

INTERVJU I DRAGAN FURIĆ, DIPL. ING. GEOD.

Simpozij inženjerske geodezije idealno je mjesto za razgovor s inženjerima koji su radili na nekim većim projektima, kao što su probaj tunela, gradnja ili ispitivanje mosta itd. Tako je naša prva „žrtva“ bio jedan od najpoznatijih i najcjenjenijih inženjera geodezije u Hrvatskoj, čovjek koji je radio na golemom broju velikih projekata i koji poznaje inženjersku geodeziju u dušu, gospodin Dragan Furić. Dogovorili smo da se nađemo s njim u kafiću u blizini Geotehničkog fakulteta (mjesto održavanja Simpozija) nakon završetka svih predavanja toga dana. Znali smo da nas očekuje zanimljiv razgovor.

Čim smo sjeli i naručili piće (sok naravno), započeli smo razgovor. Kako smo se prethodno dogovorili da ćemo svoja pitanja temeljiti na probojima tunela, prvo smo pitali na kojim je sve tunelima radio.

„Hajdemo krenuti ispočetka“, započeo je gospodin Furić, „prvi je bio Tuhobić, onda tunel Vrata. To je onaj famozni gdje se otvorila i spilja dolje, pa smo imali most. Onda Sleme, Rožman brdo, Podvugleš i Javorova kosa. Ova zadnja dva su bila malo teža, tamo je vrlo loš materijal, mnogo blata. Bio sam na Maloj kapeli, zatim na tunelu Veliki gložac. Na nekima sam bio nadzor, a na nekima izvođač. Bio sam u Albaniji na tunelu Tira, dužine 6 km. Na Maloj kapeli sam bio od početka do kraja. Usporedbe radi, kod Male kapele su za 18 mjeseci probijene 2 tunelske cijevi, znači oko 12 – 13 km tunela, dok se Sveti rok bušio 6 godina. Možete zamisliti kakav je to bio ritam i odgovornost.“

„Zar je to moralo biti tako brzo?, ubacili smo se. „Osammaest mjeseci se čini kao kratak period.“

„Ne, nego je takav bio izvođač“, nastavio je gospodin Furić. „Izvođač je jurio jer mu je bilo rečeno da će, uspije li za to vrijeme probušiti tunel, dobiti premiju. Ako sporije radiš, precizniji si i imaš mogućnost korekcija, no izvođači (jedna talijanska firma) su to mogli raditi brže jer su imali dobru opremu za bušenje.“

„Pa, tunel je na kraju dobro ispao. Bar se nama tako čini...“

„Ne, ne, tunel je dobro ispao na kraju“, odgovorio je gospodin Furić kroz osmijeh. „Pogotovo ako se uzme u obzir brzina kojom je probijen.“

Kako smo na fakultetu slušali o probijanju tunela, geodetskoj mreži i slijepom poligonskom vlaklu koji se vuče kroz tunel, ali nikad nismo išli u detalje, zamolili smo ga da nam ispriča nešto o tunelogradnji i njezinim zahtjevima.

„Pa, sigurno je razlika između tunela reda veličine 300 – 500 metara i tunela koji prelaze 500 – 1000 metara. Kod ovih kraćih tunela sigurno lako prelazite s kraja na kraj, dok dugi tuneli iziskuju puno više poligonskih točaka koje vučete kao vlak. U doba kad sam to počeo raditi, koristio se izuzetno primitivni način bušenja i izuzetno primitivni način određivanja oblika tunela, odnosno čela tunela. To je ono napadno mjesto gdje bušite i minirate. Korak vam je otprilike 3 metra. Znači, 3 metra oni buše i onda svaka 3 metra imate mogućnost kontrolirati je li to otišlo lijevo ili desno. Morate unazad imati točke s kojih to radite i koje moraju biti iznad zone tih miniranja. U početku smo davali smjer preko iskolčenja točaka u vrhu. Znači, u vrhu osi tunela dajete dvije točke preko koje oni, kad spuste viskove, gledaju naprijed i određuju kako će bušiti. Obično se bušio samo gornji dio tunela, znači neka 3 – 4 metra. To je tzv. kalota. Onda se bušio ovaj ravni donji dio. Rijetko kad se bušio cijeli profil, to nije bilo uobičajeno. Tada smo evoluirali u smislu da smo dobili lasere koje smo postavljali bočno, a koji su služili za pokazivanje smjera proboja. Stavljali smo ih po tri; znači, lijevo, desno i u os. Bili su zaštitni kutijama u koje su bili ubušeni ankeri za injektiranje betona. Bočno smo imali proreze kroz koje laser prolazi pa, ako slučajno dođe do poremećaja, laser udari u prorez i ne vidi se na čelu, što je znak da se nešto dogodilo s njime. Tada ga moraš namjestiti. Ti su laseri davali vrlo dobre rezultate jer su izvođači u svakom trenutku vidjeli gdje moraju bušiti.“

