

IZDELAVA IN VZDRŽEVANJE DIGITALNEGA MODELA RELIEFA SLOVENIJE Z INTEGRACIJO OBSTOJEČIH VIROV

PRODUCTION AND MAINTENANCE OF DIGITAL ELEVATION MODEL OF SLOVENIA WITH DATA INTEGRATION

Tomaž Podobnikar, Jurij Mlinar

UDK: 004.6:528.94:659.2:91(497.4)

IZVLEČEK

Leta 2005 je Znanstvenoraziskovalni center SAZU po naročilu Geodetske uprave Republike Slovenije izdelal celovit sistem za vzdrževanje digitalnega modela reliefa (DMR) z vedno novimi, kakovostnejšimi podatki o reliefu. Sistem je relativno enostaven in transparenten. Na podlagi inovativne metodologije je bil z integracijo obstoječih virov o reliefu izdelan nov model za območje Slovenije in okolice z ločljivostjo 12,5 m. Model je zaradi združevanja več kot 25 različnih podatkovnih slojev nekakšen nehomogen kolaž, vseeno pa je tako z metričnega kot tudi geometričnega (geomorfološkega) vidika boljši od posameznih podatkovnih virov. V nadaljevanju projekta izdelave DMR želimo izdelano metodologijo prenesti v prakso in tako vzpostaviti učinkovit sistem vzdrževanja podatkov o reliefu.

Klasifikacija prispevka po COBISS-u: 1.03

ABSTRACT

In 2005, to the order of the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, the Scientific Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts elaborated an integral system for data maintenance: the Digital Elevation Model with new, qualitative terrain data. The system is relatively simple and transparent. With integration of the existing data and on the basis of innovative methodology, for the territory of Slovenia and its surroundings a new digital elevation model was produced with a resolution of 12.5 m. Due to pooling of more than 25 data sets the model is a sort of collage, which is, from the metrical and geomorphological points of view, of better quality than the best source data available. A further challenge is to put the elaborated methodology and procedures of digital elevation model production into practice.

KLJUČNE BESEDE

digitalni model reliefa, integracija podatkov, geografski informacijski sistem, Slovenija

KEY WORDS

digital elevation model, data integration, geographical information system, Slovenia

1 OD ANALOGNIH KART DO DIGITALNIH MODELOV

Pomanjšan model pokrajine je osnova za učinkovitejše poznavanje in obvladovanje prostora. Že pred več kot 30 000 leti si je človek pomagal z vzpenjanjem na vzpetine ali z označevanjem okolja, kasneje pa tudi z gradnjo vedno višjih zgradb ter z izbiro poteka poti, s katerimi je iz družbeno-ekonomskega vidika lažje kontroliral prostor. Zanimivo je, da je bil vojaški poraz v sedemletni vojni Avstrije proti Prusiji (1756–1763) povod za izdelavo natančnih vojaških kart, na kakršnih je imela predstavitev zemeljskega površja pomembno vlogo. Za verodostojen prikaz je bilo pomembno dobro obvladovanje geometrije in kartografije na splošno. Topografske karte,

nekdaj v analogni, danes v digitalni obliki, so pravzaprav pripravnih ploski mediji, ki poleg drugih informacij vsebujejo tudi podatke o reliefu. Danes izdelujemo karte, tiskane na papir, predvsem zato, ker smo se jih kot take naučili brati že v preteklosti in ker so v vsakdanjem življenju veliko bolj praktične od elektronskih zaslonov.

Vseeno pa so elektronski mediji z ustrežno programsko opremo pripravnnejši za dinamične prikaze površja v različnih perspektivah. Iz digitalnega modela reliefa (DMR) lahko z ustreznim programskim orodjem izračunamo naklone (nagibe), ga senčimo ali pa uporabimo za hidrološke analize, modele erozij, za simulacijo vremena ipd. Z enostavno upodobitvijo lahko z natančnim DMR razpoznavamo podrobnosti, ki so na običajnih topografskih kartah prikazane s posebnimi kartografskimi pogojnimi znaki in ne le s plastnicami (Podobnikar, 2006a). Opazujemo lahko dejavnosti človeka, kot so obsežni obrambni nasipi prazgodovinskih gradišč, še posebej pa neprimerno večje novejša posege v prostor, kot so kamnolomi in peskokopi, odlagališča odpadkov, železniško in cestno omrežje z večjimi nasipi in useki, še zlasti avtoceste kot največji poseg v površje (Podobnikar, 2006c).

