Osnovni geodetski radovi, Suvremene metode, GPS, »Tehnička knjiga« Zagreb, Zagreb, 1991.
- [2] Denker, H. H., Wenzel, G. (1987): Lokal geoid determination and comparasion with GPS results, Bull. Geod. 61, 1987, pp. 349-366.
- [3] Gerstbach, G. (1990): Ein Weg zum Zentimeter-Geoid in Österreich, OZfVuPh, Heft 1, 1990, pp. 14—38.
- [4] Petrović, D. (1988): Izrada Digitalnog modela reljefa, stručni izveštaj, CAOP VGI, Beograd, 1988.
- [5] Радионов, В. А. (1996): О тачности цифрового представление рельефа, Аерофототопография, 1996, pp. 34—37.
- [6] Sideris, G. M. (1990): The role of the geoid in one-, two-, and three dimensional Network adjutments, CISM JOURNAL ACSGC Vol. 44, No 1, 1990, pp. 9—18.
- [7] Višnjić, R. (1989): Geotopografsko obezbeđenje oružanih snaga SFRJ, Zbornik radova VGI. Beograd, 1989.
- [8] Višnjić, R. (1997): Digitalni model reljefa-analiza primjene za gravimetrijsku metodu određivanja geoida, magistarski rad, u rukopisu, Građevinski fakultet — Institut za geodeziju Beograd, Beograd, 1997.
- [9] Wiebl, R., Heller, M. (1993): Digital terrain modelling, GIS, Principles and Applications, 1993, pp. 269—297.
- [10] Pravilo Geodetske službe Vojske Jugoslavije (privremeno), GŠ VJ, SOŠP, Geodetska služba, Beograd, 1996.
- [11] Reference: TIGRIS Modeler, Reference Manual, INTERGRAPH Co., Alabama, USA, 1989.