Onda smo došli do jednog velikog otkrića. Pojavile su se motorizirane stanice. One bi svakih 30 – 40 sekundi označile laserom točku koju bismo zatim obilježili sprejom. To danas omogućuju softveri. Kako je tehnologija išla naprijed, tako smo se mi prilagođavali. Ali, osnova svega su geodetske točke koje vučeš unutra, odnosno taj slijepi vlak i, u principu, što ga više mjeriš, to si sigurniji. Po mogućnosti, napraviš uvijek više mjerenja, pošalješ nekog drugog kolegu da napravi mjerenja. Radi se uvijek u više girusa i više ponavljanja jer se nemaš gdje priključiti. Naravno da ti pogreška sve više raste kad ideš naprijed. Ključ je u ponavljanju i nekakvom osjećaju samokontrole.“

„Mi bismo se vratili malo na sam početak, odnosno na pripremu. Koji je prvi korak kod tunelogradnje?“, pitali smo ga.

„Start je dobra mreža na početku“, odgovorio je gospodin Furić. „Na početku i kraju tunela postavlja se mreža koja najčešće ima oblik četverokuta. Takvi su oblici (trokut ili četverokut) najsigurniji zbog mogućnosti kontrole. Kad određujemo prvu točku na portalu, s nje se moraju vidjeti minimalno tri točke za orijentaciju. To je prva orijentacija koja ulazi unutra. Ako ovdje imaš nesigurnu orijentaciju, onda si u problemima. Nadalje je bitno povezati te dvije mreže na ulazu i izlazu tunela položajno i visinski. Povezivanje se radi poligonskim vlakom. Vlak se vuče po najboljoj konfiguraciji, odnosno ako ima neka cesta, ideš obilazno po toj cesti. Na Maloj kapeli postoji stara cesta preko koje se išlo jer je bilo teško ići kroz šumu. Znalo se dogoditi da taj vlak ima 20 km, a tunel 5. U današnje je vrijeme to jednostavnije. Metode su mnogo bolje, primjerice GPS. Međutim, i dalje se koriste klasične geodetske metode.“

„Možete li nam reći kakva se stabilizacija koristi u tunelima i gdje je najbolje postavljati točke unutar tunela?“

„Unutar cijevi tunela bočno, negdje metar od ruba, lijevo ili desno“, objasnio nam je. „Tu smo betonirali dio i stavljali točke. Stavljali smo stupove kad smo bili sigurni da neće biti uništeni. Kombinirali smo metode. Vrlo pouzdanim se pokazalo postavljanje stativa iznad stabilizirane točke. Potrebno je imati dobru opremu, znači minimalno 3 stativa, i koristiti prisilno centriranje. Stupovi su dobri jer na njih zašarafiš instrument i nema pogreške u centriranju. Međutim, s njima možeš imati problema jer se postavljaju uz rubove, a kod nekih je tunela konvergencija, odnosno stiskanje tunela, vrlo veliko. Tada je nemoguće išta postaviti uz rubove jer sve pleše 5 – 10 cm. Tunel se obično buši kao jaje. Ono što vidite, onu betonsku oblogu, to je samo šminka. Kad smo na Hvaru radili jedan tunel, nadzor je inzistirao da se pojačava armaturom. Onda mu je jedan profesor s Geotehničkog fakulteta iz Zagreba rekao: ‘Kolega dragi, da ovo brdo malo krene, nema te armature koja će to zadržati.’ Kritična mjesta, gdje je loše i gdje kamenje otpada, se armiraju. Stavljaju se čelični lukovi i mreže te se šprica beton. Bitno je osigurati da ono odlomljeno kamenje ne padne nekome na glavu.“

Zatim smo ga pitali o koordinatnom sustavu geodetske mreže te o redukcijama mjerenih veličina o kojima je potrebno voditi računa.

