



Metode

digitalnog crtanja

Nicola Rossi | Speleološki odsjek HPD »Željezničar«

*Digitalno crtanje u ponoru Sušiku
Autor: Tila Medenica*

Uvod

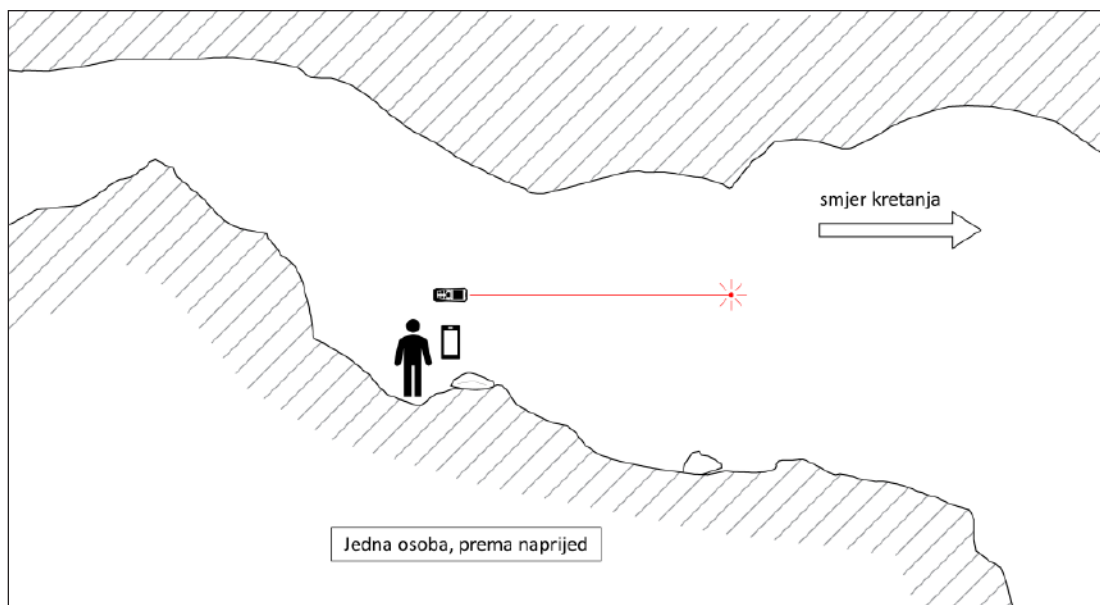
Digitalno crtanje u speleološkoj zajednici postaje sve zastupljeniji način crtanja, uglavnom zbog brzine, jednostavnosti i točnosti. Ono podrazumijeva povlačenje vlakova uređajem koji mjeri sve potrebne dimenzije (udaljenost, azimut i pad), bežično prenošenje tih vlakova na drugi uređaj (mobitel, tablet) i izradu nacрта direktno na njemu. Takav se nacrt može potom izvesti u raznim formatima za potrebe dodatnog uređenja na računalu. Metode crtanja opisane u nastavku ne utječu same po sebi na kvalitetu nacрта i njegovo dodatno uređenje, nego isključivo na učinkovitost i organizaciju tijekom crtanja. S obzirom na to da su u speleološkim akcijama vrijeme i resursi ograničeni, učinkovitost je nešto čemu ekipa koja je došla »odraditi posao« treba težiti, što i je jedan od ciljeva digitalnog crtanja. Automatsko prenošenje izmjerenih vlakova na »papir« jedan je od faktora koji znatno ubrzavaju taj proces. Odabirom jedne od metoda digitalnog crtanja, učinkovitost se može dodatno prilagoditi uvjetima istraživanja, ali prije svega, potrebno je odabrati metodu prikladnu znanju, vještini i usklađenosti ekipe. Cilj ovog članka je istražiti prednosti i mane tih metoda.

Za početak slijedi kratka podjela. Crtanje se može provoditi samostalno ili u paru, odnosno jedna osoba može biti ujedno crtač i mjerач ili jedna

osoba može biti crtač, a druga mjerач. Ako sudjeluje više osoba, jedna je osoba crtač, a ostale su raspodijeljene na poslove koje bi inače u tom slučaju obavljao mjerач. Takva situacija ne razlikuje se bitno od one s dvije osobe. Osim toga, mjerenje se može provoditi prema naprijed (u smjeru crtanja) ili prema nazad (suprotno od smjera crtanja) uzimanjem kontra-vlakova sa suprotnim azimutima i padovima. Razne kombinacije ovih opcija čine spomenute metode crtanja. Metode su poredane prema kompleksnosti provođenja istraživanja. Na kraju svake metode navedene su zadaće crtača i mjerачa te je pomoću satova prikazano relativno vrijeme potrebno svakome da obavi svoje zadatke.