Državni model reliefa Slovenije nastaja in ga izpopolnjujemo že več kot tri desetletja. Prve raziskovalne ideje o izdelavi DMR Slovenije so stekle konec šestdesetih let prejšnjega stoletja na Geodetskem zavodu SRS (Banovec in Lesar et al., 1975). Za prvi poskus zajema višinskih podatkov v pravilno celično mrežo štejemo izdelavo relativnega reliefa občine Domžale v merilu 1 : 150 000. Pri omenjenem poskusu je šlo za ročni zapis višin v obliko, primerno za digitalizacijo. Leta 1973 so na Geodetskem zavodu SRS začeli, na takratni Republiški geodetski upravi pa nadaljevali, z izdelavo DMR 100 z ločljivostjo 100 m. Vir za njegovo izdelavo so bili Temeljni topografski načrti v merilu 1 : 5000 in 1 : 10 000. DMR 100 je bil dosežek, vreden omembe v evropskem in svetovnem merilu. Zanj je vladalo veliko zanimanje strokovnjakov in potencialnih uporabnikov. Leta 1995 je več geodetskih podjetij po naročilu Geodetske uprave RS začelo z letalskih posnetkov izdelovati DMR 25. Z njim je bila leta 2001 prekrita vsa Slovenija. Sloj je lokalno zelo natančen, geomorfološko pa dokaj nehomogen. Leta 2000 je bil na Znanstvenoraziskovalnem centru SAZU z radarsko interferometrijo iz satelitskih posnetkov izdelan InSAR DMV 25 (Oštir et al., 2005). Model je v povprečju manj natančen kot DMR 25, vendar pa geomorfološko homogen za vso Slovenijo in brez opaznejših grobih napak.

2 IZDELAVA DMR SLOVENIJE IZ OBSTOJEČIH PODATKOV

Geodetska uprava in druge institucije hranijo veliko kakovostnih podatkov o reliefu, ki so bili v zadnjih desetletjih zajeti izključno za izvedbo določenih nalog (Podobnikar, 2001). Podatke so zajemale različne institucije po različnih standardih. Taki podatki sčasoma zastarajo, saj se jih po zaključku projekta praviloma ne vzdržuje več. S tem izgubljammo podatke, ki vsebujejo lokalno boljše informacije o reliefu kot najboljši DMR za celotno državo. Iz takih podatkov bi bilo možno izdelati model, ki bi bil precej boljši od obstoječih modelov, in to brez vsakršnega novega zajemanja podatkov (Podobnikar, 2001, 2005). Na žalost pa vsebuje večina teh podatkov grobe ali celo sistematične napake, metapodatki pa so težko primerljivi med seboj. Problem izvedbe omenjene ideje je med drugim predstavljalo uveljavljeno pravilo, ki pravi, da pri integriranju podatkov ne

smemo medsebojno mešati podatkov različne kakovosti. Vseeno je bila postavljena hipoteza, da je možno s primerno obravnavo podatkov odpraviti grobe in sistematične napake, izpostaviti najboljše lastnosti obstoječih virov in jih integrirati v model, ki bi bil v celoti boljši od posameznega vira (Podobnikar, 1999, 2001, 2002a, 2002b, 2005, Podobnikar in Mlinar, 2006a).

