

INTERVJU III

BORNA GRADEČAK, DIPL. ING. GEOD.

Nakon dva obavljena razgovora na Simpoziju inženjerske geodezije željeli smo pronaći još jednog istaknutog inženjera kako bismo što bolje zaokružili priču o velikim inženjerskim projektima u Hrvatskoj. Tu nam je mnogo pomogao gospodin Furić, koji nam je predložio da se javimo gospodinu Borna Gradečaku, zaposleniku instituta IGH. Nakon što smo ga kontaktirali i iznijeli mu našu ideju, gospodin Gradečak nas je pozvao da svratimo do sjedišta instituta u Zagrebu. Srdačno nas je dočekaao te odveo do malog kafića unutar instituta gdje smo uz kavu porazgovarali o projektima na kojima je imao priliku sudjelovati.

Započeli smo razgovor pričom o tunelu Sveti Rok, koji je po njegovom mišljenju bio jedan od najkompliciranijih projekata ne samo zbog zbog geodetskog dijela već i zbog cijele tadašnje situacije. On sam nije bio u prilici raditi na tunelu, ali nam je prepričao iskustva svojih kolega.

„Što se tiče Sv. Roka, moramo gledati trenutnu situaciju. To je pokrenuto u vrijeme rata. Linija fronte bila je nekih 10 – 20 km od njega, na nekim dijelovima čak mnogo bliže. Gore, na Malom Alanu su specijalne snage policije stajale na 10 km, možda čak i manje, tako da se počelo raditi kada uvjeti nisu bili dobri. Radovi su započeli zbog političke odluke. Postojala je potreba da se u jednom trenutku pokaže da mi to možemo napraviti, trebali smo pokazati nekakvu volju i mogućnost. U principu, nigdje nije bilo tako komplicirano, baš zbog te negeodetske strane, odrediti tako veliki posao.“

Kako nam je gospodinom Furić ispričao sve o tunelogradnji, a prof. Kapović objasnio probna ispitivanja mostova nakon gradnje, odlučili smo se najviše posvetiti geodetskim poslovima tijekom gradnje mostova. Znali smo da gospodin Gradečak ima mnogo iskustva u tom području. U svojim je odgovorima kao primjer izabrao Krčki most.

„Prvi i osnovni problem kod takvih objekata je potreba njihove stabilizacije na području na kojem se oni trebaju graditi. Objekt kao što je most u svakom slučaju ima prednost pred ostalim objektima koji se na njega naslanjaju, poput cesta. Naravno da to nikad nisu velike razlike, mi smo dovoljno precizna struka, ali uvijek se može dogoditi pomak. Na primjer, kod gradnje na Krki smo pri bušenju sidara za ovjes središnjeg luka naišli na jednu špilju. Da bi se uopće klupa mogla tu ovisiti, špilju je trebalo na neki način sanirati. U ovom slučaju, zatrpali betonom da bi se sidro, tj. zatege koje se ubacuju u brdo, imalo gdje vezati. Postoje stvari na koje ne možete utjecati. Ni u građevinskom ni u geodetskom dijelu.

Na početku gradnje prvi je zahtjev bio da se napravi mikrotriangulacijska mreža. To se izvelo tako da su se sa svake strane obale napravila po dva stupića s fiksno određenim koordinatama. Sve što se radilo oko mosta radilo se uvijek s tih istih stupića, te smo na taj način fiksirali kompletnu gradnju sa svake strane. Kasnije, kada se radila čelična konstrukcija na kojoj leži sama autocesta koja prolazi mostom, postavili smo još 2 stupića koja su predstavljala os mosta te ih uključili u mikrotriangulacijsku mrežu. Korišteni su kako bi se mogla pratiti sama izgradnja i kasnije navlačenje te čelične konstrukcije, koje se radilo s jedne strane obale. Ona se posebnom metodom navlačila preko svih stupova i postavljala na mjesto.

