

KRONOLOGIJA IZDELAVE DIGITALNEGA MODELA RELIEFA SLOVENIJE

CHRONOLOGY OF DIGITAL TERRAIN MODEL PRODUCTION OF SLOVENIA

Tomaz Podobnikar

POVZETEK

Kronološko je opisana zgodovina izdelave digitalnega modela reliefa in višin (DMR in DMV) v Sloveniji. Prve zamisli o izdelavi DMR-ja Slovenije segajo v konec šestdesetih let prejšnjega stoletja. Leta 1973 so začeli izdelovati DMR 100, ki so ga dokončali šele leta 1984 in vzdrževali vse do leta 1997. Leta 1975 je bil izdelan prvi digitalni model reliefa za vso Slovenijo, in sicer DMR 500. Od konca osemdesetih in v devetdesetih letih ni bilo vidnega napredka na področju izdelave modelov reliefa v Sloveniji. Od leta 1995 dalje izdelujejo DMR 25 kot stranski proizvod digitalnega ortofota za merilo 1 : 5 000. Leta 2000 je bil z radarsko interferometrijo izdelan InSAR DMV 25, leta 2001 pa iz geodetskih podatkov različne kakovosti DMV 20 za 1/8 Slovenije in bližnjo okolico.

ABSTRACT

In the paper, history of the digital terrain and elevation model (DTM and DEM) production is chronologically described. The first ideas to produce the DTM of Slovenia are from the late sixties of the previous century. In 1973 the production of the 'DMR 100' started, the project finished in 1984 and was being updated until 1997. In 1975 the first digital terrain model for entire Slovenia was produced: 'DMR 500'. Until the end of eighties and in the nineties there was no significant progress regarding DTM production. Since 1995 the 'DMR 25' has been produced as a lateral product of the digital orthophoto for scale 1:5000. In 2000 InSAR DMV 25 was produced with radar interferometry and in 2001 'DMV 20' from geodetic data of various quality for 1/8 of Slovenia and vicinity.

KLJUČNE BESEDE

digitalni model reliefa, digitalni model višin, DMR, DMV, zgodovina, geodetski podatki

KEY WORDS

digital terrain model, digital elevation model, DTM, DEM, history, geodetic data

1. UVOD

Zamisel o izdelavi digitalnega modela reliefa (DMR) je stara skoraj toliko kot informacijska doba oz. uveljavljanje digitalnega računalništva, torej vsaj 50 let. Kljub temu korenine DMR-ja segajo še v analogne predstavitve reliefa, ki so neprimerno starejše. Računalniki so omogočili učinkovite analitične obdelave podatkov ter vzpostavitev zbirk podatkov za izdelavo in praktično uporabo DMR-ja. Možnosti za njegovo izdelavo je pospešilo daljinsko zaznavanje in uveljavitev digitalne fotogrametrije ter pripadajoče metode in tehnike za pridobivanje, obdelavo, interpretacijo in merjenje digitalnih posnetkov. DMR se uporablja za najrazličnejše potrebe, kot so prostorsko planiranje, kartografija, geodezija, geografija, arheologija in telekomunikacije.

DMR je način opisa oblikovanosti zemeljskega površja, ki vključuje višinske točke, značilne črte in točke reliefa ter druge elemente, ki ga opisujejo (naklone, plastnice, padnice itd.). Zasnova DMR-ja je podana s klasično geodetsko predstavo ploskovnega nivelmana (Banovec in Lesar, 1975). V primerjavi z DMR-jem vsebuje digitalni model višin (DMV) za opis površja samo višine točk, največkrat zapisane v obliki celične mreže. Glede na to, da vsebuje DMR tudi vse elemente DMV-ja, lahko za obe vrsti opisa reliefa uporabimo poenostavljen in nekoliko površen izraz *digitalni model reliefa* - DMR. Izraz *digitalni model reliefa* (DMR, angl. *digital terrain model* - DTM) je prvi uporabil Američan Charles Leslie Miller med letoma 1955 in 1960, ko je s skupino sodelavcev izdelal raziskovalno nalogo, katere cilj je bil razvoj računalniško podprtega sistema za učinkovito projektiranje avtocestne infrastrukture (Doyle, 1978). Zaradi visokih stroškov priprave in zajema podatkov do sredine sedemdesetih let prejšnjega stoletja večinoma še ne moremo govoriti o splošni uporabi digitalnih podatkov reliefa, ampak predvsem o eksperimentalnih regionalnih modelih reliefa.