„Koordinatni je sustav koji se koristi uvijek relativan. Znači, nije bitno kako to apsolutno leži, važno je postići dobre relativne odnose. Izjednačenje koje se provodi je bez fiksnih točaka, odnosno singularno. Kod izmjere mreže vrlo je bitno voditi računa o redukciji dužina, pogotovo na velikim nadmorskim visinama. Dakle, mreža se mjerila, izjednačavala na nivo ploha mora te se onda dizala na visinu mjerenja. Kod takvih stvari treba paziti. Recimo, na autocesti Zagreb – Rijeka. Rijeka je na nadmorskoj visini od 10 do 30 m, ovisno koji dio, a mi smo kod tunela Tuhobić na visini od 744 m. Dečki s kojima smo radili su to sve izjednačili i, kad smo došli na 744 m, imali smo pogrešku. Sjećam se da se time bavio jedan magistar u Geodetskom zavodu u Rijeci te je izračunao korekciju za tu nadmorsku visinu. Od tad smo svi počeli raditi tako da smo dizali iskolčenje na nivo-plohu koju imamo, a koja se određuje na temelju nadmorske visine. Sjećam se da je redukcija kod Tuhobića iznosila oko 0.02 m na sto metara dužine. Dakle, sve mreže su se mjerile na fizičkoj površini Zemlje, mjerenja su se spuštala na razinu mora i onda su se ponovno dizala na nivo-plohu izvođenja preko tih korekcija. Da bi se kod autoceste i tunela izbjegle pogreške vezane za gomilanje dužine, rade se dionice i onda imate tzv. nepravilne profile. Znači, imate prvu dionicu od 0 do 22 km i onda na 22 km počinje nova dionica. Uzima se 22 km



Ispred tunelske oplate za betoniranje tunela



Namještanje oplate kampade stupa vijadukta



Primarna podgrada tunela sa čeličnim lukovima

jer se do te duljine može zanemariti zakrivljenost Zemlje“, objasnio je gospodin Furić.

„Kakve ste softvere koristili za izjednačenje i sva potrebna računanja prilikom probijanja tunela?“, bilo je naše sljedeće pitanje.

„Nismo baš koristili neke specijalne softvere. Najviše smo koristili modul za iskolčenje ugrađen u mjernu stanicu. U takvim poslovima se ne koriste softveri, osim kod monitoringa. Što se tiče definiranja poprečnih profila, obračuna masa i onoga što je u inženjerskoj geodeziji značajno, koristili smo program Plateia. To je bio jedan slovenski softver, tada dosta popularan jer je imao mnogo funkcija. Pojavom CAD programa svi smo ih počeli koristiti. Znači, što se tiče softvera, tu nema neke velike nauke. S druge strane, izjednačenje mreža je posebna priča. Postoje mnogi softveri za izjednačenje i redukcije mjerenih vrijednosti, ali mi smo većinom radili u operativi. Naš je posao bio što bolje obaviti mjerenja. Nismo imali previše doticaja s izjednačenjima mreža i sa softverima. Uzmite u obzir da je bez dobrih mjerenja nemoguće izjednačenjem dobiti dobre rezultate.“



Stabilizacija točke u tunelu

„Znači, imamo mreže, povezali smo ih poligonskim vlakom, izjednačili ju i sad vučemo slijepi poligonski vlak“, pokušali smo sumirati što smo do sad čuli. „Znamo li mi sad kako bi se točno trebao pružati taj vlak? Je li on projektiran?“

