

MODEL ZEMELJSKEGA POVRŠJA - DMR ALI DMV?

Dr. Tomaž Podobnikar*

Povzetek

Analizirana je definicija pojma digitalni model reliefa, ki ga lahko na kratko opišemo kot 'digitalni opis oblikovanosti zemeljskega površja'. Razčiščena sta pomena in uporaba pojmov 'digitalni model reliefa' ali krajše DMR in 'digitalni model višin' ali DMV. Pri DMV-ju gre za enostaven zapis v dvorazsežno kvadratasto celično mrežo z višinami, zapisanimi kot atributi. Pojem DMR pomeni precej več, in sicer kompleksno predstavitev površja, ki vsebuje višinske točke površja, značilne točke in črte ter druge geomorfološke značilnosti. Za izraza DMV in DMR se je med strokovnjaki in uporabniki udomačila poenostavljena kratica - DMR (digitalni model reliefa), v angleščini pa predvsem DEM (digitalni model višin). Glede na to, da definicija DMR-ja v celoti vsebuje definicijo DMV-ja in zaradi zgodovinskega razvoja pojmov v Sloveniji, je raba izraza DMR kljub manjši pomenski nekorektnosti največkrat upravičena.

Ključne besede:
digitalni model reliefa,
digitalni model višin,
DMR, DMV, definicija,
terminologija

347

Abstract

Earth's digital surface model - DTM or DEM?

Definition of a term digital terrain model that can be shortly described as 'digital description of the Earth's surface' was analysed. Meaning and usage of terms 'digital terrain model' or shortly DTM and 'digital elevation model' or DEM were cleared up. DEM is a simple recording of heights as attributes to a two-dimensional square grid (raster). Conception of DTM is much more; it is a complex presentation of surface that includes spot heights, structural points and lines, and other geomorphological features. Among experts and users abbreviation DEM (digital elevation model) became familiar for both, DTM and DEM, but in Slovenia DMR (it denotes DTM in English) above all. As for definition DTM contains whole definition of DEM and with regard to historical development of both concepts in Slovenia, the term 'DMR' can be used (in spite of small meaning incorrectness).

Keywords:
digital terrain model,
digital elevation model,
DTM, DEM, definition,
terminology

* Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Ljubljana

1. UVOD

Opredeliti pojem digitalni model reliefa¹ (DMR), z ustreznico v angleščini - digital terrain² model (DTM), ni lahka naloga. V literaturi je mogoče najti mnogo definicij, od enostavnih do zapletenih in velikokrat nasprotujočih. Vzrok so različne tehnike modeliranja, prikaza in zapisa reliefa ter razna področja in nameni uporabe. Definicije se poleg tega lahko hitro prilagajajo razvoju tehnologije (glej npr. razvoj definicije za GIS v Gould in Herring, 2001 ali pa problem pojmov natančnosti in točnosti v Podobnikar, 1999, 2001). Zemeljsko površje lahko opredelimo npr. kot zvezno trirazsežno. Teoretično ga lahko povsem opišemo z neskončnim številom diskretnih vrednosti (meritev). Tak pristop zbiranja in zapisa podatkov v realnosti seveda ni možen (Ware et al., 1996). Zato uporabljamo za digitalno predstavitev zemeljskega površja matematične in statistične metode, ki temeljijo na končni množici terenskih meritev.

2. DEFINICIJA

Digitalni model reliefa (DMR) razumemo kot digitalni opis oblikovanosti zemeljskega površja. Definicija ne vsebuje le prikaza površja samega, ampak tudi njegov opis z nakloni, ekspozicijo ter plastnicami, padnicami, točkami vrhov ter z drugimi značilnimi črtami in točkami. DMR je sicer fraktalna ploskev (Wood, 1996; 1999), vendar jo obravnavamo kot zvezni številski prikaz topografske ploskve z eksplicitno (neposredno dostopno) ali implicitno informacijo (prikrito, ki je dostopna z analizami) o obravnavanem zemeljskem površju. Sam pojem relief je opredeljen kot oblikovanost zemeljskega površja, kar se lepo vključuje v definicijo DMR-ja (SSKJ, 1970-1991). Sestavine, ki jih vsebuje celovita definicija DMR-ja, so naslednje (Weibel, 1997; Martinoni in Bernhard, 1998; Conrad, 1998; Schneider, 1998; Tempfli, 1999):

- zapis podatkov (objekti, predmeti - elementi - oblike podatkov),
- informacije o strukturi, podane eksplicitno ali implicitno,
- zvezne funkcije, ki omogočajo modeliranje ploskve zemeljskega površja,
- informacije o kakovosti,
- metode za analizo implicitnih informacij reliefa.