Modeli reliefa na slovenskem ozemlju so bili omenjeni že v marsikateri knjigi in članku. Omeniti velja več knjig iz 17. stoletja z ličnimi kartografskimi prikazi barona Janeza Vajkarda Valvasorja ter opise razvoja kartografije in v njenem okviru prikaza reliefa v Koroščevi (1978) knjigi Naš prostor v času in projekciji. Največje delo, Digitalni model reliefa, ki se naslanja prav na digitalni model reliefa in pri tem opisuje tako zgodovinsko ozadje kot tudi metode v povezavi z modeliranjem DMR-ja, sta napisala Rihtaršičeva in Fras (1991). Leta 1997 je bila (v slovenščini) napisana knjiga oz. učbenik o geografskih informacijskih sistemih (GIS), ki vključuje tudi poglavja o DMR-ju (Kvamme et al., 1997). Pregledno je zgodovina DMR-ja predstavljena tudi v uvodnem delu doktorske disertacije avtorja tega prispevka (Podobnikar, 2001). Pred kratkim je bila izdana knjiga Analiza površja Slovenije s stometrskim digitalnim modelom reliefa, ki jo je pripravil Perko (2001). V njej je opisan razvoj DMR-ja od analognih začetkov do digitalne dobe v smislu kartografskih prikazov in na kratko orisano zgodovinsko ozadje modeliranja reliefa v Sloveniji.

V prispevku so pregledno predstavljeni najpomembnejši koraki, dejavnosti, problemi in dosežki pri izdelavi DMR-ja Slovenije, torej za območje celotne države, od začetkov do današnjih dni. Čeprav je o mladi zgodovini, ki sega le 30 let nazaj, težko napisati tako neobremenjeno besedilo, kot če bi ga pisali nekaj desetletij kasneje, pa se kaže prednost takega pristopa v tem, da z bližnjo zgodovino še deloma živimo in jo zato lahko tudi lažje in podrobneje interpretiramo.

2. PRVE ZAMISLI IN POSKUSI IZDELAVE DMR-JA

Prve raziskovalne ideje o izdelavi digitalnega modela reliefa (višin) v Sloveniji so stekle konec šestdesetih let prejšnjega stoletja na Geodetskem zavodu SRS. Pripisujemo jih T. Banovcu, ki je bil tudi nosilec kasnejšega projekta izdelave DMR-ja 100, in sonosilcu A. Lesarju.

Za prvi poskus zajema višinskih podatkov v pravilno celično mrežo štejemo izdelavo relativnega reliefa občine Domžale v merilu 1 : 150 000. Vnašali so višinske razlike površja z določenim izhodiščem v celično mrežo dimenzij 500 krat 500 m. Omeniti velja tudi poskus ljubljanskih urbanistov pri izdelavi ročnega modela reliefa Ljubljane s celično mrežo 500 m, ki so ga razdelili na 250, 125 in 100 m in pri tem ugotovili, da je celična mreža ločljivosti 100 m primerna za potrebe urbanističnega planiranja (Banovec in Lesar, 1975). Pri obeh naštetih poskusih je torej

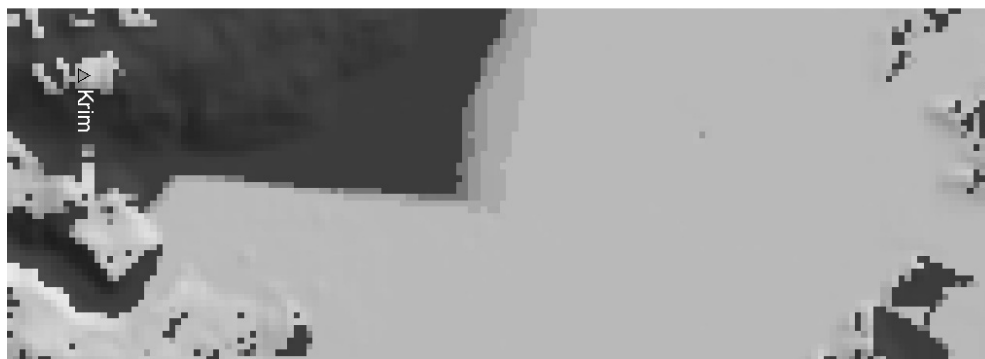
šlo le za ročni zapis višin v obliko, primerno za digitalizacijo. V sredini sedemdesetih let so za območje Doba pri Domžalah izdelali digitalni model višin *DMR 10* iz Topografsko-katastrskega načrta (TKN) merila 1 : 1000.

