

UDK 528.94:551.4:549.091.6
Pregledni znanstveni članak / Review

Analiza i kritički osvrt prikaza stjenovitih područja na kartama

Robert ŽUPAN, Stanislav FRANGEŠ, Damir ŠANTEK,
Vladimir BARIČEVIĆ – Zagreb¹

SAŽETAK. Kako bi se reljef što točnije i vjernije prikazao korisnicima karata, tijekom duge kartografske prakse razvijani su različiti postupci. Opisuje se nekoliko metoda koje se koriste u digitalnoj kartografiji na suvremenim kartama prema pravilima kartografske vizualizacije stijena i stjenovitih područja. Naglasak se stavlja na mogućnost izrade prikaza stijena, pomoću digitalnog modela terena, uzimajući u obzir perceptivnost, sistematičnost, logičnost i normizaciju u izboru i oblikovanju površinskih uzoraka stijena.

Ključne riječi: digitalna kartografija, karta, prikaz stijena, crtanje stijena.

1. Uvod

Čvrsta površina Zemlje odlikuje se velikim bogatstvom najrazličitijih oblika, koje nazivamo geomorfološki oblici ili oblici reljefa Zemlje. Takvi različiti oblici na površini nastaju uslijed djelovanja dviju velikih skupina geomorfoloških sila:

- prvu čine sile koje djeluju iz unutrašnjosti Zemlje i koje nazivamo unutrašnje ili endogene sile (epirogenetski i orogenetski pokreti, vulkanizam i potresi) i
- drugu skupinu čine sile koje na površinu Zemlje djeluju iz atmosfere i koje nazivamo vanjske ili egzogene sile (sunce, oborine, vjetrovi).

Posljedice djelovanja endogenih sila jesu prvenstveno veliki oblici na površini Zemlje, koje nazivamo tektonskim ili strukturnim oblicima. Egzogene sile oblikuju u prvom redu male ili ornamentalne oblike reljefa Zemlje.

Vanjski izgled geomorfoloških oblika ovisi u znatnoj mjeri o materijalu iz kojega su izgrađeni, tj. o stijenama (Frangeš 2015/2016).

¹ Izv. prof. dr. sc. Robert Župan, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: rzupan@geof.hr,

Prof. dr. sc. Stanislav Frangeš, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: sfranges@geof.hr,

dr. sc. Damir Šantek, Državna geodetska uprava, Gruška 20, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: damir.santek@dgu.hr,

Vladimir Baričević, dipl. ing. geod., Državna geodetska uprava, Gruška 20, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: vladimir.baricevic@dgu.hr.

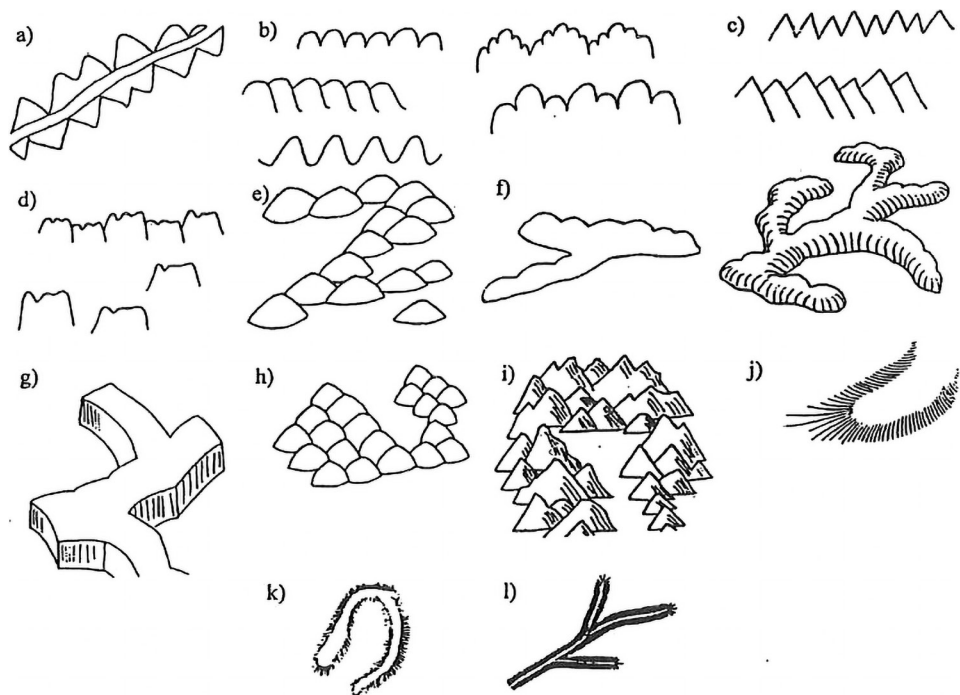
2. Načini prikazivanja reljefa

Prikazivanje oblika reljefa Zemlje je složen kartografski zadatak, jer se tu radi o neprekinutom ili kontinuiranom trodimenzionalnom objektu.

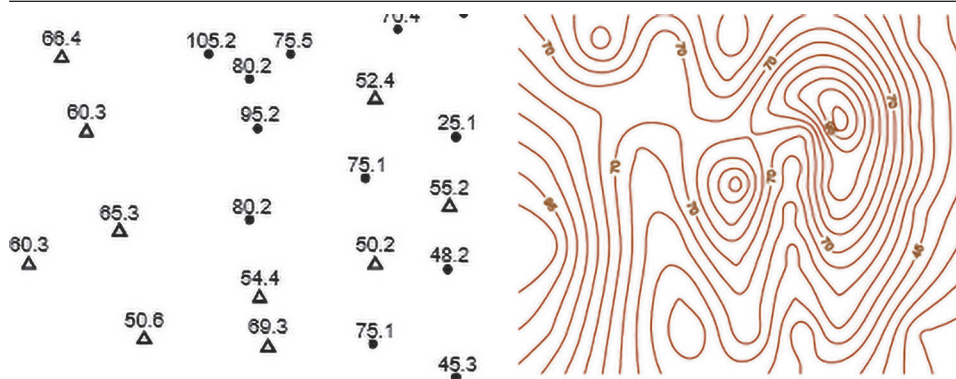
Prikazom reljefa treba kao prvo osigurati dovoljnu geometrijsku točnost, kako bi se mogli izvoditi kartometrijski radovi, a zatim i što veću zornost, kako bi se lakše spoznali trodimenzionalni objekti prikazani u dvodimenzionalnoj ravnini.

Kako bi se reljef što točnije i vjernije prikazao korisnicima karata, tijekom duge kartografske prakse razvijani su različiti postupci. Kroz povijest se pojavljuju različiti prikazi reljefa, a neki od njih danas nam se čine u najmanju ruku neobični (Poslončec-Petrić 2002) (slika 1). Za prikaz reljefa na kartama primjenjuju se razni postupci, što nije slučaj kod drugih objektnih cjelina: prometnica, naselja, voda, vegetacije i granica. Međutim, sve te metode prikaza reljefa mogu se svesti na:

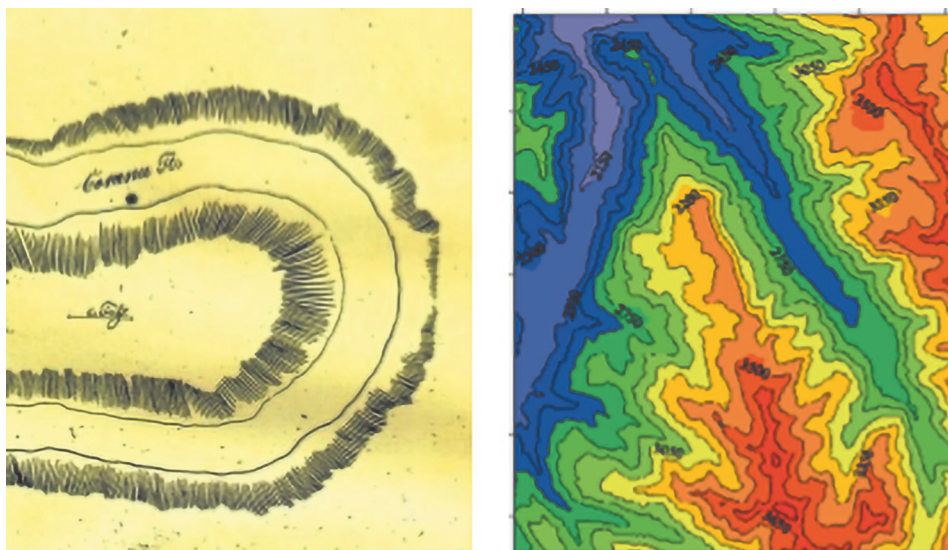
- geometrijske metode (kote i izohipse) (slika 2),
- prostorne ili perspektivne (plastične) metode (šrafure, točke, sjenčanje i boja, hipsometrijska ljestvica boja) (slika 3),
- metode crtanja (crtež stijena, signature) (slika 4) i
- kombinirane metode (Peterca i dr. 1974).



