

POSTOPEK IZDELAVE DIGITALNEGA MODELA RELIEFA TRIGLAVSKEGA NARODNEGA PARKA

Jurij Dobravec *

Izvleček

KLJUČNE BESEDE:
*digitalni model reliefa,
celična mreža, plastnice,
Triglavski narodni park*

Digitalni model reliefa, s katerim uporabnike oskrbuje Geodetska uprava Republike Slovenije, ne zadovoljuje potreb na področju varstva narave in prostorskega načrtovanja v Triglavskem narodnem parku. Na podlagi podatkov temeljnih topografskih načrtov v merilih 1 : 5000 in 1 : 10.000, predvsem plastnic in geodetskih točk, smo izdelali podatkovno bazo, v kateri je trenutno okrog 3,5 milijona točk. Ker položaj vsake od njih označujejo tri dimenzije, je iz njih mogoče s katerokoli metodo izdelati celično plast digitalnega modela reliefa od velikosti celice 10 m naprej.

Abstract

Preparing of digital elevation model in the Triglav national park area

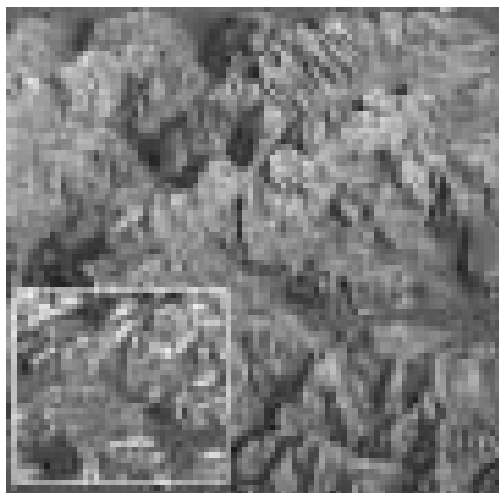
Digital elevation model (DEM) produced by Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia does not fulfil demands of the nature protection and physical planning management in the Triglav national park. For that reason the database of over 3.5 millions of 3D points was generated on the base of contour lines and geodetic points from topographical maps in scale 1 : 5000 and 1 : 10.000. Those points are used in DEM production by whichever method and of any grid size from 10 m above.

1. UVOD

Digitalni model reliefa (DMR), pravzaprav digitalni model površja oziroma višin, je ena od osnovnih in hkrati najbolj pogosto uporabljenih podatkovnih plasti v geografskih informacijskih sistemih (GIS) (Kvamme et al., 1997). Največkrat je to kvadratna celična mreža (grid) navideznega prostora, kjer ima vsak kvadrata določeno vrednost. Vrednost predstavlja nadmorsko višino.

V načrtih državnih kartografskih služb območje Triglavskega narodnega parka (TNP) ni prioritarno. Vzroka sta predvsem nizka gostota poseljenosti in majhno število sedanjih ali načrtovanih infrastrukturnih objektov. Pri rednem delu na upravi TNP, na primer pri pripravi nadomestil za sonaravno urejanje krajine, ugotavljanju mikroklimatskih razmer na rastiščih ogroženih vrst organizmov in podobno, potrebujemo natančnejše podatke kot so na

voljo, hkrati pa je treba celoten prostor parka obravnavati po enakih merilih. To sta glavna razloga, da parcialno izdelanega DMR 25, ki ga ponuja Geodetska uprava za večji del Slovenije, nismo mogli uporabiti. Tudi vojaški 20 m DMR je bil dokončan šele leta 1999 (Rozman, 2000), projekt zanj pa nam pred objavo končnega izdelka ni bil znan. V okviru sistemskega projekta Informacijska infrastruktura Triglavskega narodnega parka (Dobravec, 1996) smo leta 1998 sprejeli odločitev, da iz različnih dostopnih virov izdelamo lastno podatkovno bazo čim večjega števila lokacij (točk) z znano nadmorsko višino. Baza je odprtega tipa in jo lahko dopolnjujemo z novimi podatki.



Slika 1: Primerjava videza digitalnega videza digitalnega modela reliefa osrednjega dela Triglavskega narodnega parka pri natančnosti celice 10 m (glavna slika) in 100 m (manjša slika)

2. ZBIRANJE PODATKOV ZA DMR

Poglavitni del naloge je predstavljalo zbiranje podatkov o višinah, ki smo jih glede na vir in kvaliteto načrtovali zbrati v več podatkovnih slojev. Želeli smo si zbrati zadosti podatkov, da bi bilo na njihovi podlagi mogoče izdelati celično plast DMR z 10-metrsko natančnostjo. Pri načrtovanju projekta smo upoštevali predvsem dejstvo, da sta velikost mrežne celice in zanesljivost višin odvisni od kakovosti izbranega vira, izdelek pa delno od metode zbiranja podatkov. Za pripravo digitalnega modela reliefa poznamo vsaj tri načine zbiranja podatkov:

- čitanje višine na presečiščih kvadratne mreže iz plastnic podložene karte, na primer izdelava slovenskega državnega DMR 100 (GURS, 2000a),
- izdelava s stereo-fotogrametrično metodo, neposredno iz dveh sosednjih posnetkov iz zraka, na primer priprava DMR 25 (GURS, 2000b) in DMR 20 Slovenske vojske (Rozman, 2000),
- čitanje točkovnih ali linijskih podatkov različnih obstoječih papirnih zemljevidov, njihovo zbiranje v nepravilno mrežo in strojna interpolacija (ekstrapolacija) v kvadratno mrežo.

V našem primeru smo nedigitalne podatke iz različnih virov prevedli in zbrali v digitalno obliko in torej nismo zbirali že obstoječih digitalnih podatkovnih baz (prim. Podobnikar et al., 2000).

V postopku smo uporabili različne vire. Za osnovo smo izbrali Temeljne topografske načrte (TTN 1 : 5000 in TTN 1 : 10.000). Primerjava sloja reliefplastnice iz TK25 in TTN je pokazala, da zadnja vsebuje več detajlov, ki so pomembni za naše delo. Kvalitete virov nismo izdatneje preverjali, načeloma smo sprejeli dejstvo, da so te uradne državne rastrske karte najboljše možne. Ob samem delu so se na podloženih kartah pokazale mnoge napake in nedoslednosti. V nekaterih primerih smo napake pri prepisovanju lahko popravili, v primerih večjih nejasnosti pa podatkov nismo prenašali v digitalno bazo.

Na TTN smo ločili naslednje skupine podatkov o nadmorski višini:

- plastnice 100 m,
- vmesne plastnice 20 m,
- vmesne plastnice 10 m,
- pomožne plastnice 5 in 2,5 m,
- točkovne navedbe višin (kote),
- terase in prelomi,
- oznake grebenov,
- potek vodotokov.

V načrtu je bilo še zbiranje podatkov neposrednih meritev na terenu, bodisi geodetske izmere pri gradnjah ali meritev z GPS. Za vsako skupino podatkov iz navedenega seznama je bilo predvideno zbiranje v svoj podatkovni sloj. To je pomembno predvsem, ker:

- so si podatki izvorno različni (točke so merjene na terenu, plastnice so interpolirane ...) in zato različno kvalitetni in zanesljivi,
- je mogoče z medsebojno primerjavo plasti preverjati natančnost vnosa podatkov,
- je mogoče vsako plast dopoljevati ali spreminjati na specifičen način.

Primerjave polizdelkov DMR iz posameznih podatkovnih plasti smo uporabljali tudi za določitev parametrov (npr. stopnje tenzije, pomembnosti vpliva sosednjih točk ...) pri izdelavi delovnih in končnega celičnega modela v ustreznem modulu programske opreme.

3. IZDELAVA BAZE PODATKOV

Digitalizacija rastrske podlage je potekala ekransko. Najprej smo vektorizirali 100-metrške plastnice - predvsem z namenom lažjega pregledovanja poteka dela. Sledila je gostitev s plastnicami 20 m, kasneje pa smo pričeli z delom na plastnicah 10 in 5 m.

Za celotno območje TNP smo postopek dokončali do vektorizacije 20 m plastnic, in sicer iz treh glavnih razlogov:

- število lomnih točk je preseгло 3,500.000, kar predstavlja zelo veliko količino podatkov za obdelovanje z obstoječo opremo;
- strmi predeli, ki jih je v gorah veliko, so na kartah označeni s šrafuro, v kateri so plastnice slabo razpoznavne: napake v takih predelih bi bile velike;
- ugotovili smo, da so bile plastnice na podloženi karti ponekod dvojno interpolirane: preveč očitno se je nagib terena pogosto spremenil ravno na 100 m plastnici.

Na koncu smo vnesli na karti označene točke (kote) z določeno nadmorsko višino. Dobili smo torej tri podatkovne plasti: sloj 100-metrskih plastnic, sloj vmesnih 20-metrskih plastnic in sloj točk (kote).

4. PREVERJANJE KVALITETE DELA

Kvaliteto zbranih podatkov smo preverjali na pet načinov. Štirje so potekali v okviru ene plasti, pri enem pa smo uporabili medsebojno primerjavo posameznih slojev sprti izdelanih polizdelkov digitalnega modela.

1. postopek: opazovanje izrisovanja

Zaradi hierarhičnega načina dela, pri katerem smo najprej vektorizirali 100 m in nato 20 m plastnice, je bil binarni zapis združene baze postavljen v istem zaporedju. Napačno določitev atributa višine plastnice smo na namerno upočasnjenem računalniku lahko locirali med opazovanjem zaporedja izrisovanja: če smo 100 m obarvali z modro, 20 m pa z rdečo, so se morale najprej narisati modre.

2. postopek: barvna alternacija v različnih kombinacijah

Posamezne plastnice smo izmenično obarvali glede na atribut višine: metoda "1000-500-100-20" je služila odkrivanju grobih napak z opazovanjem morebitne neenakomerne sekvence barv, metoda "100-120" je pokazala napake podvajanja 100-metrskih plastnic, metoda "20 m izmenično" je služila ugotavljanju podvajanj istega atributa na dveh sosednjih plastnicah, in podobno. Na večje težave smo naleteli pri napakah prekrizanih plastnic.

3. postopek: medplastno preverjanje na izbranih območjih

Potekalo je kot primerjava celičnih plasti, izdelanih po isti metodi, vendar na podlagi različnih virov. Največ pozornosti smo namenili primerjavi med delovnim DMR, pridobljenim iz 20-metrskih plastnic in DMR iz točkovnih višinskih oznak (kot). Postopek smo izvajali le na območjih, kjer je bilo točkovnih oznak zadosti za interpolacijo v DMR.

4. postopek: preverjanje "črvastih" in "vulkanastih" struktur

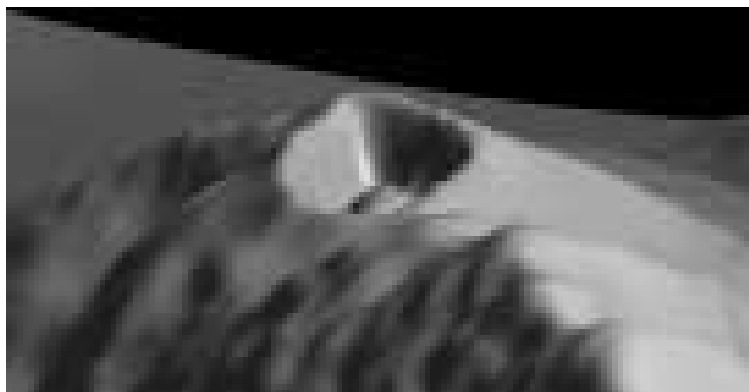
Iz delovnega DMR smo najprej prikazali osončenost. Na tistih mestih, kjer je bila višina plastnic napačno vnešena, smo ugotovili "črvasto" strukturo. Pri vrhovih gora in v kotanjah se je napačna razporeditev vrednosti nadmorske višine plastnic pokazala kot "vulkanasta" struktura.

5. postopek: primerjava teoretičnih in dejanskih vodotokov

Teoretične vodotoke smo izračunali iz delovnega DMR in jih primerjali z bazo osi vodotokov, izdelano na podlagi TTN. Ker vse tekoče vode tečejo navzdol ali so kvečjemu vodoravne, je bilo mogoče ugotoviti območja, kjer dobljeni DMR tega ne omogoča oziroma kaže občutne razlike glede na dejansko stanje (prim. Ivačič, 1998). Poseben problem pri tem postopku so ozke soteske, ker je na obstoječih zemljevidih nadmorska višina za take predele težko razpoznavna.

Ker je bil namen projekta zbrati za naše potrebe dovolj kvalitetno podatkovno bazo, zahtevnejših metod analize končnega izdelka (prim. Podobnikar, 1998) nismo uporabljali.

Slika 2: Primer napake, imenovane "vulkanasta struktura", ki nastane ob nepravilni določitvi vrednosti nadmorske višine skupini plastnic



5. ZAKLJUČKI

Zbrana podatkovna baza, ki jo lahko poljubno dograjujemo z novimi točkami ali sistematično odvezemamo skupine manj kvalitetnih podatkov, omogoča izdelavo DMR s poljubno metodo. Odprt model zapisa podatkov (ASCII y, x, z) omogoča pretvorbo in obdelavo v večini programov, ki se uporabljajo v ta namen. Najbolj običajno je, da metodo in parametre v programskem orodju izberemo glede na natančnost, strukturo in kvaliteto vira, oziroma glede na natančnost zahtevanega rezultata. Za neposredno izdelavo modela reliefa smo testirali več metod in parametrov (Hu, 1995; Drobne, 1998; Hochstöger, 1996; Hutchinson; Anonymous, 1998; Wingle, 1992; Heitzinger; Kager, 1998). Pri poskusih so se najboljše rezultati pokazali pri metodah najmanjše

ukrivljenosti (minimum curvature) in kriging. Odrpta oblika zapisa podatkov posameznih točk poleg omenjene neodvisnosti od programske opreme omogoča tudi pomembno vsebinsko prednost. Kadar obdelujemo prostorske podatke, ki že imajo določeno velikost celice (na primer vegetacijsko karto v celični obliki ali interpolirane vremenske podatke), si lahko iz baze točkovnih podatkov nadmorskih višin izdelamo DMR z enako velikostjo celice. S tem se izognemo dvojnemu interpoliranju ali ekstrapoliranju pri medplastnih analizah, kar pogosto pomeni zmanjšanje možnih napak.

Literatura

- Anonymous**, TNTmips - The Map and Image processing System. Microimages Inc, Lincoln, 1998
- Dobravec, J.**, Informacijska infrastruktura Triglavskega narodnega parka, Interno gradivo, Bled; delno: http://www.sigov.si/tnp/s/proj/pro_sis.htm, 1996.
- Drobne, S.**, Prostorske analize v geografskih informacijskih sistemih. Geodetski vestnik 1997/4, Ljubljana, 1997.
- GURS**, Geodetska uprava Republike Slovenije: Digitalni model reliefa 100x100, http://www.sigov.si/gu/katalogi/digitalni_izdelki/digitalni_model_relief/digitalni_model_relief_a_100.htm, 2000a.
- GURS**, Geodetska uprava Republike Slovenije: Digitalni model reliefa 25 x 25, http://www.sigov.si/gu/katalogi/digitalni_izdelki/digitalni_model_relief/digitalni_model_relief_a_25.html, 2000b
- Heitzinger, D., Kager, H.**, High quality DTMs from contourlines by knowledge-based classification of problem regions. Proceedings of the International Symposium on "GIS - Between Visions and Applications", ISPRS comm. 4, Stuttgart, 1998.
- Hochstöger, F.**, Software for Managing Country-Wide Digital Elevation Data. International Archives for Photogrammetry and Remote Sensing, Commission II, Working Group 3, XXXI, Vienna, 1996.
- Hu, J.**, Methods of Generating Surfaces In Environmental GIS Applications, ESRI; <http://www.esri.com/library/userconf/proc95/to100/p089.html>, 1995.
- Hutchinson, M. F.**, A locally adaptive approach to the interpolation of digital elevation models. USGS.
- Ivačič, M.**, Kakovost digitalnega modela reliefa na primeru enostavne hidrološke analize. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1997-1998. ZRC-SAZU Ljubljana, 1998.
- Kvamme, K., Oštir-Sedej, K, Stančič, Z., Šumrada, R.**, Geografski informacijski sistem. ZRC-SAZU. Ljubljana, 1997.
- Podobnikar, T.**, Monte Carlo simulacije napak digitalnega modela višin. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1997-1998. ZRC-SAZU Ljubljana, 1998.
- Podobnikar, T., Oštir, K, Stančič, Z.**, Data integration for the DTM production. Zbornik referatov International cooperation and technology transfer. ISPRS, Institut za geodezijo, kartografijo in fotogrametrijo Ljubljana, str.134, 2000.
- Rozman, J.**, Digitalni model reliefa; www.mo-rs.si/mors/slo_win/page1.htm, 4.8.2000
- Wingle, W. L.**, Examining Common Problems Associated with Various Contouring Methods, Particularly Inverse-Distance Methods, Using Shaded Relief Surfaces. Geotech '92 Conference Proceedings, Lakewood, Colorado, September, 1992.

Prispelo v objavo: 2000-09-07

Recenzija: mag. Tomaž Podobnikar
Niko Čížek