

Primerjava digitalnega modela reliefa (DMR), senčenega z monokromatsko svetlobo iz stacionarnega vira in multispektralno senčenega DMR iz več smeri na območju Slovenije

Comparison of monocromatic, single-source shaded DTM and multi-spectral and multi-source shaded DTM for Slovenia

Marko KOMAC

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
E-mail: marko.komac@geo-zs.si

Ključne besede: digitalni model reliefa, senčenje, RGB barvni model, geomorfologija, strukturna geologija

Key words: digital terrain model, hillshading, RGB color model, geomorphology, structural geology

Kratka vsebina

Do pred kratkim so senčenje reliefa ročno opravljali bolj izkušeni kartografi. Z uvedbo avtomatičnega senčenja reliefov z računalniki je bila privzeta klasična metoda senčenja, ki je uporabljala metodo oddaljenega enojnega belega svetlobnega vira, podoba pa je obarvana v sivi barvni lestvici. Pri metodi uporabe enojnega svetlobnega vira lahko pride na posameznih delih reliefa do zakrivanja struktur in oblik reliefa. Iz tega razloga je bila razvita metoda združitve treh podob, iz različnih smeri senčenega reliefa. Vsaka od podob predstavlja eno do osnovnih barv RGB barvne lestvice. Metoda je obetavna, saj se uspešno sooča z nekaterimi problemi, ki nastanejo pri klasičnem senčenju. Pričujoči članek poskuša ugotoviti uporabnost metode za območje Jelovice in s tem njeno uporabnost za slovensko ozemlje.

Abstract

Until recently only the experienced cartographers manually shaded the relief on maps and images. Only the computer technology enabled automatic hillshading of the relief and for this purpose the classical method of a distant, single-source white light was adopted. The image produced is drawn in grey scale. This method however does not produce the best image possible, since there are always parts of the image that are shaded with very dark tones and the structures of the relief are not clearly visible, if they are visible at all. Hence, a new method was developed that uses the colour composite technique of the three images, shaded from different point of view (azimuth angle). Each of the three images represents one of the basic colours of the RGB colour model. The method brings promising results because it successfully deals with some problems that arise with classical hillshading. The article successfully transfers the method onto Slovenian "soils".

Uvod

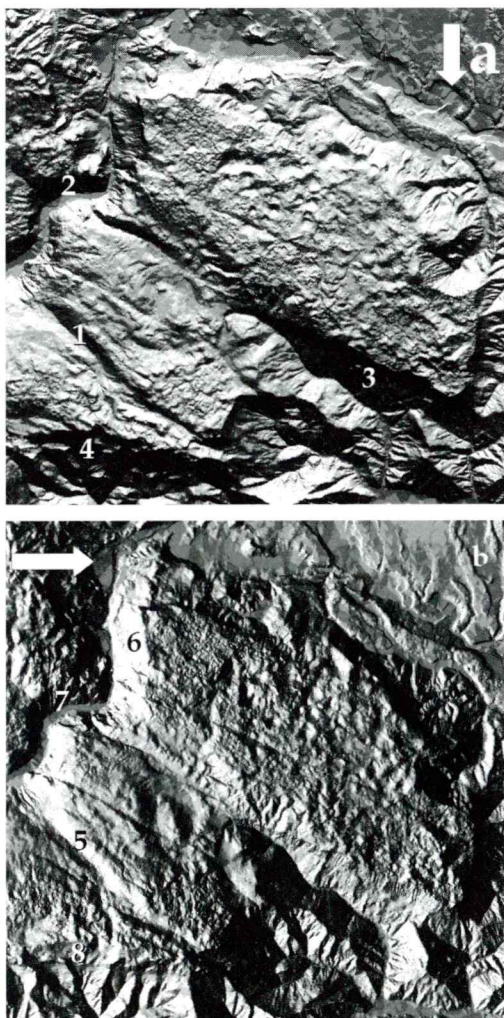
Namen senčenja reliefa je pridobitev navidezne tretje dimenzije (višine) iz dvo-prostorske predstave obravnavanega območja. Pridobljene podobe seveda ni moč obravnavati kot triprostorke, saj je ta še vedno predstavljena v dveh dimenzijah, senčen relief pa vendarle pokaže višinske razlike na opazovanem območju. Digitalni model reliefa (DMR) je kompleksna digitalna predstavitev reliefa in vključuje višinske točke reliefa, značilne črte in točke terena in celo geomorfologijo (K v a m m e et al., 1997). S pomočjo digitalnega modela reliefa lahko v geologiji ugotavljamo nove ali preverjamo položaj že določenih strukturnih oblik regionalnih, pri podatkih večjih meril pa tudi lokalnih razsežnosti. Ugotavljanje strukturnih oblik reliefa ni pomembno samo v geologiji ali njenih vejah (regionalna geologija, hidrogeologija, inženirska geologija). Zelo uporabno je tudi pri izdelavi raznih prostorskih modeliranj (prehodnost terena v vojaške namene, izdelava tras cest ipd.).