„Ne, vlak mjerimo kako je, ali imamo projektiranu os i nju je potrebno iskolčiti. Projektant obično razradi os, ali ti moraš dati rubove, vrhove, dno, širinu kod tunela, kalotu bočno, lijevo i desno, kolika je širina. Ti moraš razraditi svaki profil jer tebi poslovođa kaže npr. ‘daj mi iskolči točku 2,5 m bočno na 4 m visine od nivelete i na stacionaži 320.’ Najčešće su nam projektanti davali glavne točke osi. Početak krivine, kraj krivine, početak prijelazne krivine. Onda moraš sam računati svaku točku jer ne znaš što ćeš iskolčavati. Moraš u svakom trenutku poznavati račun osi i moraš vrlo dobro poznavati projekt. Uzmimo, na primjer, mostove i vijadukte. Tebi projektant ne daje da prvo iskolčiš temelje. On nacrtava temelj dimenzija 3 x 4, a sad ti moraš dati rub temelja. Potrebno je znati odrediti bilo koju točku koju netko zamisli. Danas je to ipak jednostavnije jer postoje računala i softveri. U AutoCAD-u klikneš bilo koju točku i imaš koordinatu, možeš definirati osi, izabereš točke koje ti trebaju i spremiš ih u neku tekstualnu datoteku. Iz nje instrument povuče koordinate i može iskolčavati. Prije to nismo imali. Morao sam nacrtati u bilježnicu npr. temelj je 1.5 x 3.5, a nakon toga moram izračunati naprijed 1.5, desno

3, pa na drugu stranu 3, ovo mi je lijeva, ovo desna strana... Moglo se lako dogoditi da to okreneš ili pogriješiš na neki način.“

„Možete li nam opisati uvjete rada u tunelima?“, nastavili smo. „Kakvi se problemi tamo mogu pojaviti?“

„Najvažnije je pronaći dobar trenutak za mjerenje. Kao mladi inženjer sam ludio jer se zna dogoditi da građevinari izvoze strojeve kada dođeš. Unutra radi ventilacija, ali strojevi, oni veliki, ispušni damperi... Ne vidiš ni 10 m od dima, iako ventilacija radi. Ventilacija gura svjež zrak na čelo i prvih 30 – 40 m na čelu imaš savršenu vidljivost, a onda imaš 300 – 400 m da ništa ne vidiš. Distomat ne može mjeriti kroz to. Kad sam skupio malo iskustva, pitao sam ih kad je najbolje da dođem mjeriti. Tada bi mi rekli da dođem kad imaju ručak ili pauzu. Ili kad buše, tad nema nikakvih drugih radova. Samo stroj buši i onda mi možemo raditi. Znači, znali smo se podrediti njima. Dolazimo kada ručaju ili navečer kad buše. Moraš se uskladiti s njihovim ciklusima. Najgore je kad dođeš i moraš mjeriti, a jedan ti kaže da sad mora izvoziti, drugi kaže da mora nešto treće. Svi se žure, ti se žuriš, svi su nervozni, svadamo se... Onda treba malo diplomacije i suradnje“, dovršio je gospodin Furić.

„Koliko vjerujete svojoj osnovi kada dođete, recimo, na pola tunela? Koliko često imate potrebu napraviti kontrolu? Na primjer, ako ste jučer iskolčavali, krećete li onda drugi dan ponovno s ulaza ili vjerujete točki koju ste iskolčili?“

„Taj osjećaj samokontrole čovjek jednostavno mora imati. Ako imalo sumnjaš, idi ispočetka ili se barem vrati dvije – tri točke unazad. Ima trenutaka kada moraš nešto brzo napraviti iz nekog razloga. Pokušavaš nešto organizirati, a ne možeš. Čovjek je nekad nervozan. Dođe nekad i do teških riječi na gradilištu. Sve to može omesti koncentraciju. U principu, ako imalo sumnjaš, barem se vrati 2 točke unazad da provjeriš svoj rad. Točke su inače na udaljenosti od oko 150 m zbog problema koje sam već naveo. Tunel je najspecifičniji. Kada si negdje vani, na mostu recimo, uvijek vidiš 3 – 4 točke. Izopažaš ih i odmah možeš biti siguran da radiš dobro. Ovdje nije tako. Znao sam se, u situacijama kad je vidljivost bila dobra, vratiti i 3 – 4 unazad pa ih sve po redu snimiti i vidjeti jesu li mi koordinate dobre. U točnost smjera sam uvijek vjerovao, ali visina me često mučila. To je tako jer moraš vjerovati figurantu što se tiče dizanja i spuštanja prizme...“

„Zar se u tunelu radi i nivelman?“, pitali smo na brzinu.

