

"ULOGA INŽENJERSKE GEOLOGIJE U GEOTEHNICI"

("PRVI GEOTEHNIČKI OKRUGLI STOL HGD"; 10. SVIBNJA 2013.)

Inženjerska geologija (*sinonim: geološko inženjerstvo*) je geologija primjenjena u inženjerskoj praksi, posebice rudarstvu i graditeljstvu. Po definiciji udruge inženjergeologa (IAEG, 1969), to je primjena geoloških podataka, tehnika i principa u istraživanju prirodnog nastanka stijena i tala ili podzemnih voda u svrhu jamstva da su geološki faktori koji utječu na lokaciju, planiranje, oblikovanje, projektiranje, građenje i održavanje inženjerskih konstrukcija, te otkrivanje rezervi podzemnih voda bili temeljito prepoznati, adekvatno interpretirani, korišteni i prikazani za primjenu u inženjerskoj praksi.

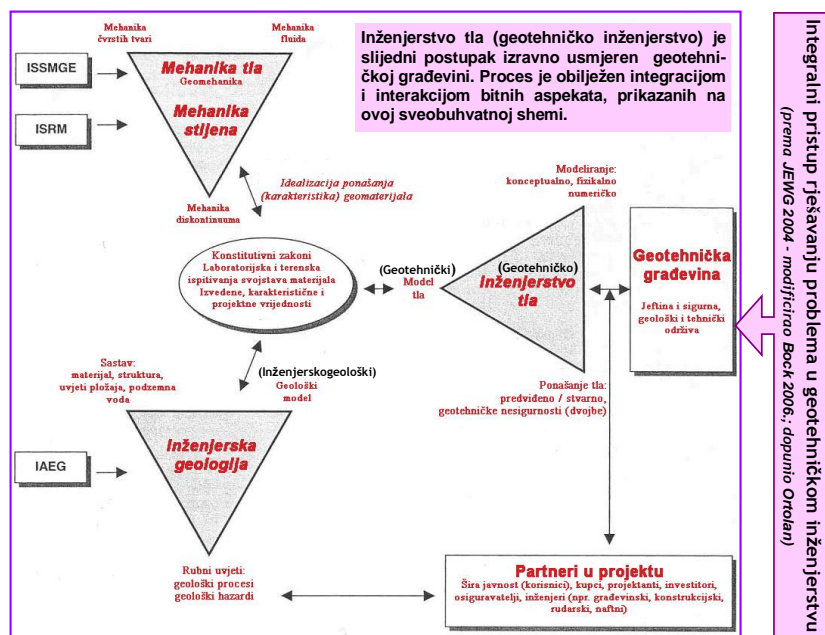
Inženjerska geologija smatra se, uz mehaniku tla i mehaniku stijena, jednom od tri temeljne znanstvene discipline u geotehničkom inženjerstvu. Povijesno gledano međusobna veza između ove tri discipline nikada nije bila oslobođena nejasnoća. To je istaknuto i činjenicom kako se *Karl von Terzaghi - utemeljitelj mehanike tla* i *Leopold Müller - utemeljitelj mehanike stijena* smatraju glavnim inženjergeolozima, iako bez uspjeha u ostvarivanju inženjerske geologije kao samostalne discipline s autonomnim intelektualnim odlikama, metodama i procedurama.

Na milenijskoj konferenciji GeoEng 2000 u Melburnu, istaknuti kanadski inženjer *Morgenstern (2000)* naglasio je potrebu da javnost mora biti više svjesna, nego što to trenutno jest, osnovne funkcije «inženjerstva tla». On je tada predstavio termin «geotehničko inženjerstvo» (prema JTF - Joint Task Force, 2004., alternativni nazivi su «inženjerstvo tla» i «geoinženjerstvo») i naglasio potrebu za integralnim pristupom rješavanju problema geotehničkog inženjerstva. Njegov doprinos, prikladno nazvan «*zajednički temelji*» («*common ground*») utro je put preispitivanju uobičajenih namjena različitih disciplina uključenih u geotehničko inženjerstvo. Po mišljenju *Morgensterna (2000)* međunarodne udruge ISSMGE, ISMR i IAEG poduzimale su već tada obećavajuće korake za prevladavanje suzdržanih (netrpeljivih) odnosa koji su trajali desetljećima između tih disciplina.