Vsi modeli reliefa so bili izdelani iz vektorskih zapisov izolinij s pomočjo programskih paketov ARC/INFOTM, ArcView[®] GIS, ArcView[®] Spatial Analyst in ILWIS. Vsi vektorski topografski podatki, uporabljeni v tem članku imajo merilo 1:25.000 in so last Geodetske Uprave RS.

Do pred kratkim so senčenje reliefa ročno opravljali bolj izkušeni kartografi (K v a m m e et al., 1997). Z uvedbo avtomatičnega senčenja reliefov z računalniki je bila privzeta klasična metoda senčenja, ki je uporabljala metodo oddaljenega enojnega belega svetlobnega vira. Podoba je bila prikazana v sivi barvni lestvici (Arc View Spatial Analyst, 1996, K v a m m e et al., 1997). Svetlobni vir je bil vedno postavljen daleč od opazovanega območja, v smeri severo-zahod in pod kotom 45°. Pri metodi uporabe enojnega svetlobnega vira lahko pride na posameznih delih reliefa do zakrivanja struktur in drugih oblik reliefa. Napak, ki nastanejo je več vrst. Na regionalnem nivoju svetloba poudari strukture, orientirane pravokotno na vir svetlobe. Posamezne strukture (grebeni in doline) so glede na njihovo lego in orientacijo preveč ali premalo poudarjene.

Lokalno gledano je oblika reliefa na osojnih pobočjih zakrita s sencami, na prisojnih pobočjih pa zaradi kota vpada žarkov podoba reliefa izgubi kontrast. Napake se lahko pojavijo tudi zaradi nepravilnega kota vpada žarkov. Premajhen kot vpada žarkov bo imel na razgibanem reliefu za posledico veliko zasenčenih območij in obratno prevelik na relativno ravnem reliefu.

Vpliv postavitve vira svetlobe je razviden iz slik 1a in 1b, kjer se izrazitost struktur na posameznih območjih podobe močno razlikuje. Puščici prikazujeta smer, od



Slika 1 - Model reliefa Jelovice, senčen iz dveh različnih smeri (a - sever; b - zahod) pod kotom 45°. Širina podob je 15 km.

koder prihaja svetloba. V obeh primerih je kot vpada žarkov 45° .

Primerjava območij 1 in 5 pokaže, da je določitev lokalnih struktur na tem območju v obeh primerih nemogoča, enkrat zaradi zasenčenja in drugič zaradi preosvetlitve. Da lahko smer izvora svetlobe vpliva na izraznost struktur, je vidno iz primerjave območij 2 in 7, 3 na levi podobi ter 6 na desni podobi. Medtem, ko sta območji 2 in 3 na sliki 1a slabo ločljivi zaradi senc in sta isti območji jasneje določljivi na sliki 1b, pa velja za območje 6 na slednji sliki ravno obratno.