„Ne toliko“, nastavio je. „Nivelira se kada imamo završne radove, odnosno kada je tunel probijen. Većinom je to trigonometrijsko prenošenje visina s kvalitetnijim instrumentarijem, s tim da uvijek nastojiš biti u horizontu. Kod strmih vizura nastaju problemi jer male greške vertikalnog kuta mogu puno značiti. Tu je uvijek i pitanje je li radnik dobro držao prizmu, odnosno je li visina prizme dobro izmjerena kod prisilnog centriranja. Tu sam uvijek imao jednu dozu sumnje jer mnogi radnici ne drže dovoljno do tih „sitnica“. Znao sam si staviti bočno 3 – 4 repera i onda ih izopažati za kontrolu.“

„Kakav je instrumentarij najprikladniji za rad na takvim projektima? Je li potrebno imati najviši rang instrumentarija što se tiče preciznosti?“

„Od instrumentarija je ključna totalna stanica. Dovoljno je imati preciznost kuta od 3 sekunde. Pri određivanju koordinata mreže sekundne stanice su u redu, ali s kvalitetnom metodom nadoknadiš nedostatak od sekundu – dvije. To doista ne znači toliko puno kad se u obzir uzmu svi utjecaji, kao npr. način stabilizacije ili način prenošenja. Mi smo uvijek

radili minimalno 3 girusa. To je ključna stvar. Kad sa stanicom od 3 sekunde radiš u 3 girusa i paziš da su ti sve dužine otprilike jednako velike, nemaš nikakvih problema. Što se tiče daljinomjera, dovoljna je točnost od 3 milimetra. Ovdje ima još jedan detalj koji je zapravo ključan. Vrlo je dobro imati instrument koji može snimati profile. Možeš savršeno voditi smjer, ali moraš znati da oni pri bušenju i miniranju mogu u određenom trenutku skrenuti ili razbit prevelik dio. Upravo se tu može najviše uštedjeti. Ako im u pravom trenutku možeš reći da im je profil preširok i da će potrošiti previše betona, jako će te cijeniti. Smatra se normalnim da moramo biti unutar nekoliko centimetara položajno i visinski pri takvim radovima, to nam spada u opis posla. Ali kod takvih se stvari doista može uštedjeti mnogo materijala, a to je ono što se najviše cijeni.”

„Jeste li se susreli s nekim drugim načinom proboja tunela osim miniranjem?”, upitali smo ga. Znali smo da je kod nas to bila uobičajena procedura, pa nas je zanimalo ima li možda iskustva s nekim od strojeva za bušenje o kojima smo slušali na fakultetu.

„To zovemo krticama“, objasnio nam je. „Ne, kod nas se nisu koristile jer su naši tuneli prekratki. Riječ je o čitavom pogonu. Krtica buši materijal, drobi ga i stavlja otraga. Mi smo radili sa sistemom koji nije krtica u klasičnom smislu, ali je riječ o strojevima koji imaju rotacijski dio kojim melju stijenu ispred, a zatim se to izvozi. Kod nas su ljudi koji odlučuju o tome, većinom rudari i građevinari, pri zatvaranju financijske konstrukcije, odnosno cijene tunela, zaključili da to nije isplativo nabavljati.”

“Uzmite u obzir da je bez dobrih mjerenja nemoguće izjednačenjem dobiti dobre rezultate.”

„Da vas pitamo sad nešto što nas već dugo zanima, a oko čega se uvijek dosta raspravlja. Jeste li imali potrebe uzimati u obzir otklon težišnice pri radu na dužim tunelima? Koliki to, zapravo, utjecaj ima?”

„U Hrvatskoj ne, s obzirom na to da tuneli nemaju više od 6 km. Znam da je profesor Špoljarić na Maloj kapeli određivao astronomski azimut. Tamo su proučavali te utjecaje i imaju bolja saznanja od mene, ali mi se time nismo bavili. U tunelu postoje izvori pogrešaka koji imaju veći utjecaj na naša mjerenja od pogrešaka nastalih zbog otklona težišnice. Samo neki od njih su: blizina stijena, odnosno refrakcija, pa prašina, magla, ispušni plinovi itd. Ne mogu reći da smo se bavili otklonom težišnice, iako sam se toga bojao, pa sam se kod dužih tunela konzultirao s kolegama i sam nešto isprobavao, ali to nije imalo neki utjecaj u našim radovima”, zaključio je gospodin Furić.