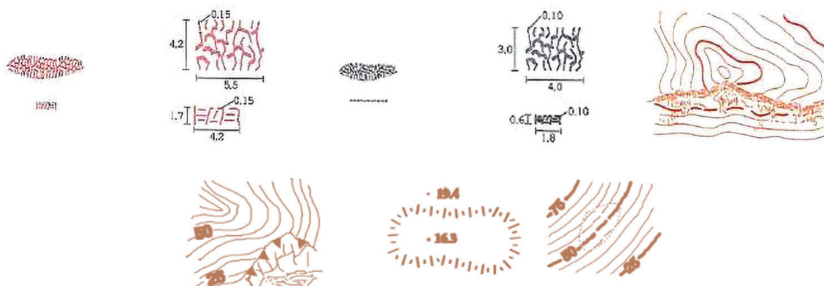
Slika 1. Različiti načini prikazivanja reljefa kroz povijest: a) prikaz profilima preklopljenim u ravninu, b) prikaz lukovima, valovitom linijom i ornamentima, c) prikaz nalik zupcima pile, d) zubima kutnjacima, e) nizu krtičnjaka, f) vrpce i naboru svitka, g) pločasti prikaz brda, h) prikaz nalik ribljim ljuskama, i) oblicima planina, j) lisičjem repu, k) gusjenici, l) jelovoj grančici i dr. (Arnberger i Kretschmer 1975).



Slika 2. Prikaz reljefa kotama (lijevo) i izohipsama (desno) (Frančula 2004).



Slika 3. Prikaz reljefa šrafurama i hipsometrijskom ljestvicom boja (Frančula 2004).



Slika 4. Prikaz reljefa crtežom stijena i signaturama (Državna geodetska uprava 2011, Ministarstvo obrane 1993, Narodne novine 1976).

3. Prikazivanje stjenovitih područja

Način na koji su se stijene iscrtavale u prošlosti je mukotrpan i dugotrajan posao kojim su se bavili stručnjaci za ručno kartiranje. Zbog neekonomičnosti takvog načina izrade karata logično je da u digitalno doba postoji potreba za ubrzanjem i automatizacijom pojedinih postupaka izrade karte, pa tako i ispunjavanja stjenovitih područja površinskim signaturama.

Prema Geodetsko-geoinformatičkom rječniku (Frančula i Lapaine 2008), površinska signatura je kartografski znak koji prikazuje stanja ili pojave koje se površinski rasprostiru. To mogu biti obojena ili rastrirana površina ili površine popunjene nekim znacima.

Prema Višejezičnom kartografskom rječniku (Borčić i dr. 1977), površinski uzorak čine površine popunjene pravilno ili nepravilno raspoređenim točkastim ili linijskim grafičkim elementima ili znacima.

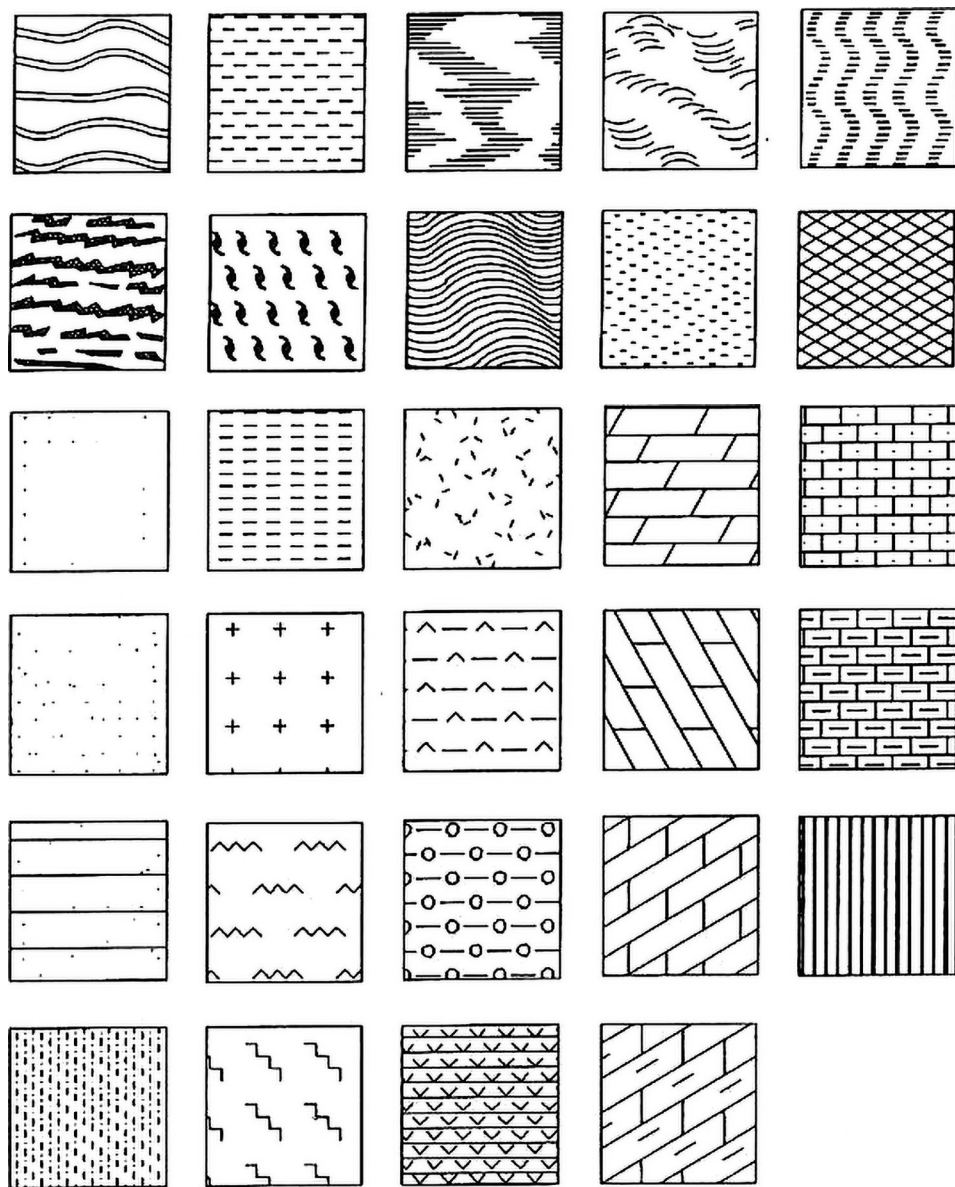
Površinske signature primarno se ostvaruju ručnim crtanjem, zatim napravama, primjenom tiska, konvencionalne i nekonvencionalne fotografije i konačno digitalnim postupcima automatski. Preduvjet za računalno podržane prikaze reljefa je postojanje digitalnih modela reljefa (DMR).

Naša istraživanja te problematike započela su još prije 25 godina analizom softvera koji omogućava ispunjavanja određenih površina odgovarajućim uzorcima. Rezultati su pokazali da je već tada postojao brojni softver u kojem su definirane najrazličitije površinske signature, no one nisu bile uvijek dovoljne. Stoga su se generirali vlastiti, novi uzorci (slika 5). Mogućnosti generiranja novih uzoraka vrlo su velike. Međutim, pritom treba uskladiti odnose grafičkih elemenata na karti, tj. voditi računa o perceptivnosti, sistematičnosti, logičnosti i normizaciji u izboru i oblikovanju površinskih uzoraka (Frangješ 1993).

Provedena istraživanja pokazala su da je najveći napredak u području automatskog iscrtavanja stijena ostvarila Švicarska agencija za kartiranje. Planinski reljef u Švicarskoj, koji ima mnogo promjena nagiba, idealan je za takvu vrstu istraživanja što i objašnjava njihovu potrebu za pronalaženjem načina kojim bi se ubrzalo kartiranje i iscrtavanje stijena. Problematika je opisana u mnogim radovima (Dahinden 2008, Gilgen 2008, Gilgen i Jenny 2010, Gondol i dr. 2008, Hodgkiss 1981, Lysák 2015, Jenny i dr. 2011, Lysák i Traurig 2013, Lysák 2016).

Proučavajući publikacije i istraživanja Instituta za kartografiju i geoinformacije u Zürichu te proučavanjem švicarskih karata, Jenny i Hutzler (2010) zaključili su da se najbolja predodžba reljefa dobije kombiniranjem prikaza izohipsama, sjenčanog reljefa, iscrtavanjem osulina (slika 6) i iscrtavanjem oblika stijena (slika 7). Osuline su nakupine malih stijena koje formiraju pokrov nagiba na planinama. Cilj je dobiti dojam trodimenzionalnosti koji služi za lakše tumačenje karte.