Potreba za zajedničkom radnom grupom glavnih međunarodnih udruga geotehničara, radi definiranja stručnih područja inženjerske geologije i geotehničkog inženjerstva, ustanovljena je na sastanku predstavnika europskih nacionalnih grupa *Međunarodne udruge za inženjersku geologiju (IAEG)* u Helsinkiju u kolovozu 2001. Odlučeno je da se zatraži suradnja *Međunarodne udruge za mehaniku tla i geotehničko inženjerstvo (ISSMGE)* i *Međunarodne udruge za mehaniku stijena (ISRM)* za potrebe izrade pravih definicija područja inženjerske geologije i geotehničkog inženjerstva u kontekstu europske geotehnike.

Bitan praktični doprinos razvoju misli dao je *Knill (2002)* svojom publikacijom o ključnim vrednotama u inženjerskoj geologiji, a tri važne međunarodne udruge započele su proces ostvarivanja zajedničkog cilja - «Saveza međunarodnih geoinženjerskih društava» («Federation of the International Geo-engineering Societies»).

Zajednička Europska radna grupa (*JEWG - Joint European Working Group, 2004*) sastavljena od predstavnika ISSMGE, ISRM i IAEG (po tri predstavnika) te glavnog tajnika EFG (Evropska federacija geologa) službeno je formirana u srpnju 2002. Europska radna grupa održala je svoj uvodni sastanak u ožujku 2003. u Briselu, a 2004. je razvila i usuglasila svoj prvi radni dijagram (grafički prikaz) u kojemu je sagledana interakcija inženjerske geologije i geotehničkog inženjerstva u cjelini.



Prema ¹*Bocku (2006)* inženjergeolozi su ujedinjeni s ostalim inženjerima u geotehnici u sveobuhvatnom zajedničkom cilju kreiranja geološki i tehnički održivog, jeftinog i sigurnog inženjerskog rješenja. Isti autor navodi: «... prvi put ikad - na međunarodnoj razini, pozicija inženjerske geologije u inženjerstvu tla definirana je službenim dokumentom, jednodušno (složno, bez animoziteta) s inženjerima mehanike tla i stijena. Prema tome, jasno je da je to veliko postignuće. Kako je prikazano i elaborirano kroz JEWG-ov izvještaj, inženjerska geologija se prikazuje kao jedna od bitnih znanstvenih disciplina za inženjerstvo tla u širem smislu. Iako je bazirana na neinženjerskom znanstvenom polju, inženjerska geologija je na hijerarhijskoj ljestvici smještena na istoj razini s mehanikom tla i mehanikom stijena, i u velikoj su međuovisnosti.»

¹ Bock, H. (2006): Common ground in engineering geology, soil mechanics and rock mechanics: past, present and future.