Jedna osoba mjeri i crta

Metode koje zahtijevaju od jedne osobe da mjeri i crta duže traju zbog količine posla koji ta osoba obavlja. Ipak, čak i ako postoje dvije osobe za podjelu posla, u slučaju da one drugačije interpretiraju prostor, nemaju isto viđenje prostora i ideju o razini detalja koje treba prikazati te ne vide iste karakteristične točke prostora, onda se ipak čini pogodnijim, s aspekta učinkovitosti, da jedna osoba sve radi. Kada crtač sam sebi povlači glavne i pomoćne vlakove, on sam odlučuje o pozicijama mjernih i pomoćnih točaka koje mu daju najviše



Slika 1. Jedna osoba mjeri prema naprijed i crta

Autor: Nicola Rossi


informacija o prostoru kako bi ga što vjernije prikazao. Sljedeće dvije opisane metode odnose se upravo na ovu situaciju.

Metoda 1: Jedna osoba mjeri i crta prema naprijed (u smjeru kretanja)

Prva opisana metoda je najintuitivnija kada se zamisli tijek crtanja u speleološkom objektu. U slučaju da crtač sam i mjeri, tada prostor mjeri prema naprijed u nepoznato (u slučaju da crta s kraja objekta prema ulazu, prostor nije nepoznat, ali je problematika vrlo slična), ciljajući karakteristična obilježja na stijeni kako bi dolaskom do njih mogao prepoznati mjernu točku i s nje dalje »pucati« iduće vlakove. Ovo je često problem jer, zbog slabog svjetla i promjene perspektive, obilježja koja su s jednog mjesta izgledala uočljivo, približavanjem izgledaju potpuno drugačije i/ili se čak i ne razlikuju od okolne stijene. Osim toga, odabrana mjerna točka možda izgleda kao točka pogodna za napredovanje, a ustvari to nije, što se vidi tek dolaskom do nje. Ako se ipak upotrebljava ova metoda crtanja zbog neke od prethodno spomenutih prednosti ili zbog manjka istraživača, preporučljivo je raditi kraće vlakove ili uključiti drugu osobu koja je zadužena isključivo za pronalaženje i označavanje točaka, čime osigurava njihovu prikladnost i omogućava povlačenje duljih vlakova, a

uspunit i rasterećuje crtača od tog dijela posla. Metoda je primjenjiva i u špiljama i u jamama, ako je prije toga prošao postavljač, a u slučaju da u istraživanje idu samo dvije osobe, postavljač može biti taj koji bira mjerne točke i svojom prisutnošću pomaže u povlačenju vlakova.