„Dobro je to znati”, nasmijali smo se. „Recite nam, je li Vam se ikad na terenu dogodilo da ste negdje pogriješili pa da ste morali sve ispočetka? Kako zadržavate koncentraciju dok radite tako odgovorne poslove?”

„Je!” odgovorio je bez previše razmišljanja. „Gledajte, nekad nemate radnike u koje možete imati puno povjerenja. To su često ljudi koje vam daju na gradilištu i, ako imate sreće, imat ćete ga cijelo vrijeme dok ste na terenu, pa ga onda na početku možete naučiti kako raditi. Onda vam on bude od koristi. Ako ne, onda imate problema. To je taj odnos na gradilištu. Najgore je kad ti daju nekoga koga 20 puta moraš ići provjeriti drži li dobro letvu ili prizmu.

Što se tiče održavanja koncentracije, rekao bih da je danas to možda teže nego nekad. Danas imaš mobitel, sa svih strana te zovu. Kad radim nešto takvo, mobitel ostavim u autu i poslije pogledam tko me zvao. Kad pripremam podatke, sjednem u kancelariju večer prije ili ujutro. Uvijek bismo se dogovorili što kome treba taj dan i sve bismo pripremili. Kad dođem na teren, skoncentriran sam samo na to da što kvalitetnije napravim ono što sam pripremio. Jednostavno si moraš reći da se sada radi i biti sav u tome. Nema potrebe žuriti ako nešto možeš informativno napraviti. Kad je nužno, uvijek treba reći: čekaj, moram provjeriti, nisam siguran.”

“Kad dođem na teren, skoncentriran sam samo na to da što kvalitetnije napravim ono što sam pripremio. Kad radim nešto takvo, mobitel ostavim u autu i poslije pogledam tko me zvao.”

„Rekli ste da ste na nekim tunelima bili izvođač, a na nekima nadzor. Koja je funkcija Vama draža?”

„Meni je osobno puno lakše biti izvođač. Onda znaš za što si odgovoran, znaš što radiš i ponavljaš dok nisi siguran. Kad si nadzor, ipak moraš imati dozu strpljenja. Ne smiješ se miješati u posao onih koji rade. S druge strane, moraš im u određenom trenutku reći da su negdje pogriješili. Nekad zna doći i do sukoba. Nije to ništa neobično, svi smo mi ljudi. Tada treba imati autoritet i reći im da nije dobro te da probaju na drugi način. Osobno nisam imao previše problema. Ali kad si nadzornik, moraš biti korektivni faktor i odgovoran si za sve. Iako je meni bolje biti izvođač, financijski je bolje biti nadzor”, dovršio je gospodin Furić uz osmijeh.

„Tada smo primijetili da je već pao mrak te da smo ostali jedini u kafiću. Zaključili smo da bismo mogli polako završiti s razgovorom. „Recite nam još za kraj, čime se sada bavite kada više nema proboja tunela.”

„Da, nema proboja tunela, ali mislim da polako dolazimo u situaciju da nešto treba sanirati. Ako išta radim u toj inženjerskoj geodeziji, a radim dosta, to su projekti sanacije autocesta, vijadukata, pruge itd. Sanacije mostova se baš i ne rade jer su nam mostovi relativno novi. Može pričati tko što hoće, ali mi imamo izuzetno kvalitetno napravljene mostove i tunele. To je definitivno nešto što će držati. Ali sanacija će sigurno biti sve više. Mislim da inženjerska geodezija u Hrvatskoj neće umrijeti. Moramo dosta toga obnoviti, napraviti nove pruge... Koliko god kasnili za zapadom, još uvijek ima posla. Nije to kao da se radi 5 tunela odjednom, ali ima vijadukata, mostova...”

„Znači bit će posla za nas?”, pitali smo kroz smijeh.

„Apsolutno hoće!”, zaključio je on.

Zahvalili smo gospodinu Furiću na vrlo informativnom i zanimljivom razgovoru, ali i na strpljenju prilikom objašnjavanja nečega što definitivno ne spada pod uobičajene geodetske poslove. Doista se potrudio da nam približi geodeziju u tunelogradnji, koja zahtijeva veliko znanje, snalažljivost i, nadasve, iskustvo.