¹ Izhaja iz francoskega samostalnika relief, ki je prvotno pomenil 'kar je dvignjeno'. Izraz je izpeljan iz francoskega glagola relevar ali latinskega relevare, ki pomenita 'dvigniti'. Zastareli slovenski ustreznici za relief sta pridvig in nadvig (Perko 2001, 11).

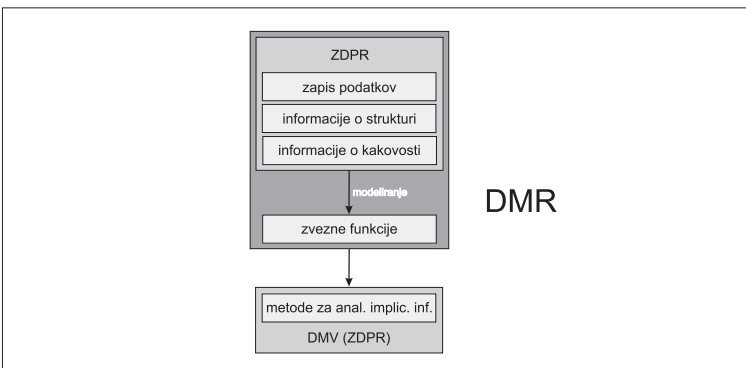
² Angleški pojem terrain izvira iz francoskega izraza terrain ali latinskega terrenum s pomenom 'zemljišče, ozemlje', oba sta izpeljana iz latinskega izraza terra- 'zemlja' (Perko 2001, 12).

Prvi dve sestavini, zapis podatkov in informacije o strukturi, opisujeta t. i. skelet modela. Zapis podatkov eksplicitno opisuje višine točk, črt ali območij, podanih npr. v ravninskih pravokotnih koordinatah (x, y, H). Razumemo jih kot podpora modelu. Podatki so pogosto zapisani v obliki celične ali nepravilne trikotniške mreže (TIN). Na zapis podatkov so vezane informacije o strukturi, ki označujejo poseben, reliefni pomen zapisa podatkov, relacije med zapisi podatkov in pomen relacij. Pri tem gre predvsem za topološke in posebne relacije reliefa, kot so geomorfološke, hidrološke in izpeljane relacije. Relief zvezno aproksimiramo (interpoliramo) z množico zveznih funkcij glede na modelirano območje.

Za verodostojen DMR potrebujemo tudi primerno semantično informacijo o razumevanju strukture površja in primerno klasifikacijo obravnavanega območja kot osnovo za četrto sestavino definicije DMR-ja, informacije o kakovosti. Semantične informacije so vključene v modeliranje DMR-ja in so podpora izvajanju abstrakcije stvarnega sveta.

Glede na definicijo lahko DMR nudi implicitne ali eksplicitne informacije o reliefu. Implicitne informacije niso neposredno dostopne, ampak so logično usklajeno vključene v model. DMR torej vsebuje posebne metode za analizo implicitnih informacij reliefa. Če obravnavamo DMR v okviru GIS-ov, potem izvajamo take metode z orodji prostorskih analiz. V še bolj "elastično" definicijo od obravnavane lahko vključimo tudi opisne podatke (Weibel, 1997).

Objekte podatkov, informacije o strukturi in kakovosti podatkov lahko smiselno vključimo v zbirko, ki jih upravlja. Imenujemo jo zbirka digitalnih podatkov reliefa - ZDPR. Modeliranje reliefa z zveznimi funkcijami uporablja informacije iz ZDPR-ja. Metode za analizo implicitnih informacij reliefa temeljijo na DMR-ju, aproksimiranemu z zveznimi funkcijami. Pomembne so za pridobitev dodatnih zapisov podatkov in informacij o kakovosti DMR-ja in za druge analize DMR -ja za druge namene. Shema opisane definicije DMR-ja prikazuje slika 1.