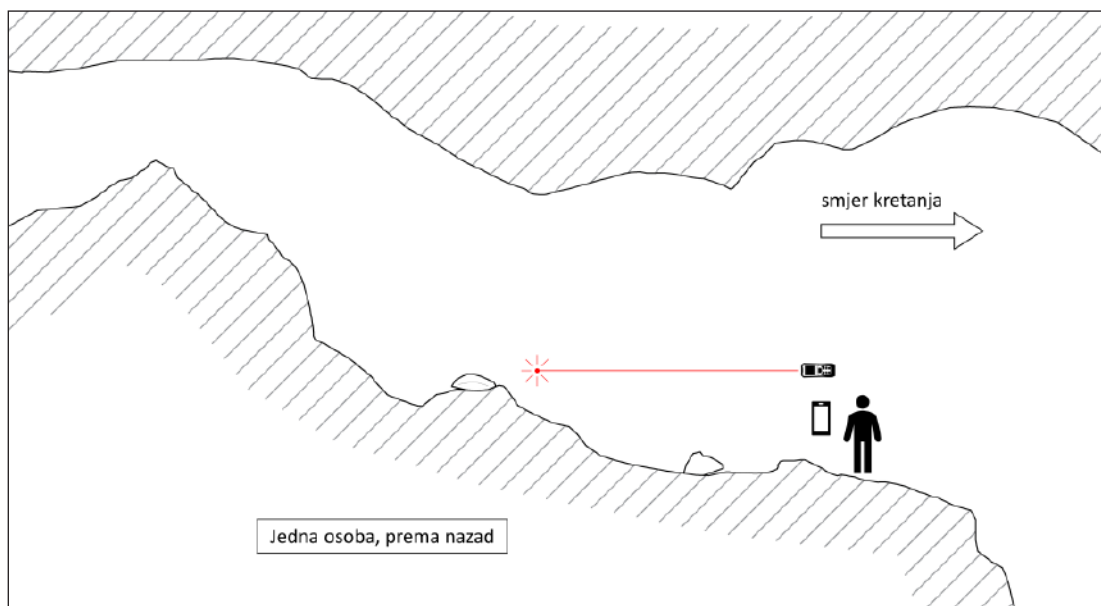
Primjer: Ana crta i mjeri te kreće crtati s ulaza ili kraja objekta. Bira prvu točku s koje će mjeriti i gleda pred sobom tražeći točku na stijeni koja je i prepoznatljiva i pogodna za idući vlak. Povlači glavni i pomoćne vlakove, prenosi ih na uređaj te crta. Za idući vlak Ana mora dobro zapamtiti točku u koju je pucala kako bi je prepoznala kada dođe do nje. U slučaju da Ana povede i Bornu te ga zaduži za traženje i označavanje točaka, Ana i dalje sama povlači sve vlakove, no ima dvije brige i problema manje – pronalaženje i označavanje pogodnih mjernih točaka.

Crtač i mjerac: crta, povlači vlakove, traži pogodne točke*, označava točke* 

(*radnje označene zvjezdicom obavlja pomoćnik ako je prisutan, što ne utječe znatno na vrijeme)

Metoda 2: Jedna osoba mjeri i crta prema nazad (suprotno od smjera kretanja)

Varijanta prve metode je da crtač odluči povlačiti kontra-vlakove, odnosno vlakove u suprotnom smjeru od smjera kretanja. Ako je crtač sam (bez




Slika 2. Jedna osoba mjeri prema nazad i crta

Autor: Nicola Rossi

pomoćnika), ova je metoda pogodnija od prethodne utoliko što crtač može dobro označiti svaku mjernu točku na kojoj se nalazi, a zatim pronaći iduću mjernu točku koja je pogodna za napredovanje i s koje se vidi prethodno označena točka. To znatno olakšava povlačenje vlaka i osigurava da je odabrana točka pogodna za nastavak. Ako i ovdje postoji druga osoba u ulozi pomoćnika, njezina je uloga samo u povećanju vidljivosti prethodne mjerne točke, što omogućava povlačenje duljih vlakova, bez traženja i označavanja točaka kao kod prethodne metode (stoga pomoćnik ima manju ulogu). Iako je ova metoda gotovo jednako učinkovita po pitanju vremena, ona omogućava crtanje uz manje poteškoća, ali i uz manju uključenost pomoćnika ako je prisutan. S obzirom na to da je ova metoda crtanja nešto manje intuitivna od prve zbog povlačenja vlakova suprotno od smjera kretanja, može biti zahtjevnija crtaču početniku. Spomenuto uključivanje pomoćnika u ovoj i prethodnoj metodi, iako vremenski manje učinkovito nego da se uloge podijele na crtača i mjerača (opisane u nastavku), pogodno je za uključivanje osoba koje se ne osjećaju spremno za crtanje, a žele sudjelovati u procesu i nešto iz njega naučiti.

Primjer: Ana mjeri i crta te kreće crtati s ulaza ili kraja objekta. Označava početnu mjernu točku te odlazi naprijed tražeći pogodno mjesto za iduću točku

koja je pogodna za napredovanje i s koje se jasno vidi prethodno označena točka. Povlači glavni i pomoćne vlakove s druge prema prvoj točki i prenosi ih na uređaj (ako je točno namješteno, uređaj ih automatski okreće u pravi smjer) te crta. Ako sa sobom ima pomoćnika, on stoji na prethodnoj točki i povećava joj vidljivost, čime olakšava Ani povlačenje vlakova.