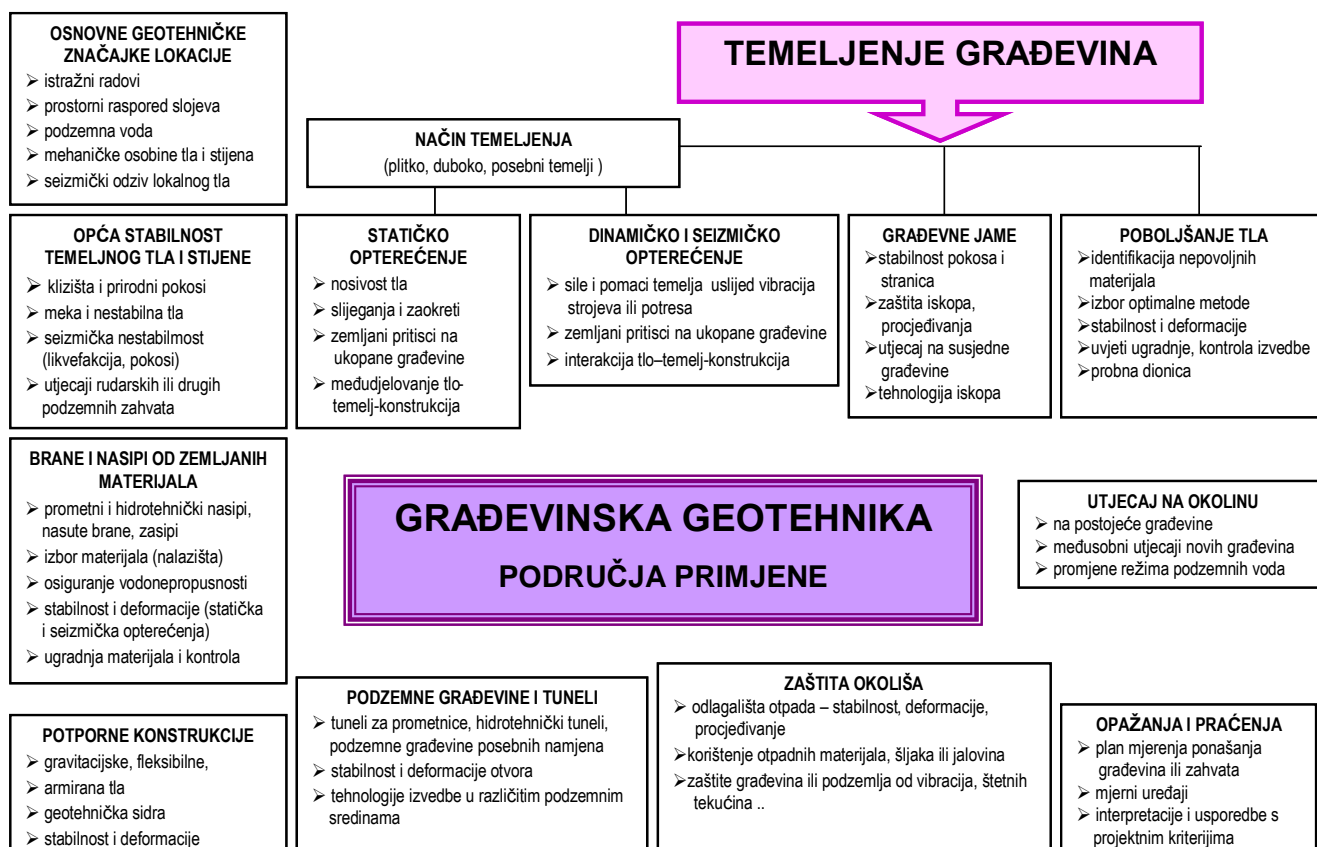
U siječnju 2008. službeno je osnovan FedIGS (“Federacija međunarodnih geoinženjerskih društava”), u potpunom suglasnosju o načinu suradnje i imenovanja predsjednika. Svaki od partnera društva zadržava svoj identitet i autonomiju. U službenoj izjavi FedIGS želi biti ključno Geoinženjersko tijelo čiji je cilj promicati djelotvorne i ekonomske aplikacije u inženjerstvu geomaterijala za dobrobit ljudskih zajednica.



Geotehničko inženjerstvo je slijedni postupak izravno usmjeren geotehničkoj građevini. Proces je karakteriziran integracijom svih bitnih aspekata. Djelotvorno inženjerstvo tla zahtijeva povratnu vezu (informaciju) između raznih disciplina i interakciju preko uključenih numeričkih aspekata.

Inženjerstvo tla temelji se na modelima tla koji sadržavaju valjane inženjerskogeološke modele, te relevantne inženjerske parametre i značajke materijala. Za analize i projekte, geotehnički model tla je podvrgnut seriji propitkivanja i analiza (konceptualnih, fizičkih i/ili numeričkih). Tlo se analizira pod utjecajem vanjskih i unutarnjih (prirodnih i ljudima uzrokovanih) statičkih i dinamičkih sila. Analize uključuju sigurnost tla u slučaju raznih vrsta promjena stanja i deformabilnih ponašanja, koja mogu narušiti stabilnost i trajnost građevina. Optimalna konfiguracija projektnih parametara osigurana je projektnim nacrtima i specifikacijama iz javnog nadmetanja, građenja i građevine. Tijekom građenja prate se podaci u tlu i uspoređuje ponašanje (karakteristike) tla s predviđanjima. U slučaju većih odstupanja potrebno je prilagođavanje, obično sukladno scenarijima koji se smatraju dijelom procedure projektiranja kroz opažanja. U analizama i projektiranjima, ovisno o vrsti građevine, obično je potrebna suradnja s inženjerima specializiranim za razna polja u inženjerstvu (npr. konstrukterstvo, graditeljstvo, rudarstvo, ...). Otkrivanje geotehničkog modela tla je središte ovog procesa, te uključuje ugrađivanje inženjerskih parametara i značajki materijala u model. Značaj ove faze je važan i, na kraju, često ključan (kritičan, presudan) za kvalitetu cjelokupnog rezultata i sigurnosti projekta. Između ostalog, uključuje aktualizaciju (potvrdu) geološkog (inženjerskogeološkog) modela, specifikaciju konstitutivnih zakona prikladnu za čvrste tvari i stijene u modelu, otkrivanje njihovih mehaničkih značajki u laboratoriju, i/ili terenskim ispitivanjima te interpretacije karakterističnih granica i projektnih vrijednosti. Transfer od izvedenog (EN 1997-2) prema karakterističnim i projektnim vrijednostima (EN 1997-1) baziran je na procjeni procedura uzorkovanja i testiranja, mogućih učinaka mjerila, regionalnog konteksta i iskustva s materijalima. Očito je da je taj središnji popis zadaća treba izvršiti suradnjom inženjerskogeologa s drugim geotehničkim inženjerima.