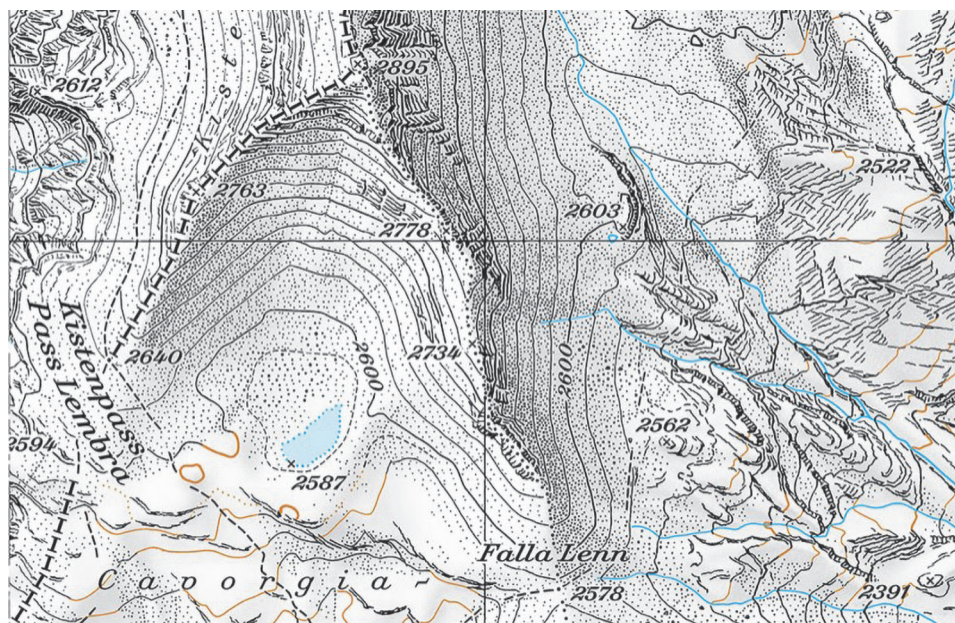
Većina autora koji se bave ovim problemom pronašli su načine da se dobije rezultat koji bi bio zadovoljavajući. Provedena istraživanja pokazala su ipak da se rad „Automatic Scree Representation for Topographic Maps“ (Jenny i Hutzler 2010) najviše približio potpuno automatskom dobivanju adekvatnog prikaza stijena. U sklopu tog rada izrađen je i softver Scree Painter, koji automatski generira uzorke osulina na temelju nekoliko ulaznih podataka. Taj smo softver detaljno proanalizirali.



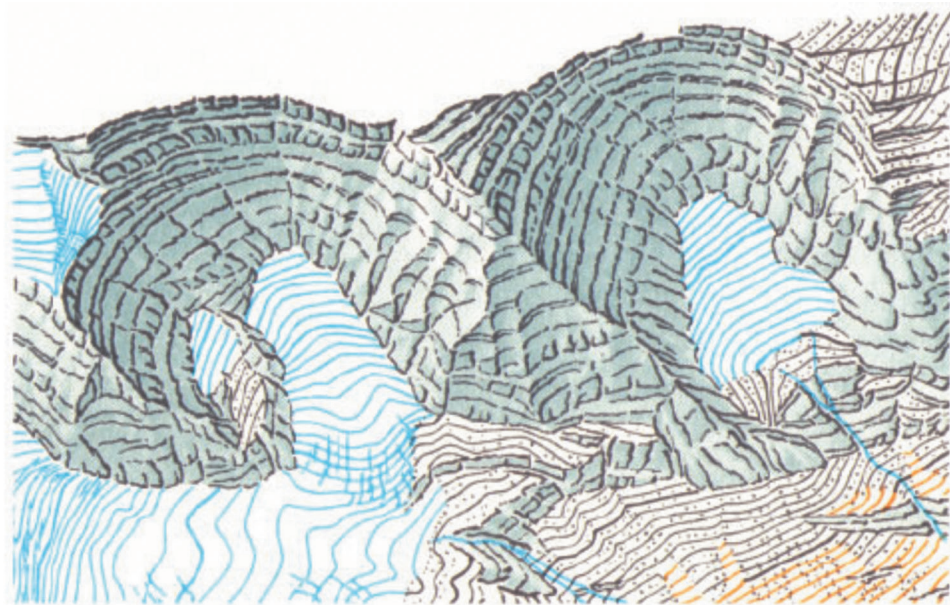
Slika 5. Automatski generirane površinske signature (Frangeš 1993).

Izrada karte iscrtavanjem osulina koristi Floyd-Steinbergov algoritam podrhtavanja. Algoritam je implementiran u program i sastoji se od više komponenti (slika 8):

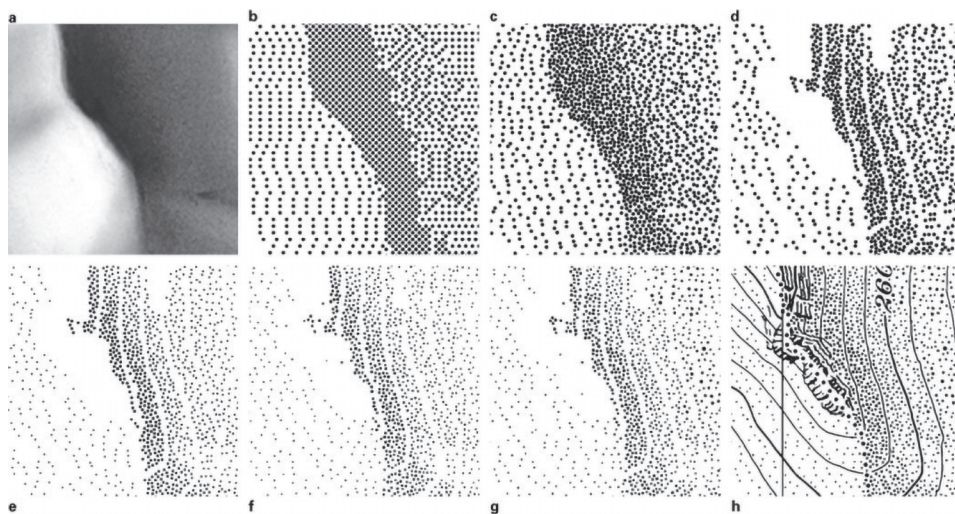
- sjenčani reljef (a),
- Floyd-Steinbergovo podrhtavanje (b),
- nasumično premještanje elemenata (c),



Slika 6. Ručno izrađena karta s prikazom osulina, 1:25 000 (Jenny i Hutzler 2010).



Slika 7. Ručno izrađena karta iscrtavanjem stijena, 1:25 000 (URL 1).



Slika 8. Floyd-Steinbergov algoritam podrhtavanja (Jenny i Hutzler 2010).

- maskiranje drugim elementima karte (d),
- varijacija veličine elemenata (e),
- varijacija oblika elemenata (f),
- veće stijene u podnožju brda (g) i
- konačna karta (h).

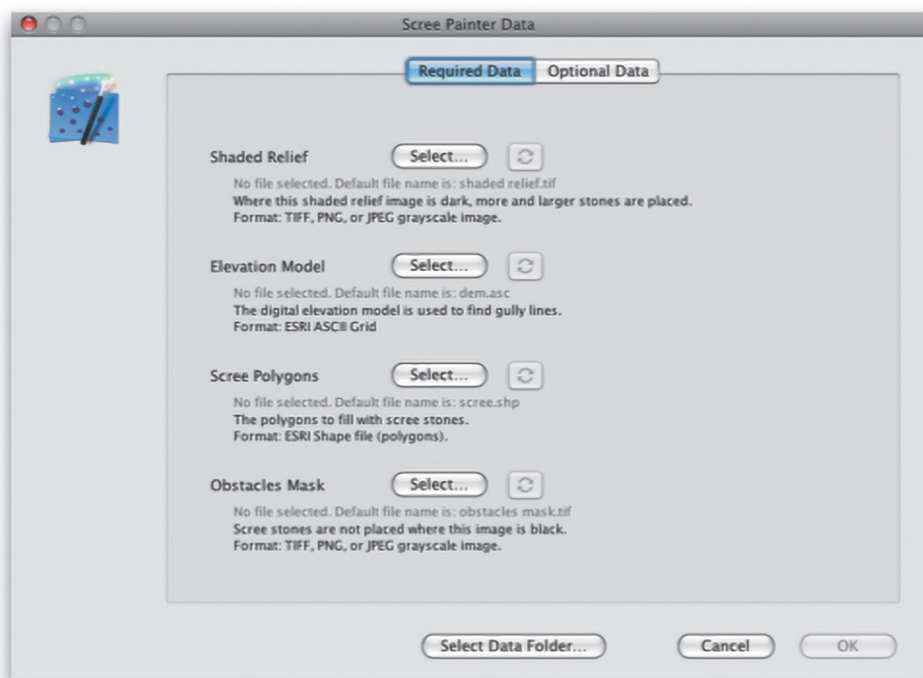
U radu se ne želimo ograničiti samo na jedan softver iako možemo pretpostaviti da je idealan slučaj za kartografe mogućnost izrade pogodnog (za korisnike) prikaza stijena, litica ili hridi na kartama samo unutar jednog softvera. Iskustvo nas uči da se ponekad bolji rezultati dobiju kombinacijom programa u kojima se obično obave pojedini koraci u cijelom postupku. U nastavku se ukratko pokazuje proces koji nije u potpunosti automatizirani već se kartograf može osloniti na neke druge programe i postupke za dobivanje kvalitetnijeg rezultata, odnosno nastojimo se što je moguće više približiti prikazima stijena, litica ili hridi na starim kartama, a slično je razmišljanje navedeno i u Hurni i dr. (2001).

4. Prikaz stijena u softveru Scree Painter

4.1. Općenito o softveru Scree Painter

Scree Painter je besplatan softver otvorenog koda programiran u Javi i može se koristiti na svim većim operacijskim sustavima. Scree Painter ima grafičko sučelje za konfiguriranje parametara potrebnih za kartiranje osulina. Neki od parametara su: mijenjanje veličine stijena, postavljanje prijelomnica, mijenjanje gustoće postavljenih stijena i sl. Softver je moguće preuzeti zajedno s uzorkom podataka i priručnikom za upotrebu (URL 2).