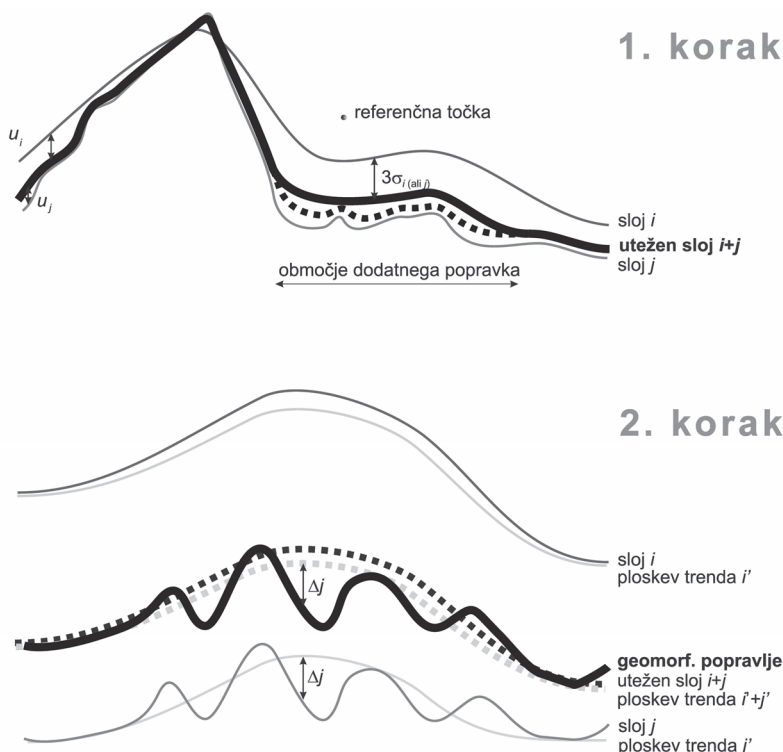
Z izvedbo projekta izdelave DMR Slovenije smo pripravili metodologijo, ki zajema celovit sistem za vzdrževanje modela reliefa z novimi, kakovostnejšimi podatki o reliefu. Metodologija je zasnovana tako, da podpira tako lokalno vzdrževanje modela reliefa na območjih, ki pokrivajo le manjši del Slovenije, kot tudi vzdrževanje na celotnem območju Slovenije. Izdelano metodologijo za vzdrževanje modela reliefa smo v preteklih letih temeljito preizkusili (Podobnikar, 1999, 2001, 2002a, 2002b, 2005; Podobnikar et al., 2001). Leta 2002 je bil na podlagi zastavljene metodologije izdelan prototipni DMR ločljivosti 20 m za osrednji del Slovenije. Na podlagi teh izkušenj je bil na Inštitutu za antropološke in prostorske študije Znanstvenoraziskovalnega centra SAZU v letih od 2003 do 2005 izdelan za Slovenijo in širšo okolico še natančnejši in bolj izpopolnjen Digitalni model reliefa Slovenije, ločljivosti 12,5 m.

Viri za izdelavo novega DMR Slovenije so bili vsi, ki vsebujejo trirazsežne podatke o površju, poleg tega pa tudi dvorazsežni podatki, ki dodatno opisujejo obliko zemeljskega površja, kot sta rečno ali cestno omrežje. V DMR Slovenije je bilo vključenih več kot 25 različnih virov, zajetih od leta 1947 dalje, in sicer modeli reliefa z ločljivostjo od 10 do 600 m, digitalizirane izohipse in sloji cest različnih meril, geodetske točke ipd. Če smo natančnejši, gre za TOPO 25-relief, -hidrografija, -ceste, -železnice (zbirka topografskih podatkov za Državno topografsko karto v merilu 1 : 25 000), DTK 5-relief, -hidrografija, -ceste, -zemljišča v posebni rabi, -vegetacija (zbirka topografskih podatkov za izdelavo kart v merilu 1 : 5000), DMR 100 (model reliefa z ločljivostjo 100 m), DMR 25, DMR 10 slovenske obale, geodetske točke, zemljiškokatastrske točke, točke državne meje, točke in poligoni iz Katastra stavb – vsi naštetih podatki so last Geodetske uprave RS. Nadalje so bile uporabljene vektorizirane izohipse Triglavskega narodnega parka, DMR 10 Mestne občine Ljubljana, SRTM 90 ter GTOPO 30 kot globalna modela reliefa z United States Geological Survey. Uporabili smo tudi podatke Evidence rabe zemljišč Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, rabo tal, ki jo je pripravil Znanstvenoraziskovalni center SAZU, ter pokrovnost tal CLC 2000 z Ministrstva za okolje in prostor. Že iz tega seznama podatkov se da sklepati, da gre glede na kakovosti, formatu zapisa, kartografskih projekcijah ipd. za precej nehomogeno zbirko podatkov.