Forma suradnje temeljnih disciplina u geotehničkom inženjerstvu je time zadovoljena, međutim nisu do kraja definirane obveze i sadržaji, a u implementaciji one ne funkcioniraju niti u mjeri u kojoj jesu definirane. U slijedećem prikazu (uz dozvolu autora: iz predavanja prof.dr.sc. Tomislava Ivšića, dipl.ing.građ.) daje se skupni pregled područja primjene «građevinske geotehnike», koje je nezaobilazni dio i inženjerska geologija.



U geotehnici ključna nadležnost inženjergeologa je prikaz geologije terena s izradom inženjerskogeološkog modela i njegov prijenos u prikladan i znanstveno valjan geotehnički model tla.

Preduvjeti za razvoj nadležnosti inženjergeologa su školovanje na tercijarnoj razini i višegodišnje iskustvo stručne prakse na terenu. Inženjergeolozi su najbolje obučeni kroz prvi stupanj geologije ili specijalistički stupanj u (nekom) području, nakon čega slijedi poslijediplomsko stručno usavršavanje koje pruža osnove geookoliša, hazarda, hidrogeologije, mehanike tla i stijena, temeljenja i podzemnih građevina.

Stvaranje geotehničkih modela zahtijeva prikupljanje, tumačenje i sintezu različitih (često fragmentiranih) geoloških i tehničkih podataka. Geotehnički modeli tla su prilagođeni inženjerskogeološki modeli s uključenim parametrima potrebnima za inženjersku analizu i obično su ustanovljeni na temelju suradnje inženjera u geotehnici.

Poznavanje geoloških procesa i svijest o prirodnom okruženju kroz rad na terenu daje inženjergeolozima ključnu nadležnost u prevenciji geološkog hazarda i u pitanjima geookruženja. Primjer je ocjena kompatibilnosti građevinskih konstrukcija s geološkim okruženjem. Te su nadležnosti od sve veće važnosti u gradskom i regionalnom planiranju. Nesigurnost i rizici su glavna briga inženjergeologa. Geološka promatranja će uvijek ostati samo djelomična jer većina tla i stijena nikad neće biti u potpunosti izloženi te su ili zakopani ili na drugi način prikriveni. Nesigurnost u uvjetima podtla, bez obzira na podrijetlo, doprinosi riziku da se projekt neće uklapati u proračun ili ciljeve programa, ili da može propasti.

Inženjergeolozi doprinose kroz formalne postupke u procjenama rizika i njihovim upravljanjem što je veliki problem za osiguranje i u sudskim postupcima.

Općenito, inženjergeolozi su poznati s pripadajućim geoznanstvenim metodologijama. Oni razumiju fizičko, mehaničko i kemijsko ponašanje geoloških materijala i sposobni su ustanoviti i protumačiti geološka događanja i procese, uključujući i takva koja mogu utjecati na projekt za vrijeme njegovog trajanja. Oni posjeduju znanja osnovne inženjerske terminologije i metoda za komunikaciju s drugim geotehničkim inženjerima te za razumijevanje inženjerskih zahtijeva za dizajn i konstrukciju geotehničkih građevina. Osim toga, inženjergeolozi su svestrani u specijaliziranim metodama, posebice:

➤ **Obučenosť za posao na terenu.** Inženjergeolozi su posebno obučeni za rad na terenu. Iz pregeleđa terena, te prirodnih i umjetnih izdanaka oni mogu utvrditi geološke osobine i procese koju su važni za geotehniku. Primjeri su vlačne pukotine na vrhu i zbijene strukture u dnu padina - koje upućuju na nestabilnost širokih razmjera, ili morfološke depresije i suhe doline - koje mogu upućivati na krški teren.