Mrežu smo vezali na postojeći elaborat iskolčenja za samu autocestu, zadali si nekakve fiksne koordinate i, na osnovu toga, izmjerama u više girusa postavili i fiksirali sve točke na mjestima gdje se pretpostavljalo da će se za vrijeme gradnje moći dobro vidjeti te da je tlo stabilno. Prilikom odabira mjesta za fiksiranje točaka trebalo je voditi računa i o strojevima. Za izgradnju tog mosta koristio se tzv. kabel kran. To je tip dizalice koja ima dva velika stupa, svaki s jedne strane obale, stabiliziraju ju zatege i može se naginjati lijevo i desno od osi. Kabel kran se koristi za transport svog materijala koji je potreban za izgradnju, a kako se naginje nekih 15-ak metara lijevo i desno, on je pokrivaao cijelo područje izgradnje. Stup kabel kрана je otprilike 60 metara visok i ima pokretnu glavu kojom se prevozi sav teret, poput posuda za prijevoz betona od 2 – 3 kubika. Osim toga, služi i za prijevoz ljudi. Na taj način ljudi ne moraju ići 30 km okolo autom kako bi došli na drugu stranu. Naravno, kad se jednom izgradi pristup kojim se na most može doći kamionima i drugim dizalicama, to više nije potrebno.“

Budući da nas je zanimalo opseg geodetskih radova na takvom objektu, zamolili smo da nam objasni sam tijekom radova.

„Glavni problem kod izgradnje ovog tipa lučnog mosta je izgradnja samog betonskog luka. Luk je jedna dinamička tvorevina koja se gradi paralelno sa svake strane obale, s temelja prema sredini – najvišem dijelu luka. U svakoj fazi izgradnje segmenta luka geodetski je zadatak pratiti ponašanje već izgrađenog dijela luka te pretpostaviti, na osnovi mjerenja, kako će se luk ponašati u fazi izgradnje sljedećeg segmenta. Bitno je pratiti kakvi će biti pomaci luka s obzirom na opterećenje zadnjeg segmenta.

Na oplati koja služi za izgradnju luka te na segmentima koji su već prije odrađeni imali smo neke točke koje su bile fiksirane za vrijeme

cijele gradnje. Praćenjem tih točaka tokom cijele gradnje, uključujući one točke koje su fiksirane na samoj oplati koja je pomična, mogli smo odrediti kako se taj luk ponaša u fazi gradnje. Princip je ugrubo sličan ispitivanju probnog opterećenja na velikim mostovima. Prvo se odrađi izmjera bez opterećenja, a kasnije uz neka projektirana opterećenja na raznim mjestima, te se na taj način prati kako se most ponaša. Tu je princip isti. Imate segment luka koji još nije opterećen. Kad pomaknete oplatu i nalijete novi beton, on dobije novo opterećenje, znači ima svoj pomak. Onda možete pratiti ponašanje prema nekim fiksnim i zadanim projektnim vrijednostima.

Postupak je takav da se za svaki segment postavi oplata. Njezin je položaj projektiran te ona ima svoje markere i repere kojima se utvrđuje to projektirano stanje. Onda se u takvu oplatu postavlja armatura i svi ostali potrebni segmenti. Završna faza je izlivanje betona u oplatu, a koristi se poseban beton u koji se stavljaju dodatci kako bi se on mogao što prije vezati, odnosno kako bi postigao svoju tlačnu čvrstoću nakon nekoliko dana, a ne 28 dana kao kad je riječ o običnom betonu.

Ako imate dio luka izgrađen i dodate beton u oplatu za novi segment, izgrađeni će dio luka „potonuti“ pod opterećenjem novonaliženog betona. Pomak se evidentira geodetskim metodama i koriste se zatege koje mogu podizati i spuštati cijeli dio luka uz pomoć hidrauličkih preša. Zatezanjem se luk dovodi u projektirano stanje. Kad se ugradi sljedeći segment, on će opet potonuti te tako putujemo do središnjeg segmenta sve dok se ne dođe do kraja. U našem slučaju, mislim da je bilo 23 segmenta. Mislim da smo, uz sve promjene i razne probleme, na kraju došli do toga da se luk poklopio u 1.5 cm.