Vpliv vira svetlobe na določevanje struktur večjih dimenzij je očiten v spodnjem levem delu podobe (območji, označeni s številkami 4 in 8), kjer se na sliki 1a strukture razširjajo v smeri vzhod-zahod, na sliki 1b pa teh struktur skoraj ni moč opaziti. Isto velja tudi za območje, označeno s številko 3.

Našteti nevednostim se je moč izogniti s postavitvijo vira svetlobe glede na najpogostejšo smer razširjanja struktur (Debelak, 1993), vendar le delno. Strukture, katerih smer ni enaka večini in strukture manjših dimenzij ostanejo prikriti.

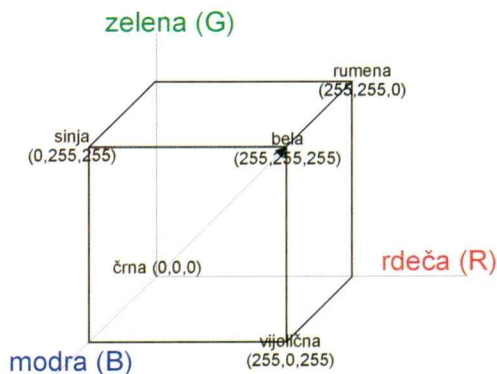
V izogib zgoraj opisanim problemom, ki nastanejo pri senčenju reliefa, je bila razvita metoda združitve treh podob, iz različnih smeri senčenega reliefa. Vsaka od podob predstavlja eno do osnovnih barv RGB barvne lestvice (Hobbs, 1999). Metoda je obetavna, saj se uspešno sooča z nekaterimi problemi, ki nastanejo pri klasičnem senčenju. Hobbs (1999) je pokazal primernost metode pri prikazu DMR za območje Lake Districta v Veliki Britaniji. Pričujoči članek poskuša ugotoviti uporabnost metode za območje Jelovice in s tem njeno uporabnost za slovensko ozemlje.

Osnove RGB barvne lestvice

Vsako človeško oko zazna barve nekoliko drugače. Ta individualnost očesa je močno opazna pri uporabi barv v računalniški tehnologiji. Intenzivnost barv na zaslonu se ne ujema z njihovo intenzivnostjo na tiskalniku ali skanerju. Da bi se izognili problemom, nastalim pri omenjenih situacijah, so bili izdelani standardi, ki natančno določajo barve. Med najbolj uporabljan-

imi so HSB ali HSI, RGB in CMYK. Opis posameznih barvnih standardov je podrobneje podan v delu Gonzalesa & Woods (1993).

V pričujočem članku opisana metoda temelji na uporabi RGB barvne lestvice, zato je od naštetih standardov opisan le uporabljeni. Slika 2 prikazuje položaj barv v prostoru, ki ga določajo tri dimenzije, rdeča (Red), zelena (Green) in modra (Blue) barva. Barvni model RGB je metoda sistematizacije in določitve osnovnih lastnosti barv. Z uporabljenim barvnim modelom je možen opis 16.777.216 različnih barv. Vsaki od treh barv je možno pripisati vrednosti od 0 do 255. Višje vrednosti RGB barvnega modela predstavljajo svetlejše barve. Diagonala, ki povezuje črno (vrednosti 0,0,0) in belo barvo (255,255,255) predstavlja sivo barvno lestvico 256 barvnih odtenkov (Corel Photo - Paint 9, 1999).



