

22 INŽENJERSKOGEOLOŠKO KARTIRANJE

Osnovni dio svakog inženjerskogeološkog istraživanja je inženjerskogeološko kartiranje. Ono se zasniva na principima geološkog kartiranja, a kao rezultat nastaju inženjerskogeološke karte – specijalni tipovi geoloških karata.

Geološko kartiranje je postupak koji se sastoji od: (i) istraživanja izdanaka stijena ili tla; (ii) sustavnog bilježenja podataka registriranih na izdanku; i (iii) analize i interpretacije tih podataka.

PRIPREMA ZA ISTRAŽIVANJE

Određivanje veličine područja obuhvata. Veličina područja koje će biti obuhvaćeno kartiranjem prvenstveno zavisi o vrsti projekta, odnosno radi li se o regionalnim istraživanjima ili istraživanjima pojedinačnih lokacija.

U sklopu regionalnih istraživanja granice obuhvata inženjerskogeološkog kartiranja odgovarat će granicama regije za koju se provodi istraživanje. Veličina područja za koje se radi regionalno inženjerskogeološko kartiranje može varirati u rasponu od nekoliko kilometara kvadratnih (npr. kartiranje sliva manje rijeke) do nekoliko stotina ili kilometara kvadratnih (npr. kartiranje određene županije).

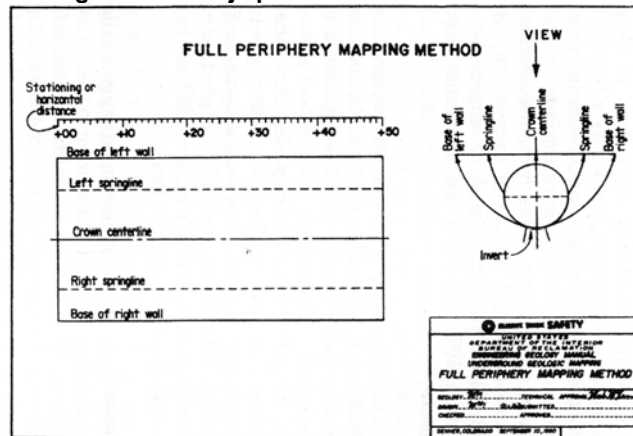
Budući da se većina inženjerskogeoloških istraživanja provodi u svrhu projektiranja/građenja pojedinačnih objekata, najčešća su inženjerskogeološka kartiranja određenih građevinskih lokacija.

Inženjerskogeološko kartiranje građevinske lokacije sastoji se od dva dijela: (1) preliminarno kartiranje šire okolice građevine – za velike inženjerske projekte preporučuje se obuhvatiti područje koje se nalazi unutar radijusa od 8 km oko objekta; (2) detaljno kartiranje same lokacije budućeg objekta i njegove neposredne okolice – red veličine nekoliko stotina metara do kilometar. Veličina područja ovisi, s jedne strane, o tipu građevine i njezinoj veličini (specifičnim projektantskim zahtjevima), a s druge strane, o složenosti geološke građe i njezinom utjecaju na objekt. Informacije o složenosti geološke građe istraživanog područja mogu se dobiti iz postojećih geoloških karata. U tu se svrhu najčešće koriste listovi Osnovne geološke karte Republike Hrvatske M 1:100.000. Preliminarno kartiranje najčešće se provodi tijekom projektiranja na razini idejnog projekta, a detaljno kartiranje same lokacije tijekom izrade glavnog projekta. Specifična je izgradnja podzemnih prostorija (tuneli i okna) kod kojih se detaljno kartiranje provodi tijekom samog građenja. U tom slučaju kartiranjem se obuhvaćaju samo površine otkrivene građenjem, plašt tunela ili okna.