3. ERA DMR-JA 100 V SEDEMDESETIH LETIH

Leta 1972 so na Geodetskem zavodu SRS izdelali nalogo, v kateri so predstavili možnost izdelave *DMR*-ja ter njegov potencialni vpliv na razvoj gospodarstva in kmetijstva, pri uporabi za študije zgodovine poselitve ter za druge praktične in študijske namene. Že pol leta kasneje, leta 1973, so začeli z izdelavo digitalnega modela višin – *DMR 100*, z ločljivostjo 100 m za vso Slovenijo (slika 1). Tehničnega dela, kamor spada izvedba načina zapisa podatkov, izdelava programske opreme itd., se je lotil A. Lesar. Za operativni del, organizacijo zajema podatkov, je poskrbel M. Podobnikar. Delo je steklo, vendar se je na žalost že kmalu po začetnem zamahu pokazalo, da ne teče po predvidevanjih.

Ker izdelavi *DMR*-ja 100 ni bilo videti konca, so se lotili manj podrobnega *DMR*-ja z ločljivostjo 500 m in ga izdelali do konca leta 1975 (Banovec in Lesar, 1975). *DMR 500* na žalost ni bil nikoli čislan in množično uporabljan, predvsem zaradi zelo slabe ločljivosti in točnosti. Istega leta so dokončali približno 1/3 *DMR*-ja 100. Prepočasna izdelava in dejstvo, da posamezni izvajalci niso dosledno upoštevali standardov zajema, sta bila razlog, da so nekatere planerske organizacije, npr. Razvojni center Celje, začele izdelovati lastne, lokalne digitalne modele višin.

Med letoma 1977 in 1978 je lastništvo *DMR*-ja 100 in *DMR*-ja 500 prešlo z Geodetskega zavoda SRS na Republiško geodetsko upravo. Še leta 1978 so predvidevali, da bodo *DMR 100* dokončali leta 1981, vendar so ga dokončali šele leta 1984 in nato do leta 1997 odstranjevali grobe napake. Na začetku izdelave in morda tudi še leta 1984 je bil *DMR 100* dosežek, ki je bil omembe vreden v evropskem in svetovnem merilu. Zanj je vladalo veliko zanimanje strokovnjakov in potencialnih uporabnikov. Dejanski odziv in uveljavitev pa sta bila slabša. Morda je k temu prispevalo slabo trženje ter neprijazen zapis podatkov za neposredno uporabo v sistemih CAD ali GIS. V zadnjih desetih letih je bila uporabnost *DMR*-ja 100 gotovo manjša prav zaradi njegove premajhne ločljivosti ter natančnosti in točnosti.



Slika 1: Vizualizacija kakovosti *DMR*-ja 100 s pomočjo simulacije vidnosti Monte Carlo z oddajnika na Krimu (6000 krat 16 000 m) pri upoštevanju kakovosti modela. Prikaz je zavrten tako, da je na levi jug, na desni pa sever.

4. RAZPRAVE O IZDELAVI DMR-JA OD SEDEMDESETIH DO KONCA DEVETDESETIH LET

V osemdesetih letih prejšnjega stoletja se je neizpodbitno pokazalo, da obstoječi DMR 100 ne ustreza več večini potreb po kakovostnih analizah. Poleg tega ni bil primeren niti za izdelavo primernih kartografskih podlag za večja, podrobnejša merila 1 : 50 000 in več, kar je vedno bolj aktualno. Za njegovo neprimerno uveljavitev je bila morda kriva tudi napačna »geodetska filozofija« (Rihtaršič in Fras, 1991), preobremenjena s previsoko metrično natančnostjo. Prav to je bil eden izmed razlogov, da do izdelave novega DMR-ja nikakor ni prišlo. Visokoleteči cilj, tj. izdelati DMR z ločljivostjo vsaj 25 m in višinsko natančnostjo vsaj 5 m za celotno Slovenijo, je bil takrat neuresničljiv zaradi visokih stroškov in danih tehničnih zmogljivosti ter zaradi drugih, »pomembnejših« projektov na področju geodezije. Kljub vsemu je razvoj osebnih računalnikov na koncu osemdesetih let omogočil (nepričakovan) kratkotrajen razcvet uporabe DMR-ja 100 (Radovan, 1992b).