Slika 2 - RGB barvna lestvica, prikazana s kocko

Uporaba RGB metode za prikaz senčenega modela reliefa

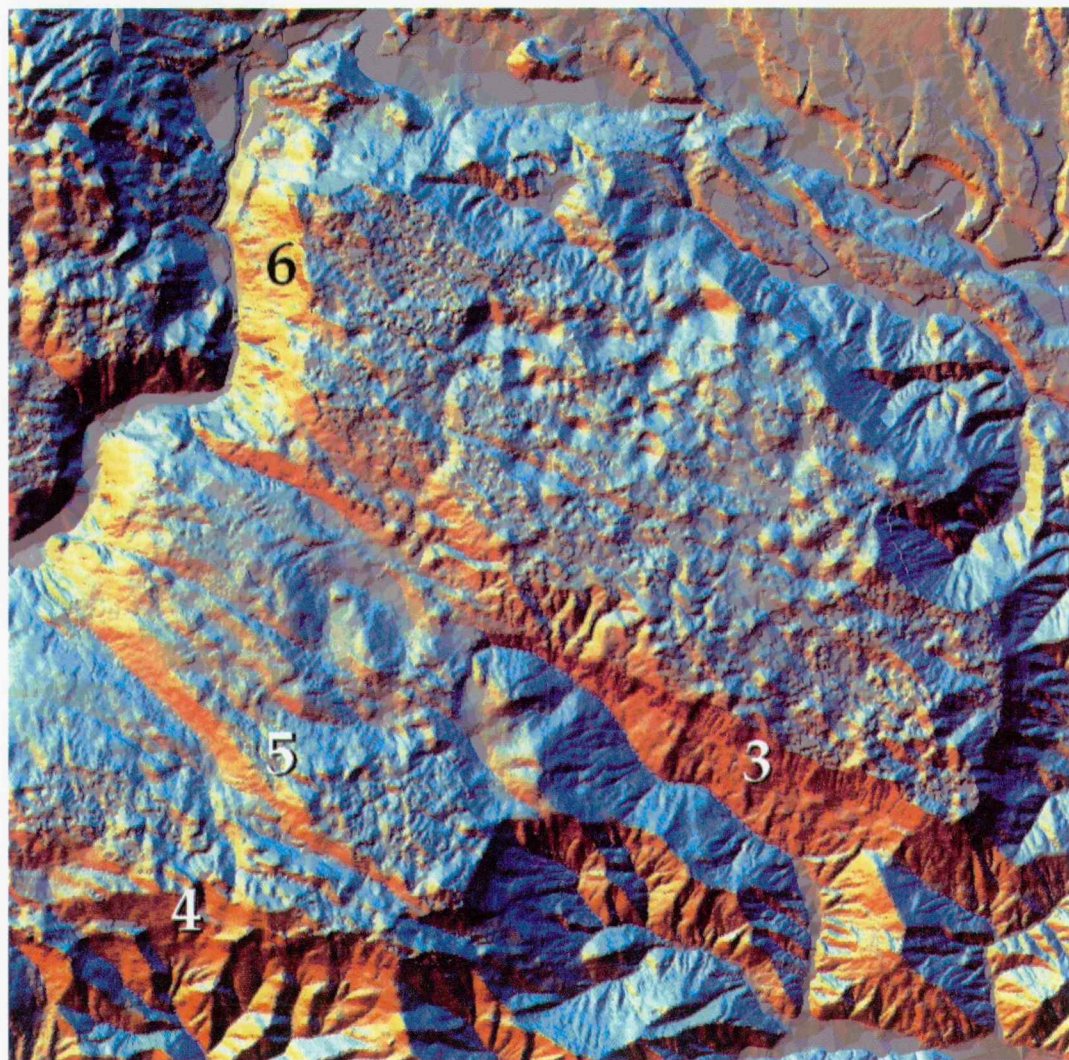
Metoda združitve treh podob, osenčenih iz različnih smeri, kaže na povečanje kvalitete prikaza senčenega modela reliefa. Za prikaz uporabnosti metode so bili uporabljeni podatki območja Jelovice. Širina vseh podob Jelovice je v naravi 15 km.