Izdelava modela reliefa je zasnovana na inovativnih pristopih in oplemenitena z izkušnjami iz »dobre prakse«. Osnovna zamisel obdelave različnih virov podatkov temelji na utežnem seštevanju virov z geomorfološkimi popravki. V modelu so uteži podatkov upošteevane glede na statistično testirane vire, geomorfološke lastnosti pa ob upoštevanju vizualno ovrednotenih virov (slika 1).

Iz DMR-ja Slovenije smo na koncu izdelali digitalne modele višin (DMV-je) z ločljivostjo 12,5 m, 25 m in 100 m. Bistvene značilnosti DMR Slovenije in posameznih modelov višin so:

- model je zaradi vključitve različnih virov nekakšen kolaž, kar pomeni, da se njegove lastnosti spreminjajo glede na kakovost (in količino) uporabljenih virov na določenem območju,
- ocenjena natančnost modela je 3,2 m za območje vse Slovenije, in sicer 1,1 m za ravnine,



Slika 1: Utežno seštevane virov z geomorfološkimi popravki. V 1. koraku upoštevamo uteži u_i in u_j izračunane glede na predhodno ovrednoteno kakovost posameznega sloja. Z utežnim seštevanjem slojev i in j izračunamo sloj $i+j$. V 2. koraku poenostavimo sloje i , j in $i+j$ tako, da izračunamo ploskve trendov i' , j' in $i'+j'$. Izračunamo razliko Δj med geomorfološko boljšim slojem j in njegovim trendom j' . Dobljeno razliko Δj prištejemo ploskvi trenda $i'+j'$ in dobimo geomorfološko popravljen utežen sloj DMR (Podobnikar, 2001).

2,3 m za gričevja, 3,8 m za hribovja in 7,0 m za gorovja pri ločljivosti 12,5 m (Podobnikar, 2006b),

- za vsako točko modela je znana potencialna natančnost ter delež vsakega uporabljenega vira,
- model pokriva tudi okolico Slovenije s skupno površino 55.087,5 km², kar je 2,7-kratna velikost države,
- uporabljeni so bili le obstoječi podatki brez zamudnega in dragega zajema,
- rezultati kontrole kakovosti so pregledni, pri čemer so vizualne in druge geomorfološke kontrole kakovosti enakovredne statističnim,
- skupaj s kontrolo kakovosti so bile odpravljene grobe in sistematčne napake vseh uporabljenih virov,
- metodologija izdelave omogoča vzdrževanje modela z novimi viri podatkov glede na natančno ovrednoten izdelan model z znanimi spremembami površja v preteklosti,
- podatki DMV-ja 12,5 so primerni za lokalne analize na območjih, kjer je kakovost večja, npr. na območju Ljubljane, DMV-ja 25 za analize na ravni regij in zahtevnejše analize na ravni

celotne države ter DMV-ja 100 za analize na ravni celotne Slovenije,

- poleg omenjenih DMV-jev obsega DMR Slovenije še plastnice z ekvidistanco 10 m, skelet z značilnimi črtami in točkami ter sloje o kakovosti uporabljenih virov.