➤ **Svestranosť u rukovanju kartografskim dokumentima, mapama i geoinformacijskim sustavima.** Inženjergeolozi, kao i ostali geolozi, su svestrani u predstavljanju složenih prostornih i vremenskih informacija u kartografskim dokumentima. Oni su vodeći u rukovanju i tumačenju 3-D i 4-D geotehničkih podataka putem informacijske tehnologije i širokog područja najnovijih dostignuća u tehnikama istraživanja terena (npr. instrumentalno bušenje, 3-D seizmički podaci, satelitske slike). Inženjerskogeološke karte, baze podataka i geoinformacijski sistemi (GIS) su nezamjenjivi za visoko razvijenu infrastrukturu.

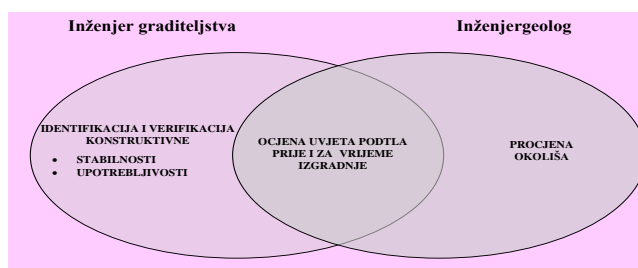
➤ **Upoznatosť s izlomljenim materijalima i materijalima podložnim starenju (tj. rastrožbi i dezintegraciji).** Stijene i prekonsolidirana tla čine materijal koji je u svojoj unutrašnjosti izlomljen. Takvi lomovi su pokazatelji prošlih i sadašnjih geoloških procesa, npr. pucanja, rasjedanja i starenja (trošenja). Oni imaju značajne učinke na mehaničko ponašanje tala i stijena. Inženjergeolozi su razvili metode procjene, klasifikacije, opisa i prikaza podataka ravnina loma (npr. tehnika hemisferne projekcije). Nadalje, oni su razvili sredstva za mehaničke analize i dizajn pukotinskih sistema (npr. «ključni blokovi» i analize odrona).

➤ **Sinteza fragmentarnih podataka zasnovanih na razumijevanju postanka (geneze).** Prikaz sveobuhvatnih geoloških modela zahtijeva sintezu različitih, visoko fragmentarnih podataka iz geoloških i geomorfoloških dokaza i iz geotehničkih i geofizičkih istraživanja terena. Tu je sintezu najbolje provoditi temeljem razumijevanja nastanka geologije terena. Inženjergeolozi kao i ostali geolozi upoznati su s genezom geološkog materijala, struktura, procesa i vrstma tla.

➤ **Promatranje i analiza geoloških podataka kao ključ problema u sporovima koji proizlaze iz ugovora.** Sporovi koji proizlaze iz ugovora, posebno oni koji uključuju nepredviđene uvjete na terenu u sve su većem porastu u današnjem geotehnici. Troškovi arbitraža i sudskih postupaka te posljedični financijski rizici su znakoviti. Takva situacija nameće sve veće zahtjeve za pravilnim pohranjivanjem i dokumentiranjem informacija te za njihovo pažljivo tumačenje. Inženjergeolozi su obučeni da promatraju, utvrđuju, opisuju i klasificiraju geološke i tehničke fenomene na terenu i na gradilištima te da primijene analize i sinteze prikupljenih podataka.

Suradnja između inženjera graditeljstva i inženjergeologa je neophodna, posebno za vrijeme problematičnih građevinskih projekata s posebnim naglaskom na nosivost i deformacijsko ponašanje koje je pod jakim utjecajem nehomogenosti i različitosti podpovršinskih uvjeta.

Neophodnosť potrebe suradnje inženjergeologa i inženjera graditeljstva (geotehničara) u prvom redu leži u procjeni uvjeta u tlu, prije i za vrijeme procesa građenja, kod ambicioznih projekata s posebnim naglaskom na nosivost i deformacijsko ponašanje koje je pod jakim utjecajem nehomogenosti i različitosti uvjeta podtla. Suradnja između inženjera graditeljstva i inženjergeologa (odnosno karakter interakcije i prožimanja) jednostavno je prikazana sliedećom slikom.



Inženjerska geologija pripada profesiji geotehnike koja prakticira projektiranje sa, u i/ili na geološkim materijalima. Geotehnika je od velike ekonomske važnosti te doprinosi boljitku društva pružajući sredstva učinkovitih geotehničkih građevina i održive upotrebe resursa i prostora. Često se to ne cijeni od strane javnosti budući da je većina geoinženjerskih

rješenja sakrivena u zemlji. Bilo kako bilo, geotehničke građevine (konstrukcije) su svjedočanstvo bitnih tehnoloških i intelektualnih postignuća.