Primerjava slike 3 in podob s slike 1 kaže očitno izboljšanje ločljivosti z uporabo metode RGB senčenja. Izboljšanje ločljivosti barvne zloženke na sliki 3 v primerjavi s podobama na sliki 1 je očitna za območja 3, 4, 5 in 6. Povečanje kvalitete prikaza se

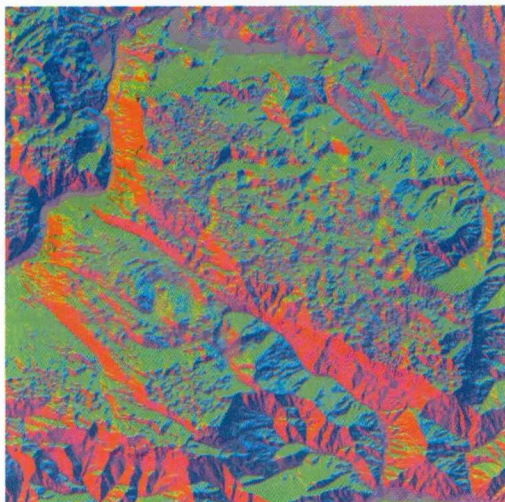
kaže v vidnosti detajlov skoraj na celotnem prikazanem območju. Jasno je vidna razgibanost reliefa tako v smeri večjih dolin, kot tudi tista, katere orientacija je prečna na njih. Položna območja so zaradi svojega naklona in s tem enakih vrednosti RGB bravne lestvice obarvana sivo.

Območje Jelovice je prikazano še z zloženkami podob, osvetljenih s smeri 0° , 120° in 240° (slika 4), 190° , 225° in 270° (slika 4), 290° , 315° ter 0° (slika 6). Vse tri podobe so bile senčene pod kotom 45° .

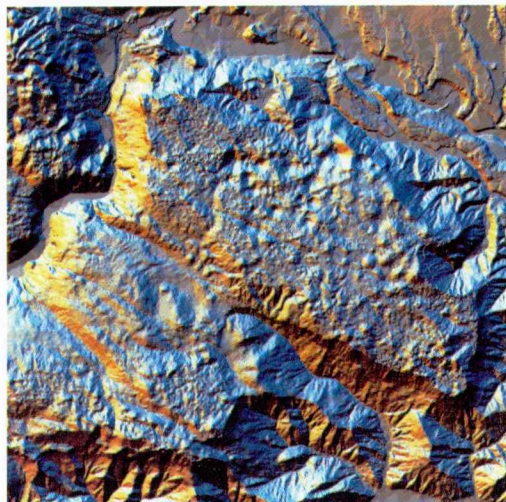
Očitno je, da se vidnost struktur reliefa zmanjšuje s povečevanjem obsega kota osvetlitve vseh treh podob v zloženki. Tako so podrobnosti na sliki 4 povsem zakrite in uporabnost te vrste barvne zloženke je zelo majhna. Zaradi drugačne postavitve virov svetlobe ima podoba na sliki 5 videz negativnega reliefa. Idealni kot celotne osvetlitve vseh treh podob je med 60° in 70° (Hobbs, 1999). To dokazuje tudi vidnost podrobnosti na sliki 6.



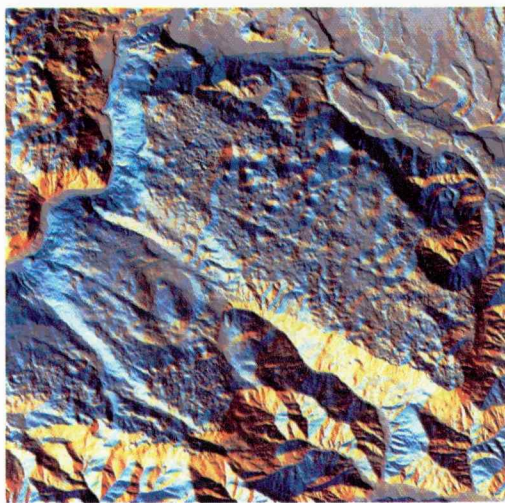
Slika 3 - Model reliefa Jelovice, sestavljen iz treh podob, združenih po metodi RGB. Podobe so bile senčene s smeri 270° , 315° in 0° pod kotom 45°