V začetku devetdesetih let so bile predstavljene nove ideje in rešitve za izdelavo DMR-ja Slovenije. Rihtaršič in Fras (1991) sta jih opisala v edini knjigi o teoretičnih osnovah in uporabi DMR-ja v slovenščini. Napravljen je bil tudi koncept izdelave zbirke digitalnih podatkov reliefa (Rihtaršič, 1992). Zatem ni bilo več zaslediti dejavnosti M. Rihtaršič na področju DMR-ja, za kar je bil morda kriv njen za tiste čase preveč »radikalen« pristop k izdelavi DMR-ja za večino »starih« geodetov, »ki o DMR-ju že vse vedo«.

Leta 1991 so na Ministrstvu za varstvo okolja RS razpisali natečaj za izvedbo projekta digitalnega informacijskega sistema reliefa, kjer se je s svojo zamisljivo prijavi IGF (Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo, danes Geodetski inštitut Slovenije – GI) in izdelal testni primer pravega DMR-ja za okolico Šentjerneja pri Kostanjevici (Radovan, 1992a).

Leta 1994 je kazalo, da se bodo končno končali zapleti z izdelavo novega DMR-ja. Takrat sta namreč Geodetska uprava RS in Geoinformacijski center RS pričela z novimi aktivnostmi za izvedbo projekta vzpostavitve »digitalnega modela reliefa RS«. V omenjeni projekt se je želela vključiti tudi Geodetska zbornica. Pri pobudi za izdelavo DMR-ja so sodelovali IGF (Radovan et al., 1994), podjetje Igea, d. o. o. (Fras, 1994) ter Ministrstvo za okolje in prostor (Rozman, 1995). Geodetska uprava je povzela in obdelala ekspertize o možnostih izdelave ter izdelala anketo med potencialnimi uporabniki (Stanonik, 1995), s katero so analizirali njihove želje in potrebe.

V okviru dejavnosti izdelave novega DMR-ja je bil na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo (FGG) v Ljubljani konec aprila leta 1995 na povabilo IGF, FGG in Geoinformacijskega centra MOP RS na obisku K. Kraus s Tehniške univerze na Dunaju. V ta namen so organizirali okroglo mizo na temo »Strokovne možnosti izdelave kvalitetnega DMR-ja Slovenije«. Kraus je v predavanju z naslovom »Od digitalnega modela reliefa k topografskemu informacijskemu sistemu« (Radovan, 1995) predstavil avstrijske izkušnje pri izdelavi DMR-ja. Izdelava avstrijskega DMR-ja je temeljila (in tudi še danes) na osnovi zajema podatkov raztresenih točk ter značilnih črt in točk z analitičnimi fotogrametričnimi instrumenti.

Pobuda izdelave DMR-ja iz let 1994 in 1995 je na žalost zamrla pri izvedbi projekta, čeprav so bili v načrtu animacija potencialnih uporabnikov, aktivnosti glede pridobitve sredstev za projekt