Slika 1:
Shema definicije
DMR-ja

3. PRIMERJALNA DEFINICIJA DMV-JA GLEDE NA DMR

Pogosto uporabljamo za opis zemeljskega površja digitalni model višin (DMV³, angl. digital elevation model - DEM) kot enostavnejši približek zapisa DMR-ja (Doyle, 1978; Skidmore, 1997; Mark, 1999; Drobne in Podobnikar, 1999; Podobnikar, 2001). DMV je največkrat zapisan kot dvorazsežna kvadratasta celična mreža z višinami kot atributi. Tak zapis lahko imenujemo matrični ali pa kar rastrski sloj reliefa in je primeren za uporabo v orodjih GIS-ov. Če uporabimo sestavine definicije DMR-ja, potem lahko DMV opišemo na naslednji način (Podobnikar, 2001):

- zapis podatkov je enoličen (vsebuje le točke pri rastrskem zapisu ali enostavnem zapisu v TIN),
- informacije o strukturi so topološko enostavne (omejene na enostavne topološke relacije celične mreže ali enostavni TIN),
- diskusije vredna je aproksimacija zapisa z zveznimi funkcijami, saj gre v primeru DMV-ja lahko za zapis in prikaz diskretnih vrednosti nadmorskih višin (SPRING, 1996) ali pa za zvezen prikaz ploskve površja (Wood, 1996), odvisno od interpretacije,
- osnovne informacije o kakovosti so prav tako pomembne kot pri DMR-ju, vendar (zaradi enostavnosti) niso vključene v definicijo DMV-ja,
- uporabljamo lahko npr. metode za analizo implicitnih informacij, ki temeljijo na celični mreži, vendar tako pridobljene informacije niso povezane z definicijo DMV-ja.

Pri definiciji DMV je poudarek predvsem na točkovnih zapisih podatkov, definiranih kot del DMR (Conrad, 1998). K definiciji DMV lahko kot posledica navedb pogojno štejemo tudi enostaven TIN (nepravilna trikotniška mreža), ustvarjen iz objektov (raztresenih) točk. Jasno mejo med DMV in DMR je torej zelo težko postaviti, saj ju posamezni avtorji različno interpretirajo. Največ se jih omejuje le na rastrsko podan DMV. DMV je torej le eden izmed izvedenih slojev DMR, podobno kot npr. sloj naklonov površja (Goodchild in Kemp, 1990; Martinoni in Bernhard, 1998).

³ Kratica DEM (digital elevation /height/ model; slov. DMV) izhaja iz ZDA in so jo uvedli v USGS (U. S. Geological Survey). Navedena ustanova ima rastrske zapise (celična mreža) nadmorskih višin za območje ZDA in drugih delov sveta. Angleški izraz elevation pomeni 'dviganje' ali 'višino' in izvira iz latinskega 'elevatio'.

4. ANALIZA DEFINICIJ

Poleg sestavin definicije DMR-ja opredeljujejo nekateri viri še digitalno predstavitev reliefa, ki vsebuje tudi podatke o naravnih značilnostih površja, t. i. naravno pokrajino, kamor spadajo npr. podatki o geomorfoloških značilnostih in uporabi zemljišč. Zraven spadajo tudi metode za pridobivanje omenjenih informacij o reliefu. Imenujemo ga digitalni model terena - DMT (Kvamme et al., 1997, 108). V Slovarju slovenskega knjižnega jezika (SSKJ) je pojem teren opisan zelo splošno kot ozemlje ali zemljišče z značilnostmi, kakor so oblikovanost (npr. hribovitost ali nagnjenost), sestava (npr. ilovnata ali kamnita) in z drugimi lastnostmi (npr. spolzkost ali poraslost). Pri DMT-ju gre torej za kakršne koli sloje, ki jih lahko uporabljamo pri modeliranju naravne pokrajine v GIS-ih. Redko uporabljeni pojem je digitalni model pokrajine, ki vsebuje poleg naravnih tudi družbene značilnosti pokrajine (Perko, 2001, 12).