3 VZDRŽEVANJE DMR SLOVENIJE

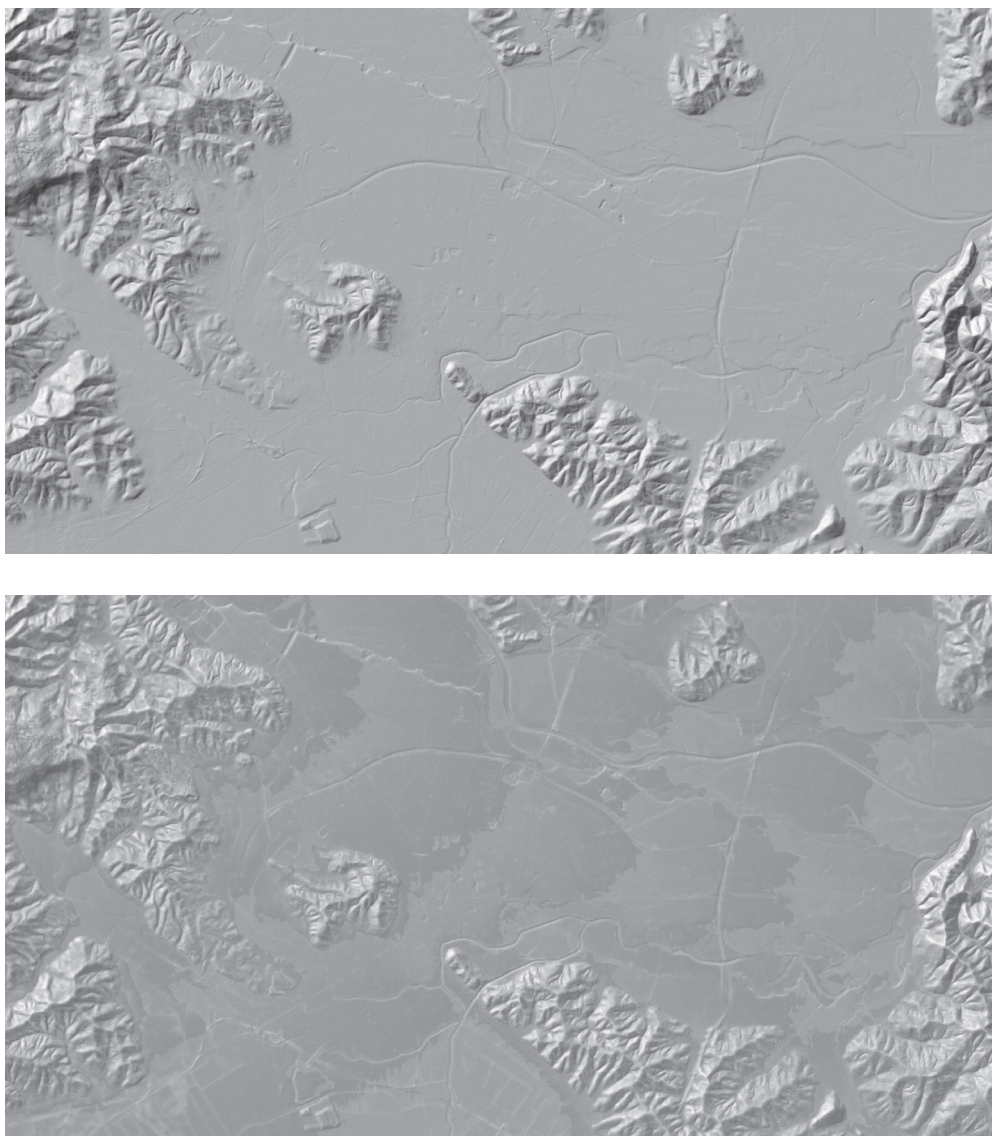
Tehnologija zajema podatkov o reliefu se izboljšuje, hkrati pa postaja cenejša. V naslednjih letih pričakujemo bolj natančne in podrobne podatke o reliefu. Tu moramo omeniti predvsem tehnologijo laserskega skeniranja, t. i. LiDAR, ki omogoča natančnost zajema podatkov površja nekaj 10 cm ali manj. Zavedati pa se moramo, da je tudi odboj laserskega signala odvisen od gostote in vrste vegetacije. Signal se pri skeniranju odbije od vegetacije na različnih višinah, nekaj pa ga tudi prodre skozi. Če hočemo dobiti pravo višino zemeljskega površja, moramo površje skenirati takrat, ko je propustnost laserskega signala skozi vegetacijo največja. Najugodnejše razmere za skeniranje so zato od pozne jeseni do pomladi (vendar ne v času snežne odeje). Vsekakor moramo signal s primernimi metodami filtrirati in dobljene podatke (odboje s površja) primerno interpolirati (izločiti tudi grajene objekte). Naloga je lažje rešljiva za ravninska kot za geomorfološko različno razgibana območja. Velika prednost laserskega skeniranja pred standardnimi metodami je v tem, da lahko z laserjem kot aktivnim senzorjem skeniramo ob vsakem vremenu, in to ponoči ali podnevi.