Nakon pokretanja programa potrebno je unijeti ulazne podatke. Neki od podataka su obvezni (slika 9):



Slika 9. Korisničko sučelje Scree Paintera – ulazni podaci.

- sjenčani reljef,
- digitalni model reljefa,
- vektorski poligoni koji će biti popunjeni stijenama i
- maska prepreka,

a dodatni ulazni podaci su:

- maska za povećanje stijena u podnožju brda,
- maska za određivanje područja gdje će biti primijenjena druga krivulja gradacije,
- linije prijelomnica i
- referentni raster (prikazan u pozadini).

Sjenčani reljef služi za prilagodbu gustoće i veličine stijena. Gdje je raster sjena tamniji, stijene su gušće i veće. Sjenčani reljef određuje i gustoću linija udolina. Format je raster sive skale s world datotekom.

Digitalni model terena je potreban za izračun i generiranje linija udolina. Format je ESRI ASCII Grid.

Vektorski poligoni služe za određivanje područja koje će biti popunjeno uzorkom stijena. Format je ESRI Shape file.

Maska prepreka također je izrađena i služi za određivanje područja koje neće biti popunjeno stijenama, a potrebna je zbog toga da se stijene ne bi preklapale s ostalim elementima karte.

4.2. Priprema podataka za softver Scree Painter

Scree Painter je relativno jednostavan program s velikim izborom manipulacije prikaza. Jedini problem predstavljaju formati podataka i sama faza razvoja programa, jer je program relativno mlad i nepoznat. Upravo stoga treba obratiti veliku pozornost kod unosa podataka iz drugih softvera, jer osim same internetske stranice programa, nema puno izvora koji govore o tome kako program radi i koje su mu mane. Treba napomenuti da je prije učitavanja prikupljenih podataka potrebno provesti nekoliko modifikacija kod world datoteke. Ona se sastoji od 6 elemenata i u tekstualnom obliku izgleda ovako (.tfw sjenčanog prikaza reljefa):

29.999985000007683 – A	0.0000000000000000 – D
0.0000000000000000 – B	-29.999985000007584 – E
642689.678655160010000 – C	206609.896695050000000 – F

Te vrijednosti su ulazne vrijednosti za sljedeće formule:

$$x1 = Ax + By + C \qquad y1 = Dx + Ey + F$$

gdje su:

- $x1$ = izračunata x koordinata piksela na karti,
- $y1$ = izračunata y koordinata piksela na karti,
- x = broj stupca piksela na slici,
- y = broj retka piksela na slici,
- A = x-mjerilo; dimenzija piksela u jedinicama karte duž osi x ,
- B, D = uvjeti rotacije,
- C, F = uvjeti translacije; x, y koordinate (na karti) centra gornjeg lijevog piksela,
- E = negativni broj y -mjerila; dimenzija piksela u jedinicama karte duž osi y .

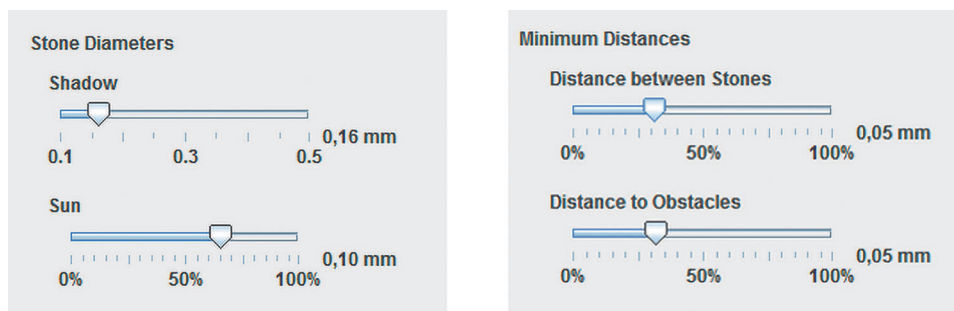
Vrijednost y -mjerila (E) je negativna zato što su ishodište slike i geografskoga koordinatnog sustava različiti. Ishodište slike nalazi se u gornjem lijevom kutu, a ishodište koordinatnog sustava smješteno je u donjem lijevom kutu. Vrijednosti redaka na slici povećavaju se od ishodišta prema dolje, dok se vrijednosti y koordinata na karti povećavaju od ishodišta prema gore (URL 3).

Scree Painter ne podržava rastere koji imaju različite vrijednosti mjerila duž x i y osi pa je potrebno kopirati prvu vrijednost i zalijepiti je na četvrtu vrijednost s time da se negativan predznak (–) ostavlja. To je jako bitno jer inače neće biti moguće učitati nijedan raster s world datotekom. Nakon rješavanja problema s world datotekom mogu se učitati prikupljeni podaci. Nakon učitavanja otvori se glavni prozor u kojem je moguće manipulirati prikazom stijena.

4.3. Mogućnosti prikaza stijena softverom Scree Painter

Softver nudi brojne parametre za prilagođavanje gustoće, veličine i oblika generiranih točkica koje predstavljaju stijene. Neki od njih su:

- promjena mjerila,
- promjena promjera stijena,



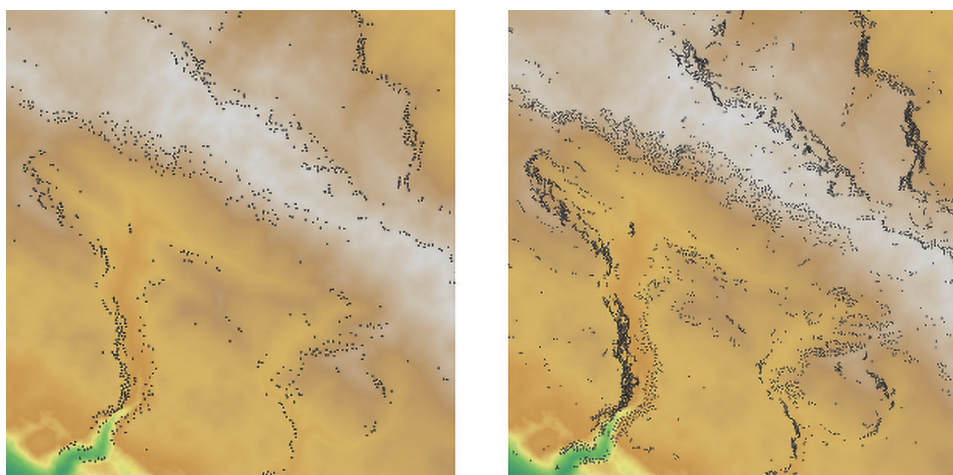
Slika 10. Parametri za prilagodavanje oblika i rasporeda stijena.

- promjena minimalnih udaljenosti između pojedinih stijena, između stijena i linija udolina te između stijena i elemenata maske prepreka (slika 10),
- krivulja gradacije koja određuje odnos veličine stijena i gustoće,
- promjena oblika stijena i promjena varijabilnosti oblika.

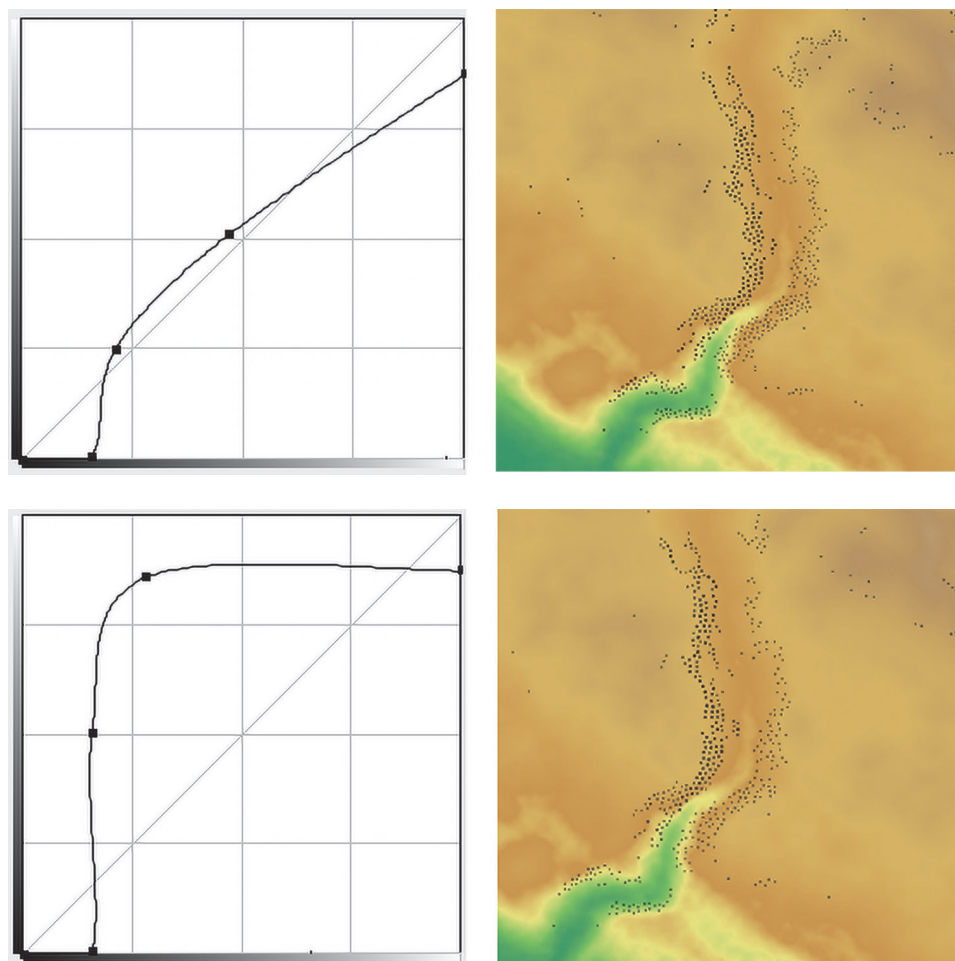
Istraživanjem, analizom i eksperimentirajući s ovim parametrima dolazi se do zanimljivih rezultata. Može se zaključiti da promjena mjerila najviše utječe na prikaz.