Glede na opredelitve se da podrobneje razpravljati tudi o smislu in pravilnosti uporabljenega izrazja za digitalni opis zemeljskega površja. Poglejmo si najprej predpono 'digitalni'¹⁴, ki se pojavlja v vseh primerih. Omenjeni pojem opisuje podatke, ki so shranjeni v nizu diskretnih simbolov (Howe, 1999). V našem primeru gre tehnično za zapis, primeren za obdelavo, upravljanje in prikaz z računalniki. Ker so v današnjih časih digitalni zapisi v nasprotju z analognimi veliko bolj vsakdanji, bi bilo treba razmisliti o smiselnosti uporabe pridevnika 'digitalni'. Pri uporabi skrajšanega pojma 'model reliefa' bi bili torej praktično prepričani, da gre za digitalnega. Za razlikovanje od navedenih bi lahko nedigitalne modele reliefa poimenovali kot 'analogne modele reliefa'.

V opredeljenih izrazih se vedno ponavlja predpona 'model'¹⁵. S tem mislimo na ponazoritev nekega predmeta (objekta v naravi). V Slovarju slovenskega knjižnega jezika (SSKJ) piše, da je model predmet, izdelan za ponazoritev, prikaz načrtovanega ali obstoječega predmeta. Dodajmo, da se lahko npr. model poleg predmetov nanaša tudi na medij kot nadomestilo za predmet. V primeru DMR-ja gre za ponazoritev - modeliranje ploskve reliefa zemeljskega površja. Glede na opisano je torej 'digitalni model' računalniško zapisana upodobitev (ponazoritev). Izraz (digitalni) 'model' reliefa je torej glede na to, kaj dejansko opisuje, smiseln. Izraz DMV (digitalni model višin) pa povzroča zadrego. Čeprav gre pri podatkih, uporabljenih v GIS-ih, predvsem za predstavitev objektov, pa pri zapisu posameznih točk nadmorskih višin v rastrski sloj ne gre za to (Heuvelink, 1998). Ali so torej nadmorske višine (atributi posameznih točk) objekti? Po mnenju Krausa (1999) niso. Izraz DMV torej ni smiseln. Glede na to, da je pojem DMV največkrat v zvezi z

¹⁴ K Iz angleške besede digit - 'cifra, prst', iz latinskega digitus - 'prst'.

¹⁵ Iz latinskega izraza modulus - 'mera'.

rastrskim zapisom podatkov višin, si lahko pri verodostojnem poimenovanju pomagamo z objekti v GIS-ih. V GIS-ih lahko izvajamo operacije, pri katerih uporabljamo rastrske sloje, med katerimi je pogosto tudi DMV. V tem primeru lahko 'DMV' ali 'rastrski sloj DMV' enostavno imenujemo kar rastrski sloj višin.

Na kratko preglejmo še nekaj oblik zapisov površja. Najbolj splošen izraz za opis ploskve (reliefa) brez dodatnih značilnosti je digitalni model ploskve (DMP; angl. digital surface model - DSM), ki izhaja matematike. V smislu modeliranja površja Zemlje pa predstavlja DMP ploskev, ki jo dobimo, če upoštevamo tudi površino stavb, dreves ali drugih oblik nad 'golim' površjem (Maune, 2001). DMP lahko torej uvrstimo pod digitalni model pokrajine. Uporaben je za upravljanje gozdov, telekomunikacije, letalstvo ipd. Glede na velikost območja ločimo lahko lokalni (krajevni) ali regionalni DMR, glede na način zajema podatkov pa osnovni ali izvedeni (Rihtaršič in Fras, 1991, 6). Če obravnavamo globine jezer, rek in morij, imamo opravka z batimetričnim "DMR-jem". Omeniti velja tudi digitalni model objektov - DMO (angl. digital object model). Pri tem gre za podatke o kvantitativnih, fizičnih, bioloških, socioloških in drugih lastnostih (topografskih) objektov. DMO se uporablja za modeliranje stavb, oblikovanje avtomobilov, proučevanje oblik teles, okostij ipd (Rihtaršič, 1990; Rihtaršič in Fras, 1991). Pri DMO-ju gre torej za zelo širok pojem, podoben omenjenima DMR-ju in DMT-ju. DMO je lahko le pomanjšani DMR in je najpogosteje povezan z bližnjefotogrametrijo, torej ne z geografskimi koordinatami. Novejša in trenutno "moderna" veja modelov, sorodnih z DMR-jem, je izdelava 3D-modelov mest. Pri tem gre lahko za kombinacijo GIS-ov in fotogrametrije (natančni posnetki posameznih stavb, notranjost stavb), pogosto z uporabo laserske altimetrije (skeniranja). Poleg omenjenih obstaja še cela vrsta posebnih opisov in modelov (zemeljskega) površja, ki imajo posebna poimenovanja in so namenjeni ozkim področjem.