Razvoj neophodnih razina stručnosti i odgovornosti pohranjen je u nacionalnim stručnim kvalifikacijama. Održavanje tih razina neformalno je postizano učenjem kroz cijeli život (cjeloživotno obrazovanje), općeg naziva CPD (kontinuirani profesionalno-stručni razvoj, tj. permanentno obrazovanje). Danas se pojačano javlja potreba za pokazivanjem (demonstracijom) da je tražena kompetencija postignuta i da se održava. Ti su se trendovi pojavili na nacionalnoj razini, ali i u prijedlozima nastalim u Europskom parlamentu u Briselu.

Bitni doprinos inženjerske geologije (ali i geotehnike u cijelini) boljitku u zaštiti društva uključuje:

- sigurnost stambenih, trgovačkih i industrijskih građevina,
- nužnu opskrbu energijom i mineralnim resursima,
- ublažavanje geoloških hazarda,
- ublažavanje opasnosti izazvanih čovjekovom aktivnošću,
- učinkovito funkcioniranje inženjerske infrastrukture i
- doprinos održivom okolišu.

Izvedba takvih projekata zahtijeva doprinos cijelog niza znanstvenika i stručnjaka inženjerstva, a ti stručnjaci moraju biti sposobni međusobno komunicirati da bi se složili oko teoretskih modela i parametara unutar tih modela. Praksa inženjerske geologije zahtijeva komunikaciju o zapažanjima, rezultatima testiranja i inženjerskogeološkom modelu tla. Takva komunikacija mora biti nedvosmislena i jasna za razumijevanje ako se posao želi obavljati bez teškoća. U današnje vrijeme, kada inženjerski projekti postaju sve više međunarodnog karaktera, ovakva jasna komunikacija mora biti prisutna između praktičara iz različitih zemalja koji koriste zajednički međunarodni jezik. Nacionalne kodifikacije opisne terminologije i postupci testiranja na terenu i u laboratoriju pojavljuju se unatrag tridesetak i više godina, ali sljedeći korak predstavlja zamjena nacionalnih standarda međunarodnima. Taj proces se već pokazao plodonosnim u prvoj dekadi 21. st. Kao i drugi stručnjaci, inženjergeolozi moraju pokazati da su stekli dovoljnu i odgovarajuću obuku i iskustvo da bi djelovali kao kompetentni stručnjaci. Krajnji zahtjev za takvim priznanjem dolazi od klijenata i društva kao cjeline, ali priznanje tih razina postignuća dolazi i od kritičkog osvrta (revizije) unutar struke. Institucija kritičkog osvrta (revizija) raspoloživa je posljednjih godina u nacionalnim institucijama mnogih zemalja. Kod nas, nažalost, koristi kritičkog osvrta nisu niti približno iskorištene.

Inženjerskogeološka istraživanja provode se za potrebe određivanja uvjeta građenja. Njihovim pravodobnim izvršavanjem mogu se otkloniti ili bitno umanjiti negativni utjecaji suvremenih egzogenetskih i endogenetskih procesa i pojava.

Inženjerskogeološko kartiranje, kao jedna od faza geotehničkog istraživanja, predhodi geofizičkim istraživanjima i istražnom bušenju. Kartiranjem se dobivaju podaci o litološkoj građi, morfološkim i hidrogeološkim pojavama, fizičko-mehaničkim i strukturno-tektonskim značajkama stijena kao i o suvremenim egzogenetskim pojavama.

Inženjerskogeološkim kartama i profilima različitih mjerila, sadržaja i namjena prikazuju se podaci inženjerskogeoloških istraživanja.

Rizik podtla je neizbježan preostali rizik koji može dovesti do nepredviđenih učinaka i poteškoća tijekom građenja, s obzirom na uvjete u njemu: podzemna voda, slojevi nedovoljne čvrstoće i/ili nosivosti itd. (Englert, 1995; Katzenbach, 1995). Rizik podzemlja postoji iako je osoba koja je istraživala uvjete u podzemlju učinila sve za cjelokupnu istragu i otkrivanje obilježja (karakterizaciju) podzemlja i uvjeta podzemne vode u odnosu na postojeće, ažurirane standarde i zakone. Taj rizik leži u ograničenim informacijama geotehničkih istraživanja i složenog, prirodno predodređenog materijala podtla (uključujući njegove sastojke) koji se može samo približno okarakterizirati tehničkim modeliranjem. Geotehničke značajke podtla procijenjene su ispitivanjima slučajno odabranih uzoraka, kolikogod se svi mi trudili dokazati da svoje zaključke temeljimo na reprezentativno odabranim uzorcima. Radi toga, u inženjerskoj geologiji, i geotehnici općenito, evidentna je potreba što većeg približavanja egzaktnim inženjerskogeološkim i/ili geotehničkim modelima. U tom smislu, prvi koraci su već učinjeni, a postignut je i vidljiv napredak.