Podloge za kartiranje. Prije početka kartiranja potrebno je pripremiti podloge na koje će se bilježiti podaci. Podloge za inženjerskogeološko kartiranje su topografske karte, jer je za svaki podatak s terena potrebno odrediti njegov položaj u prostoru. Mjerila topografskih podloga ovisit će o detaljnosti i količini podataka koji će se prikupljati kartiranjem: (i) regionalno inženjerskogeološko kartiranje na podlogama M 1:500.000-1:25.000; (ii) preliminarno inženjerskogeološko kartiranje pojedinačnih lokacija na podlogama M 1:10.000-1:2.000; (iii) detaljno inženjerskogeološko kartiranje pojedinačnih lokacija na podlogama M 1:1000-1:200. U tu se svrhu koriste postojeće topografske podloge ili se za potrebe projekta snimaju geodetske situacije. Postojeće topografske podloge su: topografske karte mjerila 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:200.000, 1:300.000 i 1:500.000; osnovne državne karte mjerila 1:5.000 (1:10.000); i planovi krupnijeg mjerila (1:500, 1:1.000, 1:2.000, 1:2.500, 1:2.880).

Izuzetak predstavlja inženjerskogeološko kartiranje podzemnih prostorija (tuneli i okna) kod kojih se podaci bilježe na specijalne podloge. Budući da se kod podzemnih prostorija kartiraju njihovi zidovi, podloga za kartiranje je razvijeni plašt prostorije.

Podloga za kartiranje plašta tunela



PRIKUPLJANJE PODATAKA

Vrste podataka. Tijekom inženjerskogeološkog kartiranja prikupljaju se podaci o: značajkama stijena/tala; hidrogeološkim uvjetima; geomorfološkim uvjetima; i geodinamičkim pojavama/procesima. Osnovna skupina podataka u svim tipovima inženjerskogeoloških kartiranja su značajke stijena/tala. One se mogu proučavati na prirodnim izdancima stijena/tala ili u specijalno za tu svrhu načinjenim istraživačkim objektima, kao što su različite vrste iskopa.

Istraživanje značajki stijena/tala za potrebe inženjerskogeološkog kartiranja podrazumijeva proučavanje njihovih značajki, koje je moguće svrstati u sljedeće skupine:

- (1) litološki podaci obuhvaćaju vrstu stijene/tla, dodatna petrografska svojstva stijene/tla, genetski tip tla, teksturu materijala stijene/tla (veličina zrna, relativna veličina zrna, morfometrijske značajke zrna i građa);
- (2) podaci o strukturi stijene/tla uključuju strukturu materijala, strukturu mase i diskontinuitete mase stijene/tla;
- (3) podaci o trošnosti stijene/tla obuhvaćaju trošnost materijala i trošnost mase stijene/tla;
- (4) podaci o fizičko-mehaničkim svojstvima stijene/tla uključuju boju stijene/tla; indeksne pokazatelje fizičkih svojstava materijala tla (porozitet, vlažnost, relativna gustoća, konzistencija); čvrstoću materijala stijene/tla.

Podaci o hidrogeološkim uvjetima, geomorfološkim uvjetima i geodinamičkim pojavama/procesima obuhvaćaju prostorni položaj određene (hidrogeološke, geomorfološke ili geodinamičke) pojave i njezine značajke (geometrija, veličina, svojstva itd.).

Oprema za inženjerskogeološko kartiranje obuhvaća (a) standardnu opremu za geološko kartiranje (terensko povećalo s povećanjem do 10x, geološki čekić i geološki kompas s klinometrom); (b) priručnu identifikacijsku opremu za određivanje fizičko-mehaničkih svojstava (Schmidtov čekić, džepna krilna sonda i sl.). Izmjereni ili opaženi podaci unose se na topografsku podlogu, a opisuju se u terenskim dnevnicima. Pribor za crtanje u mjerilu i fotografiranje koristi se za skiciranje/fotografiranje cijelih izdanaka ili samo njihovih pojedinih dijelova.