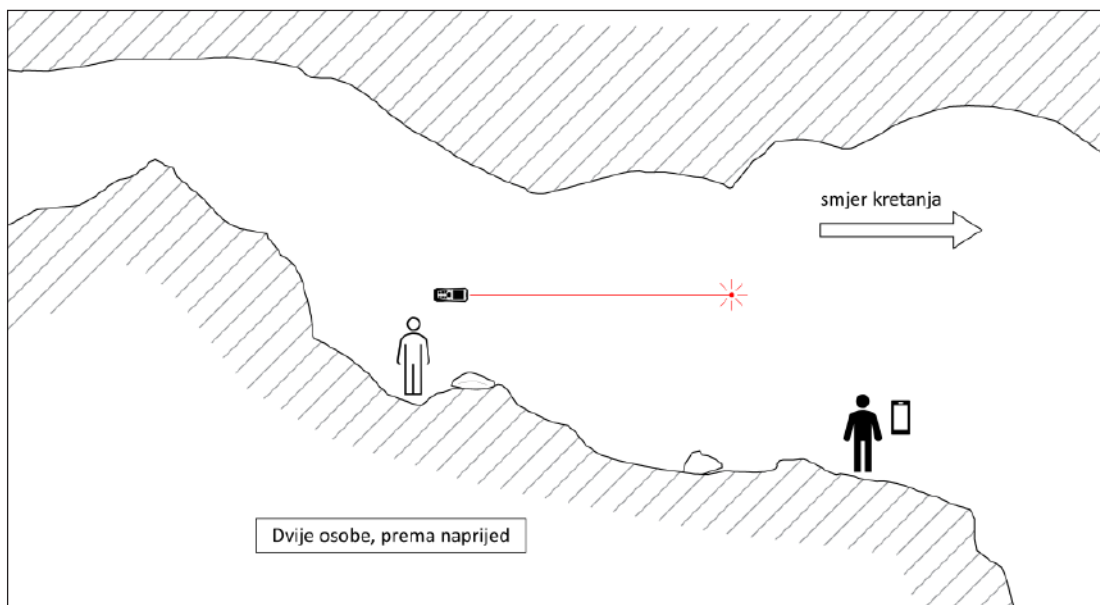
Crtač i mjerjač: crta, traži pogodne točke, označava točke, povlači vlakove 

Dvije osobe – jedna mjeri, druga crta

Ograničenja i poteškoće navedene za crtanje u paru polako se uklanjaju s iskustvom crtača i mjerača. Ukoliko su osobe usklađene, utoliko se povećava učinkovitost ekipe. Usklađenost se odnosi na to da obje osobe slično interpretiraju prostor, razumiju što drugi član vidi sa svojeg stajališta, imaju jasnu komunikaciju itd., što već u startu čini metode koje uključuju dvije osobe složenijima od metoda koje uključuju samo jednu.

Metoda 3: Jedna osoba mjeri prema naprijed (u smjeru kretanja), a druga crta

Vratimo se sada na mjerenje u smjeru kretanja, ali uz podjelu zadataka između crtača i mjerača. U tom slučaju prvi se kroz objekt kreće crtač, iza postavljajučke ekipe ako se radi o vertikalnim