Budući da je zadano mjerilo za ispis karte 1:400 000, generira se prikaz stijena za to mjerilo. Mijenjajući postavke za veličinu i udaljenosti između stijena i udaljenosti stijena od prepreka dobivaju se različiti prikazi. Pritom je bitno da stijene prikazuju dio reljefa koji ima nagib veći od 45° , a treba izbjeći one prikaze koji sadržavaju udoline (slika 11).

Postoje brojni alati u Screen Painteru koji su sami po sebi jasni. Alat na koji treba obratiti posebnu pažnju je graf veličine i gustoće stijena. Tamna područja sjenčanog prikaza reljefa su mjesta na kojima su stijene gustije i veće. Ako se povuče



Slika 11. Različiti prikazi dobiveni mijenjanjem veličine i udaljenosti.



Slika 12. Ovisnost grafa veličine i gustoće stijena s prikazom reljefa.

linija prema gornjim granicama grafa, manja je gustoća i veličina stijena. Za postizanje zadovoljavajućeg rješenja potrebno je istraživati i eksperimentirati sa svim parametrima (slika 12).

Budući da je karta prikazana na slici 12 sitnijeg mjerila, preporučljivo je izbjeći veliku razinu detaljnosti generiranih stijena, jer se promatrajući takav prikaz u kombinaciji s ostalim elementima karte dobiva dojam zrnatosti i prezasićenosti prikaza.

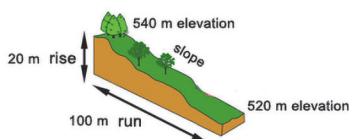
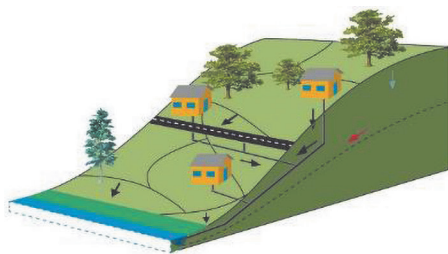
Scree Painter pruža korisnicima izvoz generiranih stijena u brojnim različitim formatima, kao što su: .dxf, .shp, .png, .svg, .pdf i dr. To je jako korisno kod daljnje obrade podataka u drugim softverima, npr. QGIS-u, gdje se dobiveni podaci mogu dalje doradivati ili kombinirati s drugim podacima.

5. Mogućnosti OCAD-a u kombinaciji s drugim programima

U radu se ne želimo ograničiti samo na jedan softver iako možemo pretpostaviti da je idealan slučaj za kartografe mogućnost izrade pogodnog (za korisnike) prikaza stijena, litica ili hridi na kartama samo unutar jednog softvera. Iskustvo nas uči da se ponekad bolji rezultati dobiju kombinacijom programa u kojima se obično obave pojedini koraci u cijelom postupku. U nastavku se ukratko pokazuje proces koji nije u potpunosti automatizirani već se kartograf može osloniti na neke druge programe i postupke za dobivanje kvalitetnijeg rezultata, odnosno nastojimo se što je moguće više približiti prikazima stijena, litica ili hridi na starim kartama.

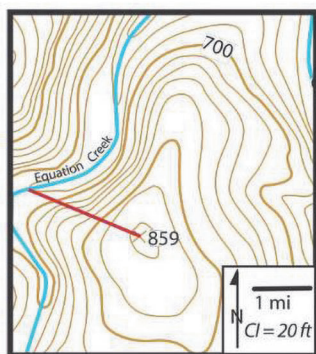
U OCAD-u nemamo mogućnosti automatske promjene veličine i gustoće stijena, kao što je prikazano u programu Scree painter na slici 12, ovisno o nagibu terena, već su stijene prikazane veličinom i signaturom propisanom važećim kartografskim ključem.

Izabran je dio područja nacionalnog parka Paklenica jer je pogodno za istraživanje uz mnogo stjenovitih dijelova. Nakon obrade digitalnog modela reljefa i izdvajanja svih površina koje imaju nagib u odnosu na horizontalnu ravninu veći od 35° , a računa se prema jednostavnoj trigonometrijskoj formuli za računanje nagiba:

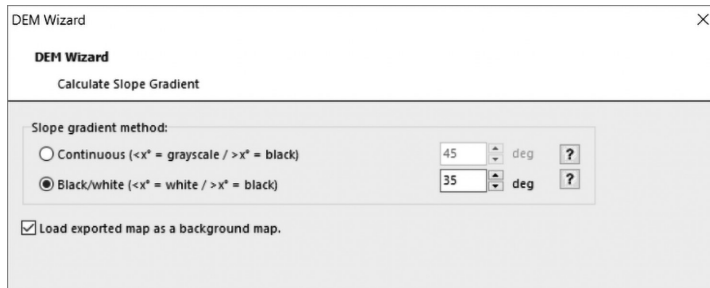


$$\text{Slope} = \frac{\text{height difference (m)}}{\text{horizontal difference (m)}}$$

$$\text{Slope} = \frac{540 \text{ m} - 520 \text{ m}}{100 \text{ m}} = \frac{20 \text{ m}}{100 \text{ m}} = .20 \times 100 = 20\%$$

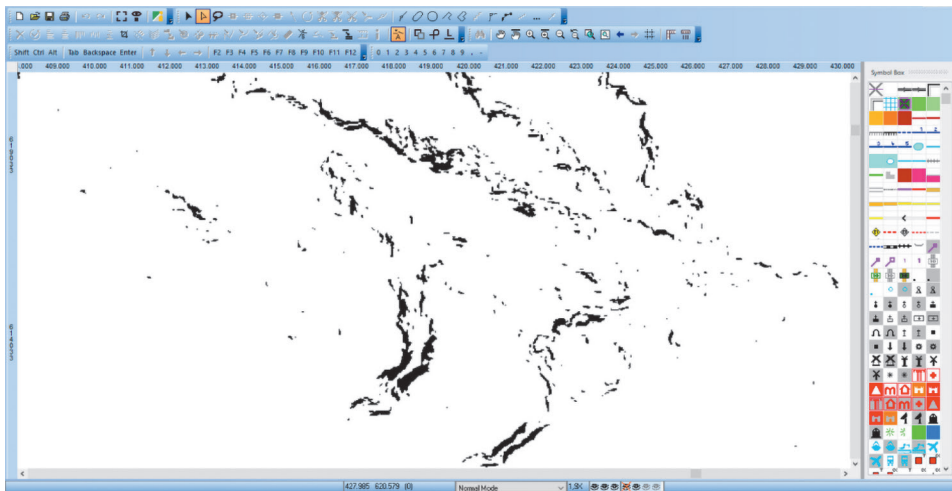


A u OCAD-u se pomoću naredbe za izračunavanje nagiba mogu izdvojiti površine koje su pod određenim zadanim nagibom, odnosno koje imaju veći ili manji nagib od zadanog. U našem slučaju je izdvojene su površine s nagibom većim od 35° u odnosu na horizontalnu ravninu (slika 13).



Slika 13. Parametri nagiba za izdvajanje površina (izdvajanje maske).

Da bismo zamijenili površine pod crnom bojom (slika 14) s odgovarajućom signaturom treba imati na umu da je kao rezultat dobivena rasterska slika, pa ju je još potrebno pretvoriti u vektorsku, odnosno površine označene crnom bojom pretvorimo u vektorski format, a za tu svrhu imamo mnogobrojne servise na internetu, pa smo za tu svrhu upotrijebili URL 4.

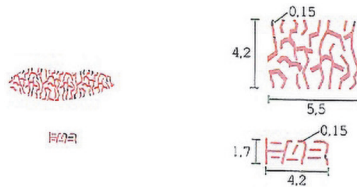


Slika 14. Prikaz stijena ispunom boje.

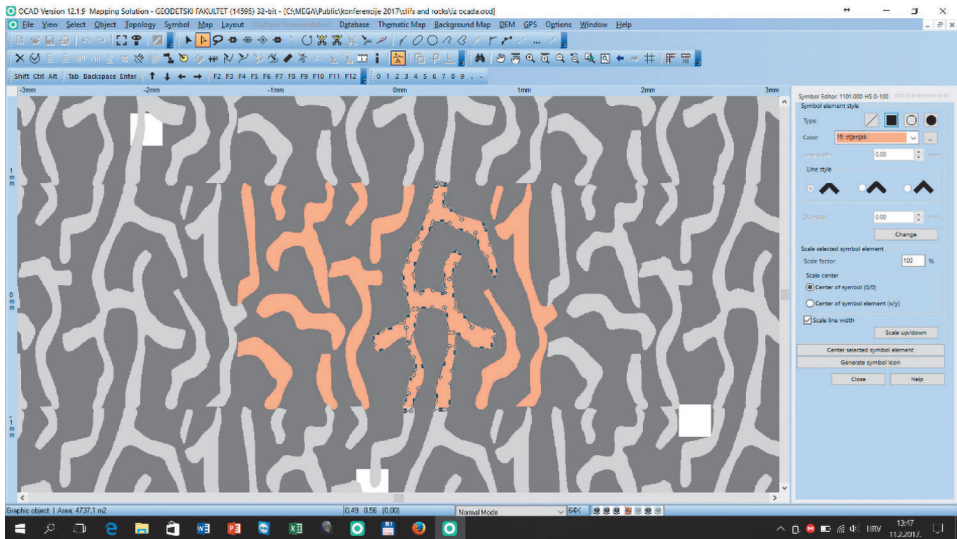
Ako navedene površine ispunimo signaturom za prikaz stijena (slika 15), dobit će se prikaz kao na slici 17.

Prikaz stijena na topografskim kartama prema kartografskom ključu Državne geodetske uprave iz 2011. godine prikazan je na slici 15. Ponavljajući uzorak stijena formiran je na način da se ponavlja na određenom razmaku (slika 16) i prikazan na slici 17.

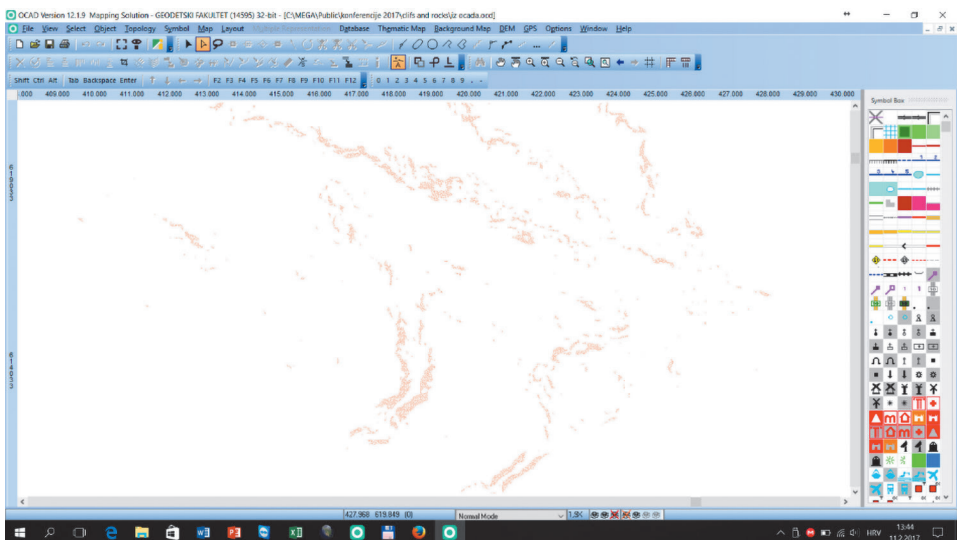
Kada želimo dobiti veću plastičnost prikaza reljefa na kartama koristimo se najčešće sjenčanjem reljefa. Na slici 18 prikazana je upravo kombinacija vizualizacije stijena sa sjenčanim reljefom.



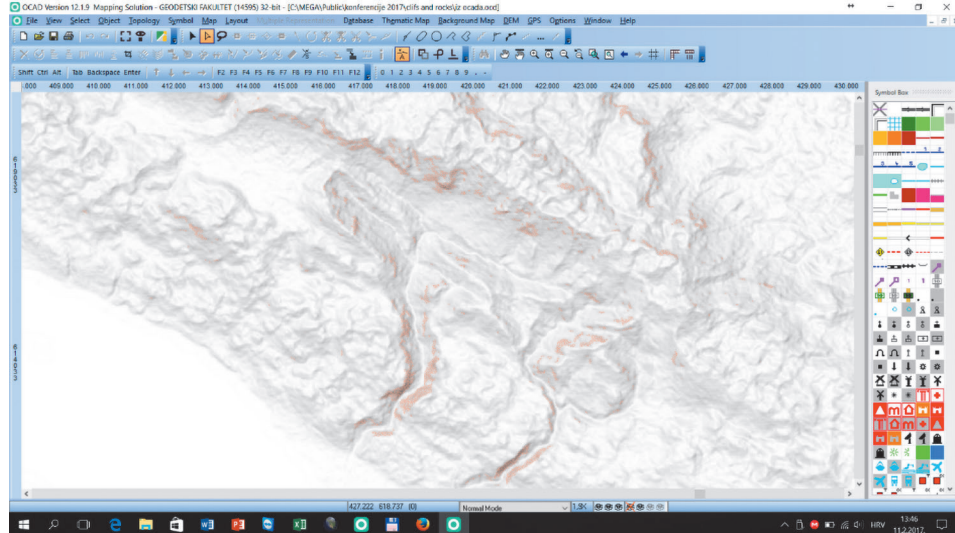
Slika 15. Signatura za prikaz stijena prema kartografskom ključu.



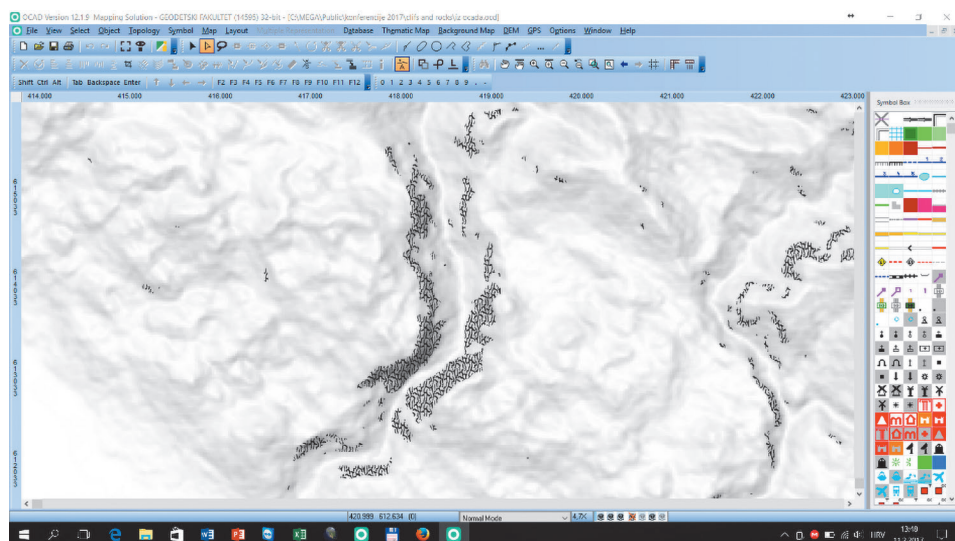
Slika 16. Uzorak iz topografskog ključa koji se ponavlja na određenom razmaku.



Slika 17. Ispuna površina s nagibima većim od 35° sa signaturom stijena.



Slika 18. Prikaz stijena uz sjenčani reljef.

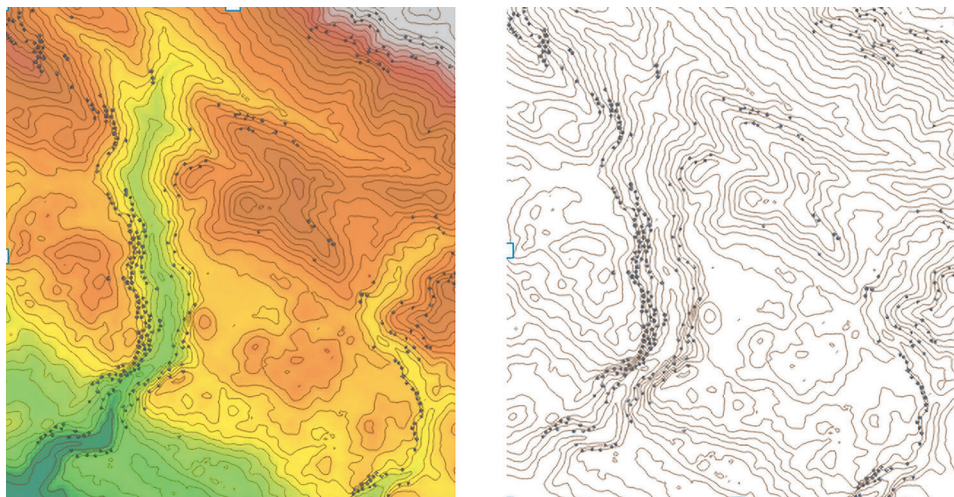


Slika 19. Prikaz uzorka stijena u crnoj boji (kao kod Scree Painter) uz sjenčani reljef.

6. Analiza rezultata

Zbog ograničenja pri obradi podataka softverom Scree Painter izdvojen je manji dio područja, koji ima najveće oscilacije u visini, a prikazan je u mjerilu 1:50 000. Primijenjene su standardne postavke uz promjenu mjerila i veličine stijena.

U nastavku je dan pregled koji pokazuje kako se mijenja prikaz promjenom osnovnih parametara crteža stijena i promjenom ekvidistancije izohipsa. Prikazan je reljef sa i bez hipsometrijske ljestvice boja pri čemu se primjećuje različito opterećenje na karti.



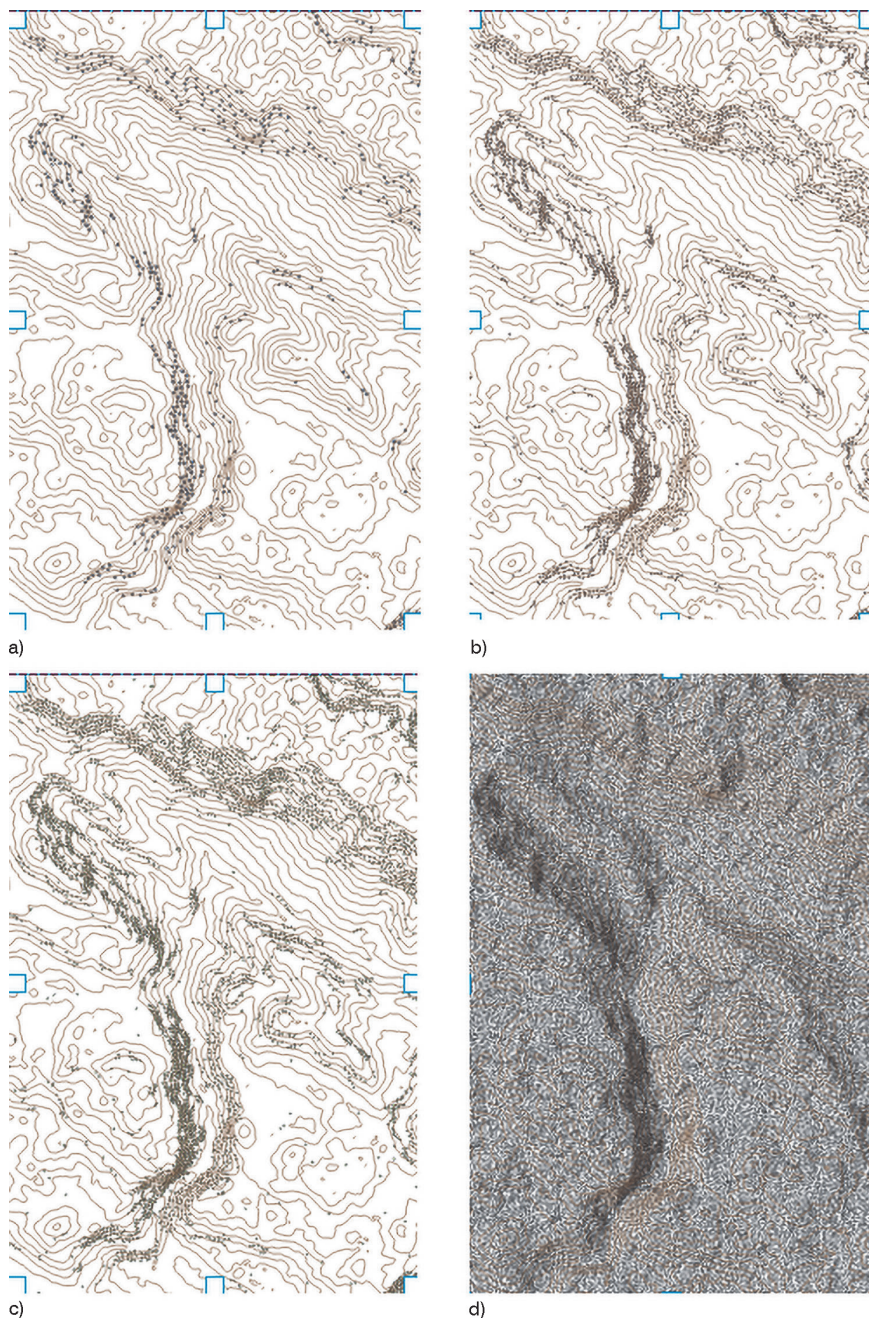
Slika 20. Prikaz terena izohipsama ($e=50$ m) i crtežom stijena, sa i bez hipsometrijske ljestvice boja.

Na slici 20 upotrijebljene su izohipse s ekvidistancijom od 50 m i crtež stijena generiran u Scree Painteru za kartu mjerila 1:300 000. Vidljivo je da prikaz stijena uglavnom prati najveći nagib reljefa, ali je vidljivo i da je ekvidistancija između izohipsi premala jer se na nekim mjestima ne vidi prazan prostor između izohipsi. Veličina stijena u Scree Painteru je postavljena na 0,2 mm u sjeni te na 0 mm na suncu. Kroz generiranje stijena je vidljivo da softver ima problema s maskom prepreka ako se poveća promjer stijena na suncu pa je i u daljnjim prikazima korištena vrijednost 0.

Također je provedeno istraživanje prikaza istog terena primjenom ekvidistancije od 100 m, a postavke za crtež stijena su zadržane iste. Vidljivo je povećanje čitljivosti prikaza zbog povećanja ekvidistancije, ali su problem preklapanja izohipsi s crtežom stijena.

Kod prikaza istog terena primjenom ekvidistancije od 100 m, moguće je primijetiti da povećanje ekvidistancije izohipsa dosta rasterećuje prikaz s obzirom na crtež stijena. Međutim, više se informacija o reljefu može spoznati kod kombinacije s izohipsama manje ekvidistancije. U takvim je primjerima i veći dojam trodimenzionalnosti.

U nastavku je istraživano što se događa kada smanjujemo mjerilo za izradu crteža stijena. Prikazani su rezultati za mjerila 1:100 000 i 1:200 000 s veličinama stijena od 0,2 mm i 0,3 mm koristeći izohipse s ekvidistancijom od 200 m (slika 21).

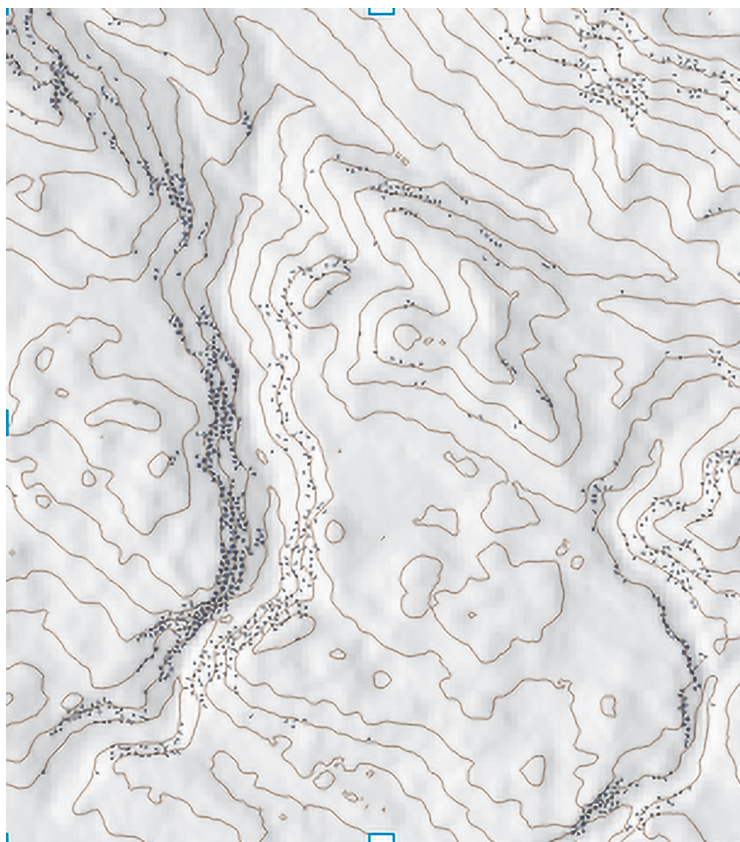


Slika 21. Prikaz reljefa: a) u mjerilu 1:200 000 s promjerom stijena od 0,3 mm; b) u mjerilu 1:200 000 s promjerom stijena od 0,2 mm; c) u mjerilu 1:100 000 s promjerom stijena od 0,3 mm; d) u mjerilu 1:100 000 s promjerom stijena od 0,2 mm; e) u mjerilu 1:100 000 s promjerom stijena od 0,5 mm.

Promjenom promjera stijena nastaje velika promjena u načinu prikaza. Dolaze do izražaja problemi softvera s maskom prepreka. To se može povezati s rezolucijom ulaznog rastera i sjenčanog prikaza reljefa. Softver generira stijene na mjestima koja po maski prepreka ne bi trebala biti ispunjena stijenama. To se više može primijetiti na prikazima koji su izrađeni u mjerilu 1:100 000 (slike 21c i 21d).

Na slici 21d crtež stijena prekriva cijelo područje pa izgleda kao da preuzima ulogu sjenčanog prikaza reljefa. Taj se problem može riješiti jedino povećanjem promjera stijena na maksimalnih 0,5 mm zajedno s povećanjem minimalnih udaljenosti između stijena, kao i udaljenosti stijena od prepreka i linija udolina. Iako se dobije zadovoljavajući rezultat, gubi se mogućnost daljnje manipulacije s prikazom. Kad se sve vrijednosti povećaju na maksimum dobije se prikaz kao na slici 21e.

Izrađen je prikaz stjenovitih područja koristeći samo automatsku obradu podataka (slika 22). Ako se uspoređuje s kartom na slici 6, treba uzeti u obzir da na švicarskoj karti postoje i drugi elementi karte: tekst, vode i stijene prikazane šrafurama. Također, treba imati na umu da je postavljen uvjet da se prikazuju stijene samo s nagibom većim od 45° i pod tim uvjetom je izrađena i maska prepreka.



Slika 22. Prikaz reljefa kombinacijom izohipsa, sjenčanog prikaza i crteža stijena.

Na slici 22 primijenjen je crtež stijena generiran u Scree Painteru u mjerilu 1:100 000 sa standardnim postavkama, izohipse s ekvidistancijom od 100 m i sjenčani prikaz reljefa s postavkama transparentnosti od 85%.

7. Zaključak

U današnje doba digitalne kartografije i automatizacije izrade karata jedan od najvećih problema stvara pronalaženje odgovarajućeg algoritma za generiranje crteža stijena. Postoje mnoge primjene hipsometrijske ljestvice boja i sjenčanog prikaza reljefa koje su postale ustaljene u svijetu digitalne izrade karata, ali crteži stijena još uvijek predstavljaju problem i najčešće se rade ručno. Imajući to na umu, logično je da postoji potreba za automatizacijom tog procesa, ne samo zbog ubrzanja izrade karata, nego i zbog smanjivanja cijene izrade takvih prikaza.

Cilj je postignut, a to je istraživanje mogućnosti prikaza stjenovitih područja na kartama s naglaskom na automatizaciju prikaza. Kroz provedena istraživanja došlo se do zaključka da nema mnogo konkretnih rezultata koji su se približili postavljenom cilju. Većina autora piše o toj temi na način da je riječ o pionirskom potphvatu koji je još uvijek u povojima.

Algoritam, odnosno softver, koji zahtijeva najmanje intervencija korisnika je Scree Painter. Softver je prilagođen ciljevima rada i dobiveni su zadovoljavajući rezultati. Može se reći da je postupak izrade bio brz i automatiziran. Pritom je bitno da algoritam može biti primjenjiv u bilo kojim GIS softverima.

Međutim, postoje i neki nedostaci tog programa. Kroz izradu se vidjelo da softver nije prilagođen za izrade karata sitnijih mjerila, čak se i preporuča da se ne izrađuju karte mjerila sitnijeg od 1:50 000. Proučavajući uzorke podataka u radu sa Scree Painterom može se zaključiti da se najbolji rezultati dobivaju ako se kao ulazni podatak koristi digitalni model reljefa vrlo visoke rezolucije (1–5 m). Takvi podaci korišteni su u uzorku podataka koji se dobije zajedno sa softverom i daju rezultate koji zadovoljavaju kriterije kartografske vizualizacije.

Kod prikazanih programa varijacije uzoraka s kojim se mogu prikazati stjenovita područja vrlo su oskudna i možemo preporučiti doradu ili nadopunu tih programa da bi se pomoću automatskog generiranja približili nekadašnjim kartografskim prikazima u kojima su svakako prisutne i subjektivne ocjene prikazivanja stjenovitih područja kroz estetičnost, harmoničnost i ljepotu kartografskog prikaza.

Literatura

- Arnberger, E., Kretschmer, I. (1975): *Wesen und Aufgaben der Kartographie-Topographische Karten, Teil I/Textband, Teil II/Abbildungen und Index*, Franz Deuticke, Wien.
- Borčić, B., Kreiziger, I., Lovrić, P., Frančula, N. (1977): *Višejezični kartografski rječnik*, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zbornik radova – Publikacija br. 15, Zagreb.
- Dahinden, T. (2008): *Methoden und Beurteilungskriterien für die analytische Felsdarstellung u topografischen Karten*, PhD Dissertation, Institute of Cartography, ETH Zurich.
- Državna geodetska uprava (2011): *Zbirka kartografskih znakova mjerila od 1:500 do 1:25 000, Prilog uz Pravilnik o kartografskim znakovima* objavljen u *Narodnim novinama* broj 104 od 13. 9. 2011., 138–139.
- Frančula, N. (2004): *Digitalna kartografija*, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Frančula, N., Lapaine, M. (2008): *Geodetsko-geoinformatički rječnik*, Republika Hrvatska, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- Frangeš, S. (1993): *Razlikovanje objekata na kartama površinskim signaturama*, magistarski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Frangeš, S. (2015/2016): *Topografska kartografija, pisani materijali s predavanja*, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Gilgen, J. (1998): *Felsdarstellung in den Landeskarten der Schweiz*, Proceedings of Hochgebirgskartographie Silvretta 1998, K. Kriz (ed.), Institut für Geographie der Universität Wien, Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, 11, 11–21.
- Gilgen, J. (2008): *Aerial photos + photogrammetric plot = swisstopo's rock representation: caricatured mountains?*, 6th ICA Mountain Cartography Workshop, Mountain Mapping and Visualisation, Lenk, Switzerland.
- Gilgen, J., Jenny, B. (2010): *Digital rock and scree drawing in vector and raster mode*, Geographia Technica, special issue, 7th ICA Mountain Cartography Workshop, Borsia, Romania, 1–5 September, 2010, 24–31.
- Gondol, L., Le Bris, A., Lecordix, F. (2008): *Cartography of high mountain areas – testing of a new digital cliff drawing method*, Proceedings of the 6th ICA Mountain Cartography Workshop, 11–15 Feb. 2008, Lenk, Switzerland, 71–80.
- Hodgkiss, A. G. (1981): *Understanding Maps: A Systematic History of Their Use and Development*, Folkstone, Wm Dawson & Son.
- Hurni, L., Dahinden, T., Hutzler, E. (2001): *Digital cliff drawing for topographic maps: traditional representations by means of new technologies*, Cartographica, 38, 1&2, 55–65.
- Jenny, B., Hutzler, E. (2010): *Automatic Scree Representation for Topographic Maps*, Institute of Cartography, ETH Zürich, Zürich, Switzerland.
- Jenny, B., Geisthövel, R., Hurni, L. (2011): *Rock Drawing for Topographic Maps*.
- Jenny, B., Gilgen, J., Geisthövel, R., Hurni, L. (2011): *Rock Drawing for Topographic Maps*, In Proceedings of the 12th meeting of the ICA Commission on Mountain Cartography.
- Lysák, J. (2015): *Digital rock drawing on Czech topographic maps: the current state and historical circumstances*, AUC Geographica, 50(2), 193–199.

- Lysák, J. (2016): An algorithm for automated digital rock drawing in the style used in Czech topographic maps, *AUC Geographica*, 51(1), 5–16.
- Lysák, J., Traurig, M. (2013): Digital Rock Drawing on Czech Topographic Maps: Present and Future Development, In *Sborník referátů z mezinárodní konference ICA*.
- Ministarstvo obrane (1993): Topografsko znakovlje na zemljovidima mjerila 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 i 1:200 000, *Ministarstvo obrane – Sektor za nabavu, proizvodnju i opskrbu – Uprava za graditeljstvo, Zagreb*, 24–25.
- Narodne novine (1976): Zbirka kartografskih znakova Pravilnika o kartografskim znakovima objavljen u *Narodnim novinama broj 24/76 od 7. lipnja 1976.*, 12–13.
- Peterca, M., Radošević, N., Milisavljević, S., Racetin, F. (1974): *Kartografija, Vojnogeografski institut, Beograd*.
- Poslončec-Petrić, V. (2002): Uspoređivanje programskih paketa za automatsko sjenčanje reljefa, *magistarski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb*.

Mrežne adrese

- URL 1: Cartography and geovisualization group, Oregon State University,
<http://www.cartography.oregonstate.edu/Non-photorealisticScreeAndRockPainting.html>, (22. 7. 2019.).
- URL 2: Scree Painter,
<http://www.screepainter.com/>, (22. 7. 2019.).
- URL 3: ArcGIS Desktop Help,
http://webhelp.esri.com/arcimps/9.3/General/topics/author_world_files.htm,
(22. 7. 2019.).
- URL 4: Free Online Raster to Vector Converter,
<http://online.rapidresizer.com/tracer.php>, (22. 7. 2019.).

Analysis and Critical Review of Visualization of Rocks and Cliffs on Maps

ABSTRACT. In order to present the relief as accurately and accurately as possible to map users, various procedures have been developed during the long cartographic practice. Several methods used in digital cartography on modern maps are described according to the rules of cartographic visualization of rocks and rocky areas. Emphasis is placed on the possibility of producing rock representations, using a digital terrain model, taking into account perceptual, systematic, logical and standardization in the selection and design of surface rock patterns.

Keywords: digital cartography, map, rock representation, rock drawing.

Primljeno / Received: 2019-08-28

Prihvaćeno / Accepted: 2019-09-23