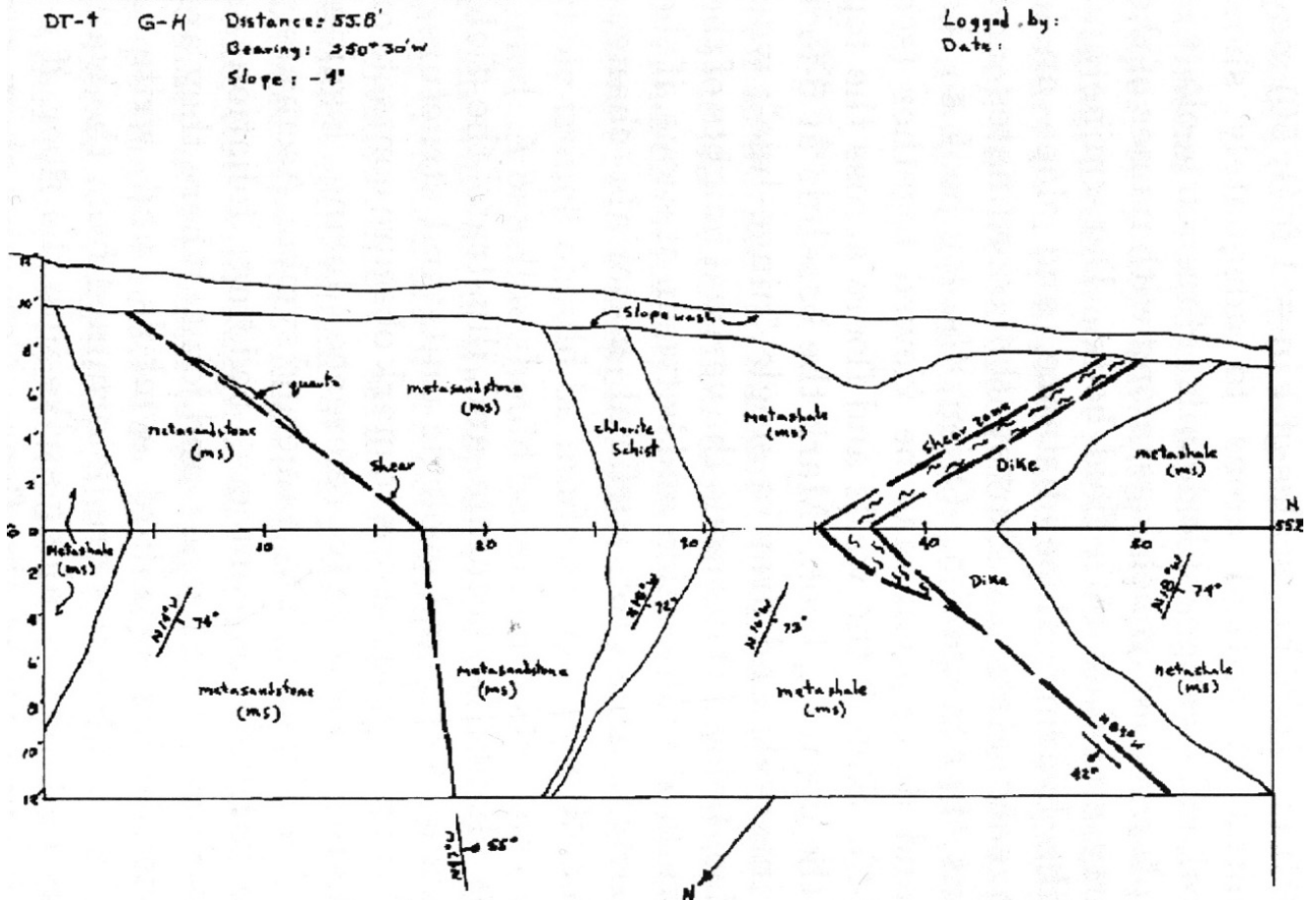
Postupak kartiranja sastoji se od prikupljanja podataka i ucrtavanja podataka na kartu. Najveći broj podataka dobiva se obilaskom terena i snimanjem izdanaka. Za sustavno bilježenje svih relevantnih podataka koristi se tzv. radna karta. Podaci se na karti prikazuju pomoću simbola. Simbole za inženjerskogeološko kartiranje razvila je IAEG Komisija za inženjerskogeološke karte. Ovisno o vrsti podataka, postoje simboli za: stijene i tla; hidrogeološke pojave; geomorfološka obilježja; geodinamičke pojave/procese. Ovisno o mjerilima karata (tj. njihovoj detaljnosti) koriste se različiti simboli.