DMR Slovenije je nastavljen tako, da ga je mogoče vzdrževati z vedno novimi podatki reliefa. Omenjeni model reliefa namreč ni končni rezultat, ampak le prvi rezultat integracije podatkov reliefa Slovenije, ki bo periodično vzdrževan z vedno novimi viri. Pri tem lahko z relativno nizkimi stroški dosežemo vedno večjo kakovost modela. Metodologija vzdrževanja DMR-ja Slovenije sloni na natančnih metapodatkih o kakovosti posameznih modelov reliefa, ki nastopajo kot vir za izdelavo DMR-ja Slovenije (Podobnikar, 2005). Glede na to védenje se lahko odločamo med vključitvijo novih podatkov, ki jih sproti pridobivamo in so na razpolago, ter med novim, načrtnim in selektivnim zajemom podatkov na območjih, kjer je DMR slabši od zahtevane kakovosti. Vsekakor moramo vse nove vire pred uporabo celovito ovrednotiti z referenčnimi viri in jih po potrebi popraviti ob upoštevanju vizualnih in statističnih metod kontrole kakovosti (Podobnikar, 2002b).

Izdelava DMR-ja po opisani metodologiji temelji izrazito na predhodnih parametrih in znanju, pridobljenih v predhodnih fazah izdelave modela. Glede na dosedanje izkušnje pri izdelavi DMR-ja Slovenije želimo izpostaviti nekaj pomembnih napotkov pri vključevanju novih virov podatkov v model (Podobnikar in Mlinar, 2006b):

- metapodatki virov morajo biti kakovostno pripravljeni, vsebovati morajo dodatne parametre, pomembne za izdelavo DMR-ja Slovenije glede na razvito tehnologijo (kar je najmanj, parametri kakovosti morajo biti zanesljivi po standardih ISO za prostorske podatke),
- lastnik vira podatkov mora sodelovati z izvajalci in hkrati dobro poznati metodologijo in naravo dela,
- povezati se je treba z drugimi upravljavci prostorskih podatkov in vključevati njihove podatke, npr. z gradbeniki,

- upoštevati je treba pravila, ki se tičejo definicije DMR-ja – npr. mostovi in drugi grajeni objekti ne smejo biti del modela reliefa (Podobnikar, 2001),
- viri morajo biti neodvisni od predhodno uporabljenih podatkov pri izdelavi DMR-ja Slovenije, morebitna odvisnost mora biti podrobno opisana v metapodatkih,



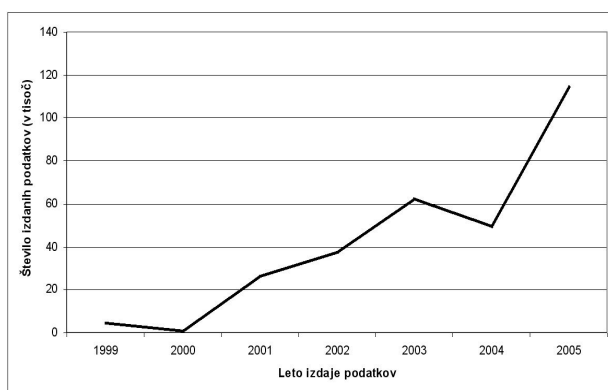
Slika 2: Vizualna kontrola kakovosti in interpretacija reliefa za okolico Ljubljane. Na sliki zgoraj je DMR 12,5 senčen, na sliki spodaj pa je senčen z dveh različnih smeri zahodnega in severnega kvadranta in pri različnih ločljivostih, robovi (grebeni) so poudarjeni, relativna višina z ekvidistanco 10 m je prikazana z bipolarnim diferenciranjem (Podobnikar, 2006a). Prikaz reliefa na spodaj vsebuje veliko različnih informacij, kljub temu se zelo dobro vidijo obrisi starih strug Ljubljanice in Save, kakor tudi posegi v prostor, npr. trase železnic, avtocest, deponije odpadkov, peskokopi, kamnolomi itd. Nad številnimi, izrazito vidnimi posegi zadnjih let v zemeljsko površje bi se morali zamisliti.