Slika 3. Jedna osoba mjeri prema naprijed, a druga crta

Autor: Nicola Rossi

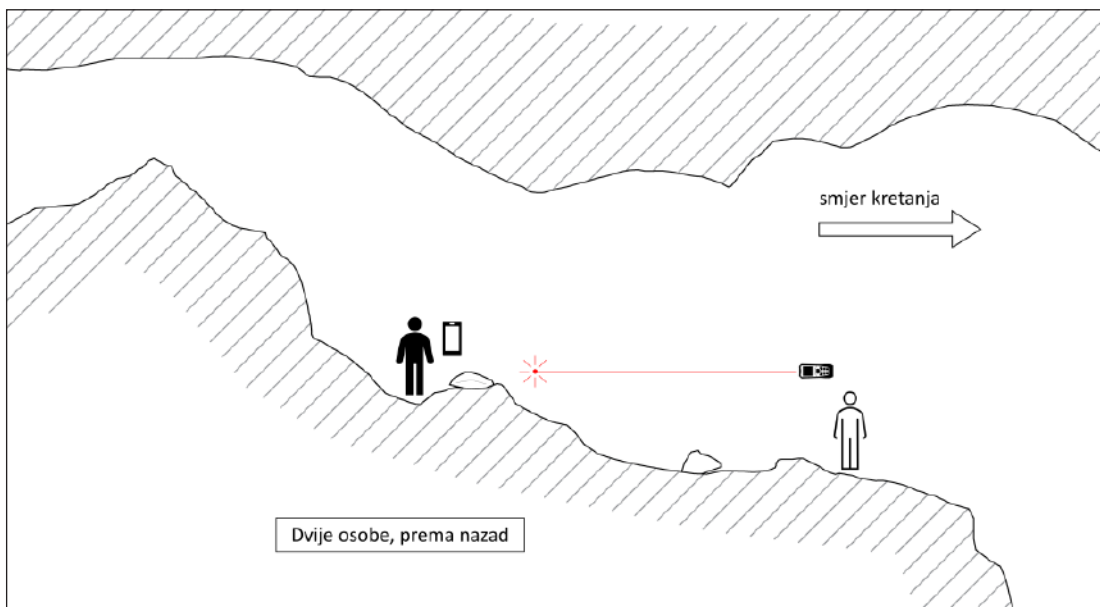
objektima, a za njim ide mjerac. U ovom je slučaju crtač, uz crtanje, zadužen za pronalazak mjerne točke za napredovanje i označavanje te točke, kako bi je mjerac mogao pronaći za idući vlak. Ove dvije akcije crtaču oduzimaju vrijeme koje je mogao iskoristiti za crtanje. Kada se ekipa sastoji od dva člana, crtaču je uvijek potrebno više vremena nego mjeracu, tako da je važna minimizacija vremena koje crtač provodi u ostalim aktivnostima. No ipak, prednost ove metode u odnosu na sljedeću je u tome što omogućava crtaču da sam bira mjerne točke za glavni vlak u skladu sa svojim viđenjem prostora, što mu pomaže pri interpretaciji, ali se za odabir pomoćnih vlakova mora pouzdati u mjeraca.

Primjer: Borna mjeri, a Ana crta. Kreću izrađivati nacrt s ulaza ili kraja objekta. Borna označava početnu mjernu točku. Ana se prva kreće kroz prostor, gleda prema Borni da osigura vidljivost prve točke te istovremeno traži sljedeću točku koja je prikladna za napredovanje. Pritom je Ana već jednom prošla kroz prostor koji treba prikazati, što može biti olakotna okolnost. Pronalaskom točke, Ana je označava, a Borna povlači glavni vlak s prve do druge točke koje je Ana odabrala, a pomoćne vlakove prema svojem viđenju prostora i/ili dogovoru s Anom. Ana ih preuzima na uređaj i crta. Borna dolazi do druge točke, a Ana ide dalje tražiti treću točku, i tako dalje.

Crtač: crta, traži pogodne točke, označava točke
Mjerac: povlači vlakove

Metoda 4: Jedna osoba mjeri prema nazad (suprotno od smjera kretanja), a druga crta

Kod ove metode osoba koja prva ide kroz prostor je mjerac, koji zbog učinkovitosti metode može ujedno biti i postavljač. Ovdje je mjerac taj koji bira mjernu točku za napredovanje i označava je, dok za to vrijeme crtač crta na temelju pomoćnih vlakova koje je dobio od mjeraca. Za vrijeme dok crtač crta, mjerac može ili postavljati ili napredovati u horizontalnom smjeru, što mu daje dobru ideju o prostoru za odabir idućih točaka, tako da već ima spremnu mjernu točku za idući vlak kada crtač završi svoj dio na prijašnjem vlakcu. Ovdje je vrlo bitno da se crtač i mjerac slažu oko pristupa crtanju, da oboje razumiju prostor i zamišljaju na vrlo sličan način kako ga prikazati. Osim toga, ova metoda više od svih ostalih uključuje mjeraca u proces crtanja, upravo iz spomenutog razloga da mjerac mora razmišljati kako bi prikazao prostor, kao da on sâm crta, kako bi znao točno što crtaču treba. Za razliku od prethodne metode, u ovoj se metodi crtač mora u potpunosti pouzdati u mjeraca po pitanju odabira točaka, kako za glavne tako i za pomoćne vlakove. Prema svemu tome, ovo je



Slika 4. Jedna osoba mjeri prema nazad, a druga crta

Autor: Nicola Rossi

Tablica 1. Ocjene metoda po četiri kriterija.