Osim prikazivanja određene značajke na karti, opširnije zabilješke (opisi, mjerenja i sl.) zapisuju se u terenskom dnevniku. U slučaju postojanja prirodnih izdanaka, na kojima su vidljive mnoge značajke mase stijene/tla, korisno je načiniti skicu izdanka popraćenu mjerenim podacima. Na primjer, u slučaju izdanka mase stijene s nekoliko setova diskontinuiteta kojima smo izmjerili orijentaciju.

U nedostatku prirodnih izdanaka, ili zbog potrebe za dodatnim informacijama, u sklopu inženjerskogeološkog istraživanja određene lokacije, uobičajena je izrada zasjeka ili iskopa (po mogućnosti vertikalnih stijenki).

Inženjerskogeološko snimanje iskopa koristi se za prikupljanje podataka o značajkama stijena/tala po dubini. Skice iskopa važan su dio terenskog zapisa inženjer geologa, ali su i obavezan dio inženjerskogeološke/geotehničke istraživačke dokumentacije, u sklopu konačnog izvještaja. Način prikaza skice raskopa ovisit će o njegovom obliku. Neovisno o tome je li iskop tipa jame (četvrtastog presjeka) ili rova (izduženog oblika), na skici treba prikazati sve njegove stijenke, uključivo i dno. Na slici je predložena skica rova sa snimljenim geološkim obilježjima u jednom boku i na dnu.

JEDNOSTAVNA SKICA ROVA



INTERPRETACIJA

Interpretacija je dugotrajni proces koji započinje u preliminarnim stupnjevima prikupljanja podataka i kontinuirano se nastavlja tijekom cijelog procesa kartiranja. Unutar procesa interpretacije moguće je izdvojiti dvije faze:

1. prvo se izvorni podaci (izmjereni ili opaženi) tumače u geološkom kontekstu s ciljem kreiranja modela geološke građe (izdvajanje geoloških formacija s definiranim geološkim granicama)
2. zatim se geološku građu reinterpretera u inženjerskom kontekstu s ciljem definiranja inženjerskogeološkog modela (izdvajanje inženjerskogeoloških jedinica s granicama).

Interpretacija prikupljenih podataka u geološkom kontekstu. Značajke stijena/tala koje se mogu zapaziti na pojedinačnim izdancima ili u raskopima predstavljaju samo rijetke vidljive fragmente cjelokupne geološke slike istraživanih područja. Za interpretaciju geološke građe kartiranog područja potrebno je usporediti lokalno registrirane pojave (na izdancima/raskopima) s regionalnom geološkom građom. Predodžba o regionalnoj geološkoj građi dobiva se s postojećih geoloških karata

sitnijeg mjerila. Kod nas je u upotrebi Osnovna geološka karta mjerila 1:100.000 (u daljnjem tekstu OGK). **OPREZ! Zbog sitnog mjerila, OGK nije dovoljno detaljna da bi se mogla izravno primijeniti za inženjerskogeološku interpretaciju, pa se stoga ne može koristiti kao jedini izvor geoloških podataka u inženjerskim projektima.**

Proučavanje OGK početni je korak svakog inženjerskogeološkog kartiranja, u smislu dobivanja preliminarnih informacija o vrsti stijena/tala i geološkim strukturama koje na terenu možemo očekivati. Lokalno snimljeni podaci kontinuirano se uspoređuju s regionalnom geološkom građom kako bi ih se moglo interpretirati u širem geološkom kontekstu i kreirati model geološke građe. Inženjerskogeološke karte su dvodimenzionalni prikaz površine terena, a model geološke građe je trodimenzionalni prikaz, kojim se rješava i prostorna distribucija geoloških jedinica po dubini. Tijekom interpretacije podataka inženjerskogeološkog kartiranja stoga se analize provode na geološkim presjecima i kulisnim dijagramima.