U Hrvatskoj je posljednjih dvadesetak godina za potrebe prostornog inženjerskogeološkog i/ili geotehničkog modeliranja razvijena, usavršena i od strane uvodnog izlagatelja sustavno uvedena u rutinsku uporabu **RNK-metoda** (tj. *metoda Referentnog Nivoa Korelacije*).

Korelacija (ili paralelizacija) sedimentnih tvorevina i njihovih brojnih svojstava, u širem geološkom smislu je uspoređivanje osobina odvojenih i prostorno udaljenih jedinica s ciljem utvrđivanja njihove istovjetnosti ili neistovjetnosti. Metode korelacije su mnogobrojne, a uvode se i nove. U širem geološkom smislu mogu se razlikovati sljedeće metode: metode superpozicije, paleontološke metode, sedimentološke metode, geofizičke metode i geokemijske metode. U osnovi korelacijskih metoda leži ideja da bi dvije istovremeno stvarane jedinice slične facijelne pripadnosti, trebale imati slične ili iste osobine. U užem geotehničkom smislu istovjetnost litostratigrafskih, odnosno inženjerskogeoloških i/ili geotehničkih (pa i hidrogeoloških) značajki, utvrđuje se na nivou detalja u ograničenom prostoru u kojemu se planira izgradnja neke građevine. Korelacija u okviru RNK-metode temelji se, uz ostale standardne i poznate korelacije, prije svega na svojstvu granice tečenja i indeksa plastičnosti materijala.

RNK – metoda je cjelovito razrađeni postupak prostornog inženjerskogeološkog i/ili geotehničkog modeliranja, primarno namijenjen istraživanjima stabilnosti kosina u tlima i mekim sedimentnim stijenama.

RNK (Referentni Nivo Korelacije) je nedvosmisleno vizualno prepoznatljiva (ili grafičkim postupkom određena!) međuslojna ili koja druga referentna ravnina u strukturnom sklopu, u odnosu na koju se može izvršiti jednoznačna odredba

visinskog položaja svih istraženih profila s pojedinačnim rezultatima točkastih istraživanja bilo kojega svojstva materijala, u jedinstveni vertikalni litostratigrafski, odnosno, inženjerskogeološki i/ili geotehnički slijed (korelacijski inženjerskogeološki i/ili geotehnički stup).

Korelacijski geotehnički stup je konzistentan inženjerskogeološki i/ili geotehnički model tla u kojem je smisleno, po cijeloj visini istraženog vertikalnog slijeda naslaga, svakom determiniranom sloju (pa i njegovim dijelovima) moguće pripisati određene vrijednosti fizičko-mehaničkih parametara, točkasto ispitanih u laboratoriju ili na terenu. U tako konstruiranom korelacijskom geotehničkom stupu načelno se mogu razlučiti zone minimalnih rezidualnih parametara otpornosti na posmik s njihovom debljinom i kontinuitetom, ali i slojevi različite vlažnosti, vodopropusnosti, prirodne zbijenosti ili stišljivosti, itd. Korelacijski inženjerskogeološki i/ili geotehnički stup nekog istražnog prostora predstavlja "ključ" za tumačenje sveukupnih inženjerskogeoloških i/ili geotehničkih odnosa u potrebnom broju po volji odabranih profila za dvodimenzionalna i prostorna razmatranja, što je oso-bito značajno za prostorne (3D) analize stabilnosti [3].