Metoda	Učinkovitost (više zvjezdica – učinkovitije)	Uključenost drugog člana ⁽¹⁾ (više zvjezdica – veća uključenost)	Kompleksnost (više zvjezdica – kompleksnije)	Poteškoće (više zvjezdica – više poteškoća)
M1: Jedna osoba, prema naprijed	★	★★	★	★★★★★ ⁽²⁾
M2: Jedna osoba, prema nazad	★★	★	★★	★★★★ ⁽²⁾
M3: Dvije osobe, prema naprijed	★★★	★★★	★★★	★★★
M4: Dvije osobe, prema nazad	★★★★	★★★★	★★★★	★

⁽¹⁾ Kod metoda gdje jedna osoba mjeri i crta (M1 i M2), drugi član odnosi se na pomoćnika.
⁽²⁾ Ocjena bez pomoćnika. Pomoćnik može ublažiti poteškoće kod ovih metoda.

najsloženija metoda jer zahtijeva od crtača i mjerača da čine usklađenu ekipu.

Primjer: Borna mjeri, a Ana crta. Kreću izrađivati nacrt s ulaza ili kraja objekta. Označavaju prvu mjernu točku te Borna kreće tražiti drugu, s koje se vidi prva i koja je prikladna za napredovanje. Borna povlači i glavni i pomoćne vlakove prema svojem viđenju prostora i/ili dogovoru s Anom, s druge točke, koju je sam odabrao, prema prvoj. Ana ih preuzima na uređaj i crta. Za vrijeme dok Ana izrađuje nacrt, Borna se kreće kroz objekt i traži sljedeću točku, kako bi bio spreman kad Ana završi nacrt prethodnog dijela. U tom periodu Borna si također stvara sliku o tome kako prikazati prostor te unaprijed zna gdje

će povući i pomoćne vlakove kako bi što vjernije prikazali prostor.

Crtač: crta 

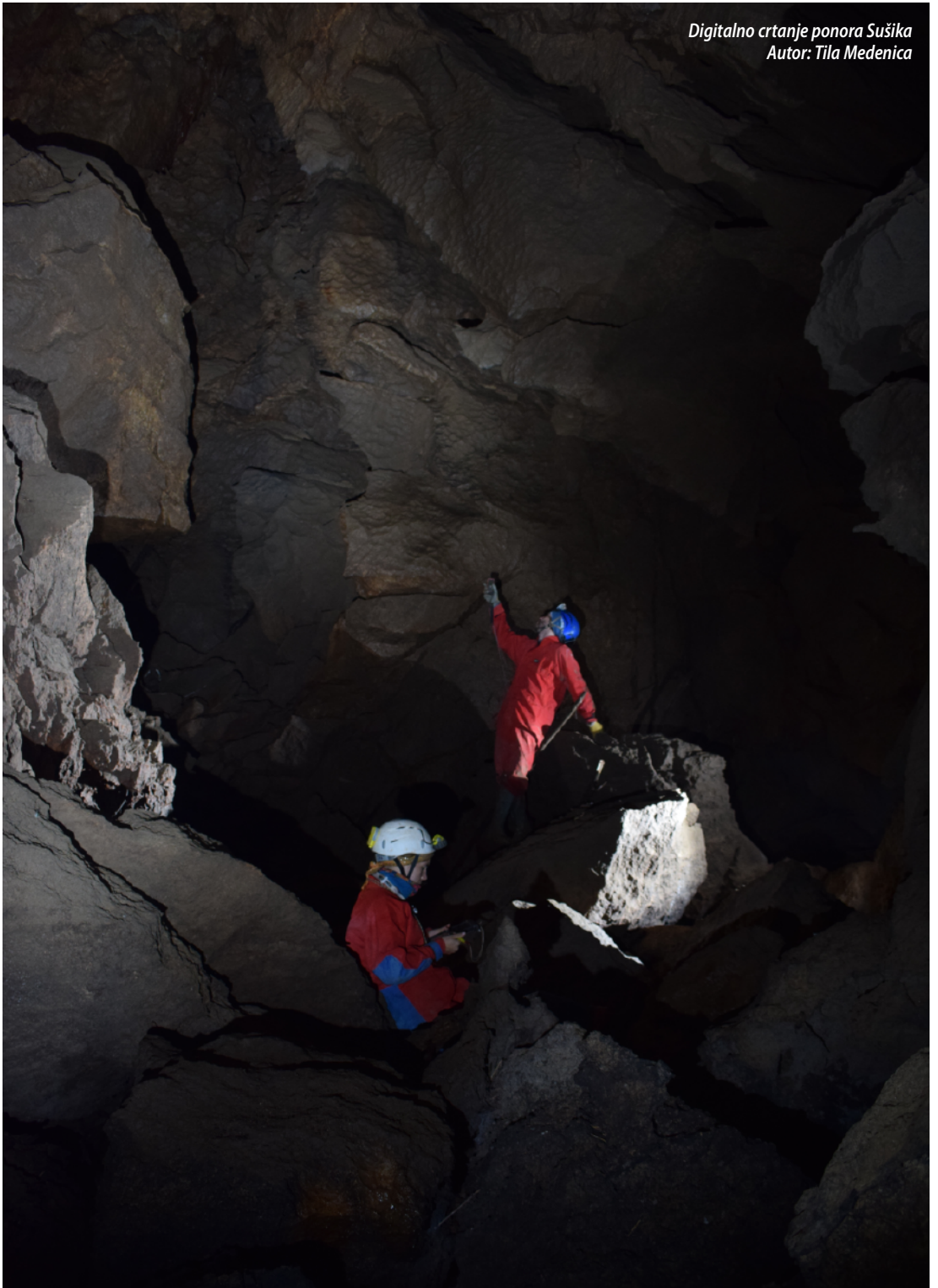
Mjerač: traži pogodne točke, označava točke, povlači vlakove 

Zaključak

U Tablici 1 sažete su karakteristike svake metode ocjenama po četiri kriterija: učinkovitost, uključenost drugog člana, kompleksnost i poteškoće. Učinkovitost se odnosi na omjer brzine i kvalitete provedene akcije topografskog snimanja. Uključenost drugog člana odnosi se na razinu uključenosti mjerača ili pomoćnika u proces crtanja, od odabira i označavanja točaka do povlačenja

Digitalno crtanje
u Jamskom sustavu Crnopac
Autor: Nicola Rossi





glavnih i pomoćnih vlakova. Kompleksnost se odnosi na razinu iskustva i znanja u crtanju koju i mjerač i crtač moraju imati da bi učinkovito primijenili tehniku, kao i na njihovu usklađenost u radu kao ekipe. Poteškoće se uglavnom odnose na poteškoće u povlačenju vlakova i odabiru točaka za napredovanje. Metode su ocijenjene s 1-4 zvjezdice, gdje 1 zvjezdica označava najmanje, a 4 zvjezdice najviše.

Iz ove je tablice vidljivo da nema idealne metode digitalnog crtanja, nego je potrebno odabrati onu

pravu na temelju uvjeta na terenu, dakle ovisno o veličini i morfologiji objekta, raspoloživim osobama, njihovom crtačkom iskustvu, želji za uključivanjem u proces itd., jer učinkovitost nije uvijek najvažniji faktor u cijeloj priči, nego je to točno prenošenje prostora na nacrt. Neusklađenost crtača i mjerača bi na kraju mogla rezultirati puno sporijim i lošijim crtanjem od samostalne izrade nacrta. Važno je napomenuti i to da se s iskustvom pojedinca poteškoće prilikom upotrebe metoda koje uključuju samo jednu osobu mogu uvelike ublažiti.

Digital cave surveying methods

Digital cave surveying is becoming increasingly common in the speleological community. It brings with it many benefits, as well as new challenges in terms of the use of measuring instruments, software for drawing on-site and software for subsequent processing of drawings, various possibilities that lead to the development of different ideas and drawing practices, drawing methods, etc. This article would be too extensive if it covered all of the above, therefore the focus is exclusively on digital drawing methods, i.e. procedures by which one or more people create a cave survey. Four methods are described: 1) the same person both draws and measures, in the direction of progression, 2) the same person both draws and measures, opposite to the direction of progression, 3) one person draws and the other measures in the direction of progression, and 4) one person draws and the other measures opposite to the direction of progression. In the end, the methods are evaluated according to four criteria – efficiency, involvement of the other member, complexity, difficulties – which reflect the advantages and disadvantages of each method. Each method may be the best for a particular situation, therefore the conclusion is that there is no ideal method, but it is necessary to choose a suitable one, depending on the on-site conditions.