Na mostu Krka jedan od zadataka bio je određivanje prostornog prodora zatega koje su prolazile kroz više stupova kako bi se mogle ukloniti s okolnim zemljištem. Naravno, tu morate računati da vam gradnja traje više godina, da će biti snijega, bure, kiše... Sve je to dinamičko i ta cijela priča ne stoji, nije ona kruta. Kada dođete na luk i pratite ga nekim instrumentom, nećete dobiti jedinstvenu vrijednost, nego ćete se osloniti i na iskustvo i na znanje jer pratite nešto dinamičko, a određujete srednju vrijednost onoga što vidite kroz okular.

Osim što se izradio luk, kako bi se gore uopće mogla izraditi autocesta, napravljena je jedna čelična konstrukcija širine autoceste i dužine od 400 m, kolika je dužina od upornjaka do upornjaka mosta Krke. To je radila tvrtka Đuro Đaković Montaža u ono doba. Za razliku od poslova u kojima se traže centimetarske točnosti, ovdje su milimetri u pitanju. Možete zamisliti kako se nešto što je dugačko 400 m ponaša na suncu. Imate situaciju da je danas ujutro jedna mjera, popodne druga, a navečer treća, što nije zanemarivo. Tu su dosta velike deformacije. Na kraju krajeva, to su sve zavarene konstrukcije kod kojih ne smije ostati rupa. To mora biti jedno tijelo. Bilo je zanimljivo gledati kako cijela konstrukcija raste jer, u principu, takva čelična konstrukcija dolazi u segmentima koji su transportabilni, znači koji se mogu prevesti, a onda se na licu mjesta napravi nešto poput tvornice. Tamo su kolege iz Đure Đakovića poslale i do stotinjak ljudi. Na licu mjesta su zavarivali segmente koji moraju zadovoljiti određene norme. Ne samo geometrijske, čime se bavi geodezija, nego se ispituju i sama zavarivanja na razne načine, pa nakon toga antikoroziivna zaštita itd.

Danas, kada netko „preleti“ preko tog mosta, tih 400 m traje 10 sekundi. Niti ne razmišlja koliko je vremena i truda uloženo. Dobra stvar je da pored postoji odmorište Krka.“



Slike (odozgor prema dolje): Početak izgradnje luka; Zatege kod izgradnje mosta; Čelična konstrukcija na mostu

Znajući da je izgradnja mosta započela 2003. godine, pitali smo ga jesu li za postavljanje mreže koristili samo mjerne stanice ili i GPS, te kakav im je instrumentarij bio dostupan.

„Ne, to je bilo relativno rano za korištenje GPS-a. Čak i da se moglo, vjerujem da ta metoda za tu vrstu posla nije dovoljno precizna. Osobno se ne bih oslonio samo na GPS mjerenja, ali na kombinaciju bih.

Što se mjernih stanica tiče, u tom smo konkretnom slučaju, ako se dobro sjećam, koristili Leicine instrumente s preciznošću kuta od 2". Preciznost daljinomjera tog instrumenta je 2 – 3 mm, ako se ne varam. S duljinama nema problema jer je riječ o relativno kratkim udaljenostima, do nekoliko stotina metara. Takvi su instrumenti zadovoljili sve potrebe u fazi izgradnje mikrotriangulacijske mreže, a pogotovo u fazi izgradnje i praćenja luka.

Kasnije, kod izgradnje čelične konstrukcije koristili su se digitalni ili precizni niveliri, koji su i u ovom slučaju bili Leicine proizvodnje. Ne znači da su drugi proizvođači lošiji, dapače, imam jako dobra iskustva s drugim proizvođačima. Čini mi se da su drugi proizvođači u tom periodu više ulagali u nekakvu user friendly tehnologiju. Leica je uvijek stavljala naglasak na preciznost, ali je zbog toga operater osuđen na to da mu instrument daje kutove, dužine i eventualno koordinate, a za sve ostalo se morao sam snaći.“

Sljedeće što nas je zanimalo bili su programi za izmjeru i obradu podataka koje su koristili za potrebe geodetskih poslova pri gradnji mostova.

„U principu smo koristili standardni softver koji se nalazi na stanicama, znači koordinatnu geometriju. Onaj tip stanica koji smo koristili za izgradnju mosta Krka nije imao poseban softver specijaliziran za takav tip izgradnje, već smo koristili