Uz korelacijski geotehnički stup, potrebni sadržaji (Ortolan, 1996) koji se neizostavno preporučaju za prostorno geotehničko modeliranje (npr. klizišta ili sklonosti klizanju) su niz priloga, kao što su to: geološka karta šireg istraživanog područja, inženjerskogeološka karta s izohipsama klizne plohe (ili potencijalne klizne plohe), jasno okonturenim površinama klizanja i hidroizohipsama (hidroizopijezama) na razini klizne plohe i/ili zone sloma. Prethodni sadržaji garantiraju najviši stupanj korektnosti u rješavanju problema klizanja i/ili određivanja faktora sigurnosti kosina. Oni, naime, pružaju sve mjerodavne informacije potrebne za konstrukciju niza reprezentativnih detaljnih geotehničkih profila, neophodnih za trodimenzionalni postupak analiza stabilnosti. Pri tome je sasvim irelevantno jesu li već formirane plohe i/ili zone sloma, ili tek valja otkriti njihov možebini položaj i geotehničke okolnosti (rubne uvjete).

Pri kraju, valja naglasiti da pri projektiranju geotehničkih konstrukcija valja utvrditi njihovu složenost i potencijalne rizike, svrstavanjem u određeni geotehnički razred. Geotehnički razredi za konstrukcije (prvi, drugi i treći) definiraju geotehničke projektne zahtjeve.

Početno razvrstavanje konstrukcija u geotehničke razrede treba uobičajeno provesti prije geotehničkih istražnih radova. Razred konstrukcije treba provjeriti u svakoj fazi projektiranja i gradnje i, ako zatreba, treba ga promijeniti.

Geotehnička istraživanja za situacije iz drugog i trećega geotehničkog razreda obično uključuju sljedeće tri faze, koje se mogu preklapati:

- prethodno istraživanje,
- projektno istraživanje,
- kontrolno istraživanje.

Potreba za formalnim povezivanjem i povratnom informacijom između raznih stručnjaka unutar polja geotehničkog inženjerstva ovisna je o projektu. Najveća je u projektima geotehničke kategorije 3, definirane u Eurocodu 7, te obuhvaća najzahtjevnije geotehničke projekte. Ta potreba postupno se smanjuje u geotehničkim kategorijama 2 i 1. Zato se stupanj eksplicitne suradnje između inženjergeologa i ostalih geotehničkih inženjera može povezati s geotehničkim kategorijama prema tablici.

TABLIČNI PRIKAZ STUPNJA SURADNJE IZMEĐU INŽENJERGEOLOGA I DRUGIH GEOTEHNIČKIH INŽENJERA	
GEOTEHNIČKA KATEGORIJA: EUROKOD 7	STUPANJ SURADNJE
1.	NEOBAVEZNA (PO IZBORU)
2.	POŽELJNA
3.	NEOPHODNA (BITNA, KLJUČNA)

Više nema mjesta za neka tradicionalna gledišta da je uloga inženjerske geologije da u osnovi bude posrednik usluge za inženjere (Fooks 1997). Očito, u širem kontekstu inženjerstva tla «svi aspekti moraju biti uravnoteženi i nijedan relevantan aspekt ne smije biti zanemaren» (Knull 2002).

Geotehnička istraživanja moraju pribaviti sve podatke o temeljnome tlu i podzemnoj vodi na mjestu gradnje i oko njega, koji se traže za dobar opis osnovnih svojstava tla i pouzdano određivanje mjerodavnih vrijednosti geomehaničkih parametara za projektne proračune. Pri tome, dakako, ne smijemo zaboraviti da je kod analiza stabilnosti ključno i kritično istražiti i identificirati slojeve najniže posmične čvrstoće, kao najslabije karike u «geotehničkom lancu posmične čvrstoće. Uloga inženjerske geologije u procesu istraživanja i konstruiranju valjanog, stručno obrazložnog i znanstveno utemeljenog inženjerskogeološkog modela tla neophodna (bitna, ključna, nezaobilazna, krucijalna).

Zaključno, inženjerska geologija danas može, treba i mora doprinostiti geotehnici u cjelini daleko više nego se to općenito u domaćoj geotehničkoj praksi od nje očekuje. To pokazuju brojni primjeri iz prakse, gdje je unatoč evidentnim greškama u projektiranju i nepredviđenim poteškoćama u tijekom izvođenja geotehničkih građevina (zbog neprikladnosti geotehničkog modela - uzrokovane nepostojanjem valjanog inženjerskogeološkog modela) primjenom RNK-metode bilo moguće efikasno uklanjati poteškoće. Da bi se sigurno gradilo, potrebna je korektna suradnja svih relevantnih sudionika već od faze programiranja istražnih radova i kontinuirana suradnja tijekom svih faza istraživanja.

Zagreb, 9.12.2013.

PRIPREMIO:


Prof.dr.sc. Želimir Ortolan, dipl.ing.geol.