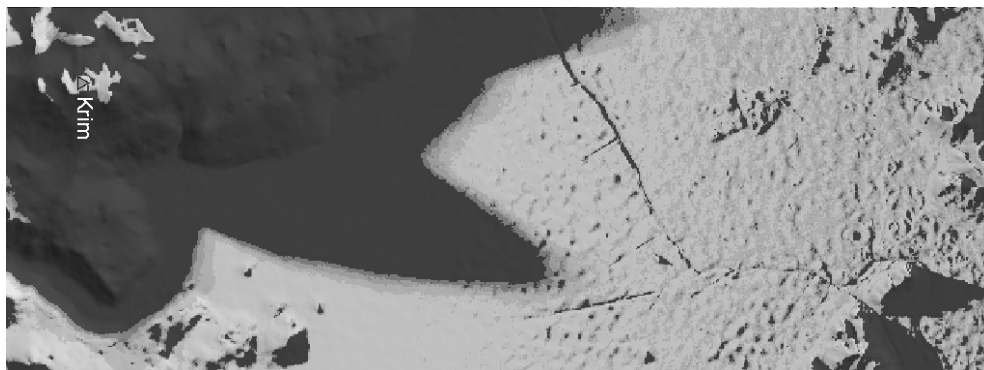
ter oblikovanje končnega besedila o projektu izdelave novega DMR-ja. Edini (delni) rezultat omenjene pobude je izdelava digitalnega modela višin z ločljivostjo 25 m (*DMR 25*), ki so ga začeli izdelovati leta 1995 kot DMR 40, skupaj z digitalnimi ortofoto načrti merila 1 : 5000 (DOF 5). Več izvajalcev bo delo predvidoma dokončalo do leta 2003 za celotno območje Slovenije.

Predvsem zaradi neuspeha izdelave kakovostnega DMR-ja Slovenije so se z razcvetom novih tehnologij zajema podatkov pred leti pojavili lokalni kakovostni digitalni modeli višin za določene potrebe posameznih uporabnikov (*DMR 10* mesta Ljubljane, digitalni modeli višin v okolici novih cest ipd.). Prav tako zasledimo na posameznih območjih poskuse za izdelavo laserskega DMV-ja. Ministrstvo za obrambo RS pa uporablja za potrebe vojske iz satelitskih posnetkov SPOT izdelan DMV z ločljivostjo 20 m za vso Slovenijo in okolico, vendar njegova kakovost ni visoka (Rozman, 2000; Podobnikar, 2001). Omeniti velja tudi izdelavo detajlnega DMV-ja Triglavskega narodnega parka iz predhodno vektoriziranih TTN 5 in 10 (Dobravec, 2000).

Pri testiranju, popravkih, izdelavi nekaterih programov ter priključitvi digitalnih modelov višin okolice Slovenije je bil ves čas aktiven IGF. Neodvisno od vseh diskusij in polemik o izdelavi novega DMR-ja je bila leta 1997 napisana knjiga oz. učbenik o geografskih informacijskih sistemih (GIS) (Kvamme et al., 1997). Dva razdelka opisujeta osnovna načela DMR-ja, od izdelave do možnosti uporabe in analiz v okviru GIS-ov.

5. REZULTATI NA PRELOMU TISOČLETJA

Okoli leta 2000 se je po dolgem sušnem obdobju na področju izdelave DMR-ja Slovenije spet začelo premikati. Pred nekaj leti je bila predstavljena radarska interferometrija kot ena izmed možnih tehnik za izdelavo solidnega digitalnega modela višin (Oštir, 1998). Omenjena metoda je nekoliko manj natančna alternativa izdelavi DMV-ja s stereoposnetki SPOT.

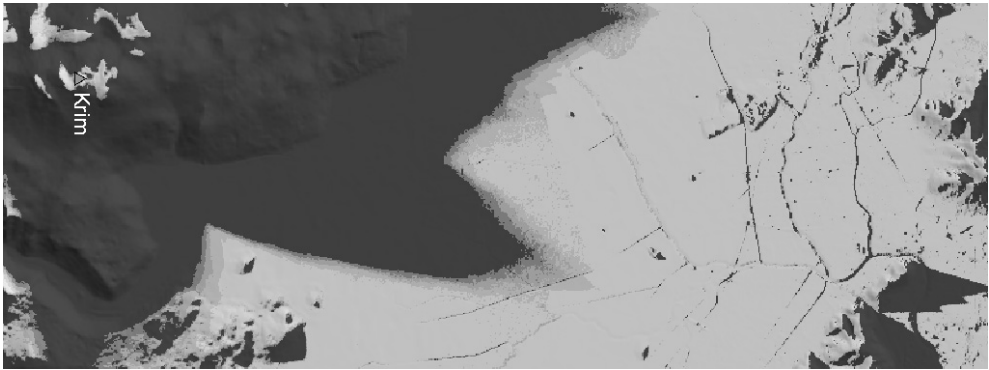


Slika 2: Vizualizacija kakovosti InSAR DMV 25 s pomočjo simulacije vidnosti Monte Carlo z oddajnika na Krimu (6000 krat 16 000 m) pri upoštevanju kakovosti modela. Prikaz je zavrten tako, da je na levi jug, na desni pa sever.

V letih 1999 in 2000 je bil na Znanstvenoraziskovalnem centru Slovenske akademije znanosti in umetnosti (ZRC SAZU) izdelan Interferometrični digitalni model višin s celično mrežo ločljivosti 25 m (*InSAR DMV 25*; slika 2). Točnost nadmorskih višin je bila nekaj več kot 5 m, kar je bilo

precej bolje od takrat aktualnega DMR-ja 100 in blizu kakovosti, želeni pri novem DMR-ju (Oštir, 2000; Stančič et al., 2000a; Oštir et al., 2000). InSAR DMV 25 je bil torej prvi (javni) model višin po starem DMR-ju 100, ki je pokrival vso Slovenijo.

Nov okvir za izdelavo pravega DMR-ja je bil izdelan po pogovorih M. Podobnikarja z Geodetske uprave RS z avtorjem tega prispevka v začetku leta 1998, z delovnim naslovom »Model reliefa iz obstoječih in nastajajočih podatkovnih nizov«. Njegovo mnenje je bilo, da znajo le geodeti izdelati pravi model reliefa, ki naj bi se po možnosti razvijal na osnovi izbranih podatkov. Pri tem je bilo na Geodetski upravi na razpolago že precej digitaliziranih, vektorsko strukturiranih podatkov, tako da se je kar sama po sebi ponujala ideja o vključitvi obstoječih podatkov v izdelavo DMR-ja. Po drugi strani pa je bilo mnenje nekaterih na Geodetski upravi, da zadošča zbiranje podatkov za modeliranje reliefa v obliki digitalne zbirke, iz katere bi lahko vsak potencialni uporabnik sam, po želji izdeloval DMR.



Slika 3: Vizualizacija kakovosti DMV-ja 20 s pomočjo simulacije vidnosti Monte Carlo z oddajnika na Krimu (6000 krat 16 000 m) pri upoštevanju kakovosti modela. Prikaz je zavrten tako, da je na levi jug, na desni pa sever.

V okviru omenjenega dogajanja sem ob podpori Z. Stančiča začel raziskave o možnostih izdelave DMR-ja iz obstoječih geodetskih podatkov na ZRC SAZU, ki sem jih nadaljeval pri K. Krausu na Tehniški univerzi na Dunaju. Nekateri prvi rezultati pobude so objavljeni v virih Podobnikar (1999), Stančič et al. (1999) in Podobnikar et al. (2000). Ideja o izdelavi novega DMR-ja Slovenije je počasi zorela tudi na Geodetski upravi RS. Konec leta 2000 smo na ZRC SAZU ter na Geodetskem inštitutu Slovenije izdelali projektno dokumentacijo z naslovom »Digitalni model reliefa Slovenije« kot podlago za izvedbo novega projekta (Radovan et al., 2000). Geodetska uprava RS je v letu 2001 na osnovi te dokumentacije naročila izdelavo novega digitalnega modela reliefa (DMR) Slovenije. Trenutno ga je pod imenom DMV 20 izdelano za približno 1/8 celotnega površja Slovenije in bližnje okolice, ki zaobjema osrednji del Slovenije (Podobnikar et al., 2001; slika 3).

6. SKLEP

V Sloveniji imamo dolgoletno tradicijo pri izdelavi digitalnih modelov reliefa za celotno državo. Na razpolago imamo dovolj znanja, izkušenj in primernih podatkov za izdelavo dobrega modela reliefa. Predvsem z zasnovo izdelave DMR-ja 100 smo bili v začetku 70. let prejšnjega stoletja

celo v svetovnem vrhu. Trenutno ima Geodetska uprava RS v svoji ponudbi naslednje digitalne model višin, ki pokrivajo vso Slovenijo:

- InSAR DMV 25 - izdelan z radarsko interferometrijo, geomorfološko homogen, višinska natančnost okoli 5,5 m (Stančič et al., 2000a);
- InSAR DMV 100 - nadomestilo za stari DMR 100, izdelan s prevzorčenjem InSAR DMV 25, geomorfološko homogen, višinska natančnost okoli 6,5 m (Stančič et al., 2000b);
- DMR 25 - izdelan fotogrametrično kot »stranski« proizvod izdelave DOF 5, geomorfološko nepredvidljiv in nehomogen, lokalno visoka višinska natančnost v povprečju do okoli 3,1 m (Podobnikar, 2001; Podobnikar et al., 2001b);
- DMV 20 - pokrival bo tudi okolico Slovenije, izdelan iz različnih geodetskih podatkov, geomorfološko homogen, višinska natančnost med 3,2 in 3,4 m; trenutno izdelanega za približno 1/8 Slovenije, predvidoma bo dokončan leta 2005 (Podobnikar et al., 2001a).

Z inovativnimi pristopi iz obstoječih geodetskih podatkov izdelujemo (Podobnikar et al., 2001b) DMR Slovenije, s katerim se lahko po tridesetih letih spet spogledujemo z dosežki razvitejših držav. Največja prednost omenjenega modela je odprtost v smislu učinkovite možnosti nadgradnje z morebitnimi novimi podatki. S takim pristopom lahko z relativno nizkimi stroški pridemo do modela reliefa visoke kakovosti. Nezanemarljiv doprinos uporabe tovrstne metodologije izdelave DMR-ja pa so tudi natančno ovrednoteni in popravljene viri podatkov, uporabljeni pri izdelavi.

Nadaljnji razvoj izdelave DMR-ja Slovenije je odvisen predvsem od želja in zahtev potencialnih uporabnikov, možnosti glede na razvoj tehnologije in znanja ter glede na posluš in zmožnost ponudnikov (npr. Geodetske uprave RS).

LITERATURA

- Banovec, T., Lesar, A., *Prostorsko informacijski sistem SR Slovenije /PIS SRS/ - II. faza, elaborat št. 2, Digitalni model reliefa. (Sodelavci: Bergant B., Culav L., Ferjan M., Podobnikar M., Slatnar A., Stare N., Šivic, P.) Geodetski zavod SRS, 1975*
- Dobravec, J., *Postopek izdelave digitalnega modela reliefa Triglavskega narodnega parka. Geodetski vestnik, 2000, letnik 44, št. 4, str. 384-389*
- Doyle, F.J., *Digital Terrain Models: An Overview. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1978, letnik 44, št. 12, str. 1481-1487*
- Fras, Z., *Možnosti izdelave digitalnega modela reliefa R Slovenije - ekspertiza, Igea, d. o. o., december 1994*
- Korošec, B., *Naš prostor v času in projekciji : Oris razvoja zemljemerstva, kartografije in prostorskega planiranja na osrednjem Slovenskem. Geodetski zavod SRS, 1978*
- Kvamme, K., Oštir-Sedej, K., Stančič, Z., Šumrada, R., *Geografski Informacijski Sistemi. ZRC SAZU, 1997*
- Oštir, K., *Izdelava modela višin z radarsko interferometrijo. Krevs, M., Perko, D., Podobnikar, T., Stančič, Z. (ur.): Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1997-1998. ZRC SAZU, 1998, str. 243-252*
- Oštir, K., *Analiza vpliva združevanja radarskih interferogramov na natančnost modelov višin in premikov zemeljskega površja. Doktorska disertacija, FGG, Oddelek za geodezijo, Univerza v Ljubljani, 2000*
- Oštir, K., Podobnikar, T., Stančič, Z., Mlinar, J., *Digitalni model višin Slovenije InSAR DMV 25. Geodetski vestnik, 2000, letnik 44, št. 4, str. 374-383*
- Perko, D., *Analiza površja Slovenije s stometriškim digitalnim modelom reliefa. V zbirki: Geografija Slovenije 3. Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Založba ZRC, 2001*

- Podobnikar, T., *Le z natančnim DMR moremo izvajati učinkovite prostorske analize : kakovostni digitalni model reliefa za Slovenijo. Delo, 27. oktober 1999, leto 41, št. 250, str. 14*
- Podobnikar T., Stancič Z., Oštir K., *Data integration for the DTM production. Kosmatin Fras M., Mussio L., Crosilla F. (ur.): ISPRS, Proceedings of the Workshop: International cooperation and technology transfer, Ljubljana, 2.-5. februar 2000, IGF, Ljubljana. vol. XXXII, part 6W8/1, 2000, str. 134-139*
- Podobnikar T., *Digitalni model reliefa iz geodetskih podatkov različne kakovosti. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, FGG, Oddelek za geodezijo, 2001*
- Podobnikar T., Oštir K., Stancič Z., Modrijan, D., *Izdelava digitalnega modela reliefa Slovenije – elaborat projekta, 2001a*
- Podobnikar T., Stancič Z., Oštir K., Mlinar J., *Digitalni model reliefa Slovenije iz raznih geodetskih podatkov. Geodetski vestnik, 2001b, letnik 45, št. 3, str. 341-352*
- Radovan, D., *Digitalni informacijski sistem reliefa. Projekt Kompiuterizacija evidenc geodetske službe, Elaborat metodološko tehnoloških rešitev nastavitve in vzdrževanja, Razvojna naloga MVOUP in RGU, Izvajalec IGF, 1992a*
- Radovan, D., *Kako tudi s slabšim DMR do uspešnih aplikacij. Pak, M. (ur.): Geografski informacijski sistemi v Sloveniji. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete, Dela 9, 1992b, str. 108-117*
- Radovan, D., Kosmatin Fras, M., Mravlje, D., Oven, K., Pečnik, S., Petrovič, D., *Možnosti izdelave digitalnega modela reliefa Slovenije – ekspertiza, IGF, december 1994*
- Radovan, D., *Obisk prof. dr. Karla Krausa v Ljubljani. Geodetski vestnik, 1995, letnik 39, št. 2, str. 119-121*
- Radovan, D., Kosmatin Fras, M., Podobnikar, T., Stancič, Z., Oštir, K., *Digitalni model reliefa Slovenije – priprava projektne dokumentacije : elaborat projekta, Geodetski inštitut Slovenije: ZRC SAZU, 2000*
- Rihtaršič, M., Fras, Z., *Digitalni model reliefa. 1 del: teoretične osnove in uporaba DMR. Univerza v Ljubljani, FAGG – KFK, 1991*
- Rihtaršič, M., *Nastavitev baze digitalnih podatkov reliefa na osnovi analogno/digitalne pretvorbe topografskih kart. Magistrska naloga, FGG, Oddelek za geodezijo, Univerza v Ljubljani, 1992*
- Rozman, J., *Možnosti izdelave digitalnega modela reliefa R Slovenije – študija, Ministrstvo za okolje in prostor, januar 1995*
- Rozman, J., *Digitalni model reliefa in satelitske ortofoto karte. Geodetski vestnik, 2000, letnik 44, št. 3, str. 185-195*
- Stancič, Z., Oštir, K., Podobnikar, T., *1. Poročilo o rezultatih testiranja nekaterih podatkov Geodetske uprave RS. 2. Možnost izdelave DMR-ja iz obstoječih podatkov Geodetske uprave RS – študija, naročnik Geodetska uprava RS, izvajalec ZRC SAZU, 1999*
- Stancič, Z., Podobnikar, T., Oštir, K., Veljanovski, T., *Izdelava digitalnega modela višin z radarsko interferometrijo : končno tehnično poročilo, naročnik Geodetska uprava RS, Ljubljana, izvajalec ZRC SAZU, 2000a*
- Stancič, Z., Podobnikar, T., Oštir, K., *Izdelava DMV 100 – elaborat projekta, naročnik Geodetska uprava RS, izvajalec ZRC SAZU, 2000b*
- Stanonik, B., *Digitalni model reliefa Republike Slovenije. Pregled možnosti in zahtev. Geodetska uprava RS in Geoinformacijski center, 1995*

dr. Tomaž Podobnikar, univ. dipl. inž. geod.
 Znanstvenoraziskovalni center SAZU,
 Novi trg 2, SI-1000, Ljubljana, Slovenija
 e-pošta: tomaz@zrc-sazu.si

Recenzija: Stane Cerar, Niko Čížek

Prispelo v objavo: 2. avgust 2002