- na splošno mora biti postopek pridobivanja novih podatkov nadzorovan in transparenten, veskozi mora potekati celovita kontrola kakovosti (slika 2).

Že v letu 2007 bo po naročilu Geodetske uprave RS izdelan digitalni model višin z ločljivostjo 5 m in s predpisanim srednjim odklonom med 1 in 3 m (Geodetska uprava RS, 2005). V tem primeru bi, glede na sedanjo 1,1-m natančnost modela reliefa v ravninah, pričakovali natančnost vsaj 10 do 30 cm pri 5-m ločljivosti (tak model bi se lahko npr. uporabljal za simulacijo poplav), hkrati pa je na najbolj razgibanih kraških območjih in v zimzelenih gozdovih realno pričakovati natančnost, slabšo od 3 m. Upajmo, da bo izdelani DMR 5 kakovosten in transparentno podprt z ustreznimi metapodatkovnimi opisi in sloji ter da bo neodvisen od obstoječih virov, sicer bo integracija tega sloja po predstavljeni metodologiji v DMR Slovenije bistveno otežena (Podobnikar in Mlinar, 2006b). Geodetska uprava bo v naslednjih letih nadaljevala z zajemom podatkov za državno topografsko karto za raven merila 1 : 5000 – DTK 5. Podatke za DTK 5 zajemamo fotogrametrično iz stereoparov letalskih posnetkov (Geodetska uprava RS, 2006) in so izrednega pomena za izdelavo modelov reliefa, saj vključujejo tudi značilne črte v prostoru. To so predvsem podatki o strugah vodotokov in bregovih jezer ter območja večjih posegov v prostor (ceste in železnice). Vsi ti novi podatki o reliefu bodo ob premišljeni zasnovi lahko dober vir za integracijo v opisani sistem DMR-ja Slovenije.

4 ZAKJUČEK

Nadaljnji razvoj izdelave DMR Slovenije je odvisen predvsem od želja in zahtev potencialnih uporabnikov, razvoja tehnologije in znanja ter posluha in (z)možnosti ponudnikov. Uporaba podatkov o reliefu se iz leta v leto povečuje. Večina uporabnikov se ne zadovolji več s predstavitvami prostora z dvorazsežnimi podatki. Povečano uporabo podatkov potrjujejo tudi statistike o izdanih prostorskih podatkih na Geodetski upravi RS, ki kažejo na velik porast uporabe podatkov reliefa v zadnjih letih.



Graf 1: Letna količina izdanih podatkov DMR po enotah izdajanja podatkov (območje lista topografske karte 1 : 5000).

Rezultat projekta je DMR Slovenije s posameznimi modeli višin ločljivosti 12,5 m, 25 m in 100 m, ki pokrivajo območje Slovenije in njene okolice. Izdelana je metodologija, ki zagotavlja

kakovostno vzdrževanje modela reliefa z novimi podatki o reliefu. V prihodnje se moramo posvetiti izboljšanju prostorskih podatkov Geodetske uprave RS kot glavnim virom za izdelavo DMR-ja Slovenije. Brez ustreznih virov težko pridemo do kakovostnega rezultata, v našem primeru DMR 12,5. Predvsem je treba paziti, da ne bomo ponavljali starih napak in nadomeščali enega modela z drugim, ampak da bomo vzdrževali le en kakovosten model reliefa – DMR Slovenije. To je tudi osnovno načelo, ki izhaja iz zastavljene metodologije. Z vzdrževanjem DMR-ja Slovenije se bodo s časoma izboljševali tudi izhodni podatki iz zasnovanega sistema, digitalni modeli višin. S transparentno vodenjo izgradnje modela lahko pričakujemo vse večjo natančnost podatkov modelov višin in vse večjo ločljivost osnovne celice. S kakovostnejšimi modeli višin pa se približujemo potrebam tudi najbolj zahtevnih uporabnikov, ki za svoje delo potrebujejo visokokakovostne podatke o reliefu.

LITERATURA IN VIRI:

- Banovec, T., Lesar, A. et al. (1975). *Prostorsko informacijski sistem SR Slovenije /PIS SRS/ – II. faza, elaborat št. 2, Digitalni model reliefa*. (Sodelavci: Bergant, B., Čulav, L., Ferjan, M., Podobnikar, M., Slatnar, A., Stare, N., Šivic, P.) Geodetski zavod SRS, Ljubljana.
- Geodetska uprava RS (2006). *Zajem podatkov za državno topografsko karto 1 : 5000 (DTK 5). Operativna navodila za zajem topografskih podatkov*.
- Geodetska uprava RS (2005). *Tehnična dokumentacija za izdelavo DMR, aerosnemanje in ortofoto. Razpisna dokumentacija*.
- Oštir, K., Podobnikar, T., Stančič, Z., Mlinar, J. (2000). *Digitalni model višin Slovenije InSAR DMV 25*. *Geodetski vestnik*, 44/4.
- Podobnikar, T. (1999). *Le z natančnim DMR moremo izvajati učinkovite prostorske analize: kakovostni digitalni model reliefa za Slovenijo*. Delo, Ljubljana, 27. oktober 1999, 41/250.
- Podobnikar, T. (2001). *Digitalni model reliefa iz geodetskih podatkov različne kakovosti*. Doktorska disertacija, FG, Univerza v Ljubljani. Ljubljana.
- Podobnikar, T. (2002a). *Koncept izdelave novega digitalnega modela reliefa Slovenije*. *Geografski vestnik*, 74/1.
- Podobnikar, T. (2002b). *Metode vizualnih kontrol kakovosti prostorskih podatkov*. *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2001–2002*, Ljubljana.
- Podobnikar, T. (2005). *Production of integrated digital terrain model from multiple datasets of different quality*. *International journal of geographical information science*, 19/1.
- Podobnikar, T. (2006a). *DEM from Various Data Sources and Geomorphic Details Enhancement*. *Mountain Cartography Workshop, Bohinj* (v tisku).
- Podobnikar, T. (2006b). *Digitalni model reliefa Slovenije 12,5 m*. Medmrežje: <http://iaps.zrc-sazu.si/?q=node/70> (19. 5. 2006).
- Podobnikar, T. (2006c). *Karta površja Slovenije*. Geodetska uprava Republike Slovenije in Znanstvenoraziskovalni center SAZU.
- Podobnikar, T., Mlinar, J. (2006a). *Ločljivost velikosti povprečne stanovanjske hiše : kakovosten digitalni model reliefa Slovenije*. Delo, Ljubljana, 9. marec, 48/56.
- Podobnikar, T., Mlinar, J. (2006b). *Integriranje podatkov reliefa Slovenije*. *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2005–2006*, V: Perko, Drago (ur.), Nared, Janez (ur.), Čeh, Marjan (ur.), Hladnik, David (ur.), Krevs, Marko (ur.), Podobnikar, Tomaž (ur.), Šumrada, Radoš(ur.). *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2005-2006*. Ljubljana: Založba ZRC, 2006, str. 33-41, ilustr., zvd., graf. prikazi.
- Podobnikar, T., Stančič, Z., Oštir, K., Mlinar, J. (2001). *Digitalni model reliefa Slovenije iz raznih geodetskih podatkov*. *Geodetski vestnik*, 45/3.

dr. Tomaž Podobnikar, univ. dipl. inž. geod.

Inštitut za antropološke in prostorske študije ZRC SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana

E-pošta: tp@zrc-sazu.si

Jurij Mlinar, univ. dipl. inž. geod.

Geodetska uprava Republike Slovenije, Zemljemerska 12, 1000 Ljubljana

E-pošta: jurij.mlinar@gov.si

Prispelo v objavo: 5. september 2006

Sprejeto: 8. september 2006