5. SKLEP

Če ostanemo pri uveljavljenih izrazih, potem lahko poenostavljeno hierarhično opišemo naslednje osnovne digitalne zapise zemeljskega površja:

- digitalni model višin /DMV/ ali rastrski sloj višin - vsebuje samo višinske točke, ki so najpogosteje zapisane v obliki pravilnih kvadratnih celic in pogojno tvorijo ploskev zemeljskega površja (angl. digital elevation model /DEM/, nem. Digitales Höhenmodell /DHM/);
- digitalni model reliefa /DMR/ - poleg višinskih točk vsebuje tudi druge objekte, ki opisujejo ploskev reliefa (vsebinsko se ujema z angl. pojmom digital terrain model /DTM/ in nem. Digitales Geländemodell /DGM/, v

nekaterih primerih uporabe pa tudi z angl. pojmom digital relief model /DRM/ in nem. Digitales Reliefmodell /DRM/);

- digitalni model terena /DMT/ - poleg ploskve reliefa vsebuje tudi podatke o značilnostih naravne pokrajine;
- digitalni model pokrajine - poleg ploskve reliefa vsebuje tudi podatke o naravnih in družbenih značilnostih pokrajine (angl. digital landscape model, nem. Digitales Landschaftmodell).

Digitalni model pokrajine vsebuje DMT, ta vsebuje DMR, in slednji DMV. Literatura najpogosteje loči le med DMV-jem in DMR-jem kot osnovnima oblikama opisa (in zapisa) oblikovanosti zemeljskega površja. Zaradi poenostavljanja ali nepoznavanja tematike se veliko virov omejuje le na enega izmed izrazov, DMV ali DMR in pri tem misli predvsem na prej opredeljeni DMR. Za izraza DMV in DMR se je med slovenskimi strokovnjaki in uporabniki udomačila poenostavljena kratica - DMR (digitalni model reliefa), v angleščini pa DEM (digitalni model višin). Glede na to, da definicija DMR v celoti vsebuje definicijo DMV in zaradi zgodovinskega razvoja pojmov v Sloveniji, je raba izraza DMR kljub manjši pomenski nekorektnosti največkrat upravičena.

Razmisliti velja tudi o praktični rabi pridevnika 'digitalni', tako pri DMR kot tudi pri DMV. Glede na razpravo v prispevku, katere zaključki so, da je omenjeni pridevnik v današnjih digitalnih časih neprimerno bolj običajen kot 'analogni', bi bilo smiselno začeti uporabljati bolj racionalen izraz 'model reliefa' in 'model višin'. Če gre za t. i. reliefne modele, bi lahko zaradi nedvoumnosti pri opisih uporabili izraz 'analogni model reliefa'.

GEOINFORMACIJSKA TERMINOLOGIJA:

DIGITALNI MODEL RELIEFA
DIGITALNI MODEL VIŠIN
GRID

Mag. Dalibor Radovan
Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana

Slovenski geoinformatiki že vrsto let uporabljamo terminologijo, ki se je večinoma zaradi prevajanja iz angleškega jezika ustalila vsaj v strokovnem pogovornem jeziku. Za množico terminov obstaja več različic. Tak primer je tudi "digitalni model reliefa (DMR)" in "digitalni model višin (DMV)". Ker je v slovenščini člankov in razprav o terminologiji zelo malo, pozdravljam