Slika 4 - Zloženka podob, osvetljenih s smeri 0°, 120° in 240°



Slika 6 - Zloženka podob, osvetljenih s smeri 290°, 315° in 0°



Slika 5 - Zloženka podob, osvetljenih s smeri 190°, 225° in 270°

RGB zloženke podob naklonov, orientacije pobočij in senčenega modela reliefa

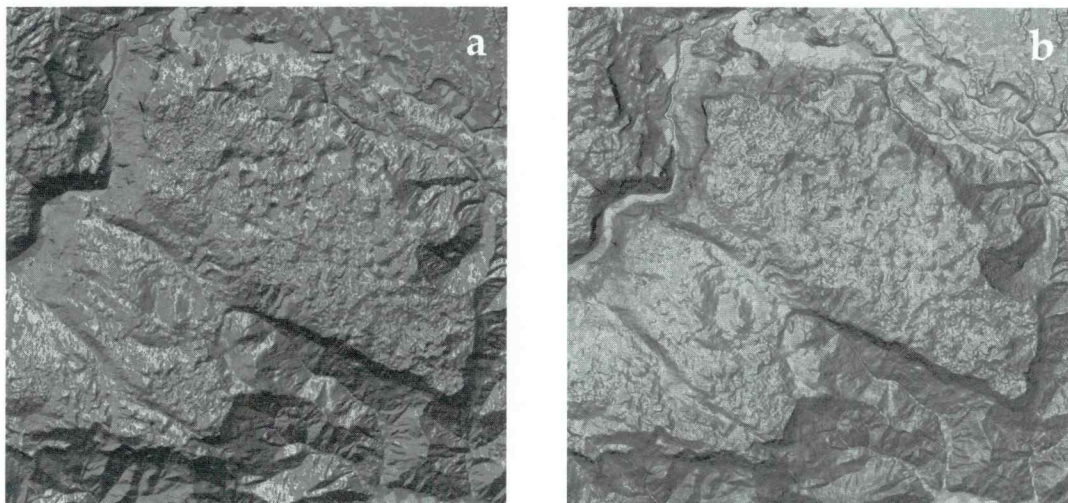
Metodo zloženke je moč uporabiti tudi za združitev podob naklonov, senčenega reliefa s smeri 315° in orientacije (slika 7a in b). Prva slika (7a) prikazuje zloženko podob orientacije pobočij, senčenega modela reliefa v smeri 315° in naklonov terena. Na njej so dobro vidne tudi manjše strukture. Na drugi sliki (7b) so te še vidnejše, opaznejša pa je

tudi lega vodonosnikov. Drugo sliko predstavlja zloženka istih podob kot prejšnja, le v drugačnem zaporedju (senčen model reliefa, naklon terena in orientacija pobočij).

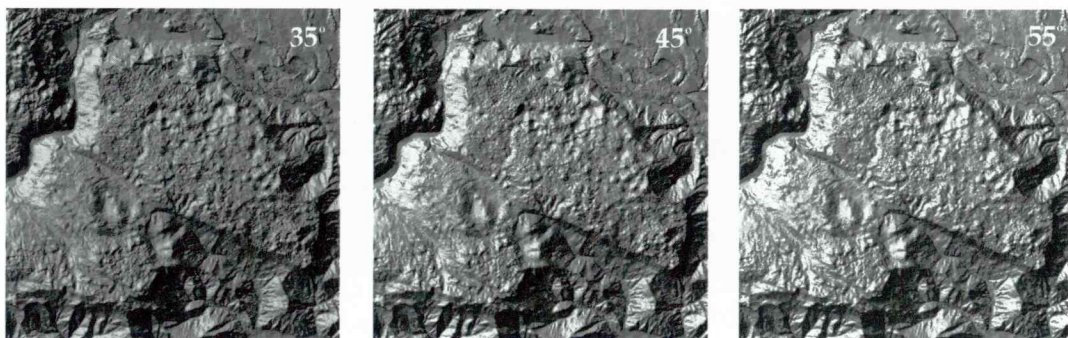
Metoda združevanja podob senčenega reliefa, naklonov in orientacije pobočij je obetavna, saj združuje podatke, ki so pomembni za vizualno analizo reliefa. Iz obeh slik je razvidno, da se je z združitvijo omenjenih treh podob možno uspešno izogniti premočnemu senčenju osovinskih pobočij na celotnem obravnavanem območju.

Vpliv kota vpada žarkov na vidljivost struktur

Vidnost posameznih struktur ni odvisna samo od smeri njihovega raztezanja, pomembna je tudi njihova vertikalna poudarjenost oz. višinska dimenzija. Na sliki 8 so prikazane podobe, senčene iz istih smeri a pod različnimi vpadnimi koti žarkov, 35°, 45° in 55°. Vidno je, da je najtemnejša podoba, kjer meri kot vpada žarkov 35° in najsvetlejša tista, kjer meri kot vpada žarkov 55°. Uporaba slednje je primernejša pri bolj razgibanem terenu. Velja pravilo, da manjše kot so višinske razlike na terenu, nižji mora biti kot vpada žarkov ali pa mora biti, za zadovoljivo analizo terena, poudarjena koordinata z (višina).



Slika 7 - Zloženki podob orientacije pobočij, senčenega modela reliefa s smeri 315° in naklona terena (a) ter senčenega modela reliefa s smeri 315°, naklona terena in orientacije pobočij (b)



Slika 8 - Barvne zloženke enakih podob, senčene iz istih smeri, pod drugačnimi koti vpadov žarkov

Zaključki

V prispevku opisane metode kažejo nekoliko drugačen, učinkovitejši pristop k reševanju problematike analize reliefa. Z združitvijo več podob modela reliefa, senčenega iz različnih smeri se poveča obseg informacij, ki jih lahko da opazovalcu/analitiku združena podoba. Glavna smer vira svetlobe pri senčenju reliefa je še vedno severo-zahod, v pomoč pa so modeli reliefa s simetrično zamaknjenim senčenjem od osi glavnega vira svetlobe za 30° do 40°.

V članku je metoda bravnih zloženek RGB prvič uporabljena tudi za združevanje podob senčenega reliefa, naklonov in orientacije pobočij in daje obetavne rezultate, saj združuje podatke, ki so pomembni za vizualno analizo reliefa.

Izbira kota vpada žarkov je predvsem empirične narave, saj zavisi od razgibanosti obravnavanega terena. Idealen kot vpada žarkov je tak, ki ne zakrije preveč osojnih območij in ne osvetli preveč prisojnih, giblje pa se med 35° in 55°.

Še tako dobra metoda prikazovanja in senčenja modela reliefa je delno ali popolnoma neuporabna pri premalo natančnih podatkih, oz. podatkih manjših meril.

Literatura

ArcView GIS 3.1, 1996: Using teh ArcView GIS. - Environmental System Research Institute, 350 pp., Redlands.

ArcView Spatial Analyst, 1996: Using teh ArcView Spatial Analyst. - Environmental System Research Institute, 148 pp., Redlands.

C o r e l P h o t o - P a i n t 9, 1999: User guide. - Corel Corporation and Corel Corporation Limited, 670 pp., Dublin.

D e b e l a k, M. 1993: Obdelava digitalnih slik v računalniško podprtem senčenju. - Geodetski vestnik, 3, 173-178, Ljubljana.

G o n z a l e s, R.C. & W o o d s, R.E. 1993: Digital image processing. - Addison - Wesley Publishing Company, 716 pp., Detroit.

H o b b s, K. F. 1999: An investigation of RGB multi-band shading for relief visualisation. - International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 1, 3/4, 181-186, Enschede.

I L W I S 2.0 for Windows, 1996: Reference guide. - International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, 433 pp., Enschede.

K v a m m e, K., O š t i r - S e d e j, K., S t a n č i č, Z. & Š u m r a d a, R. 1997: Geografski informacijski sistemi. - Znanstvenoraziskovalni center SAZU, 476 pp., Ljubljana.

Z e i l e r, M. 1999: Modeling our world - The ESRI(r) Guide to Geodatabase Design. - Environmental System Research Institute, 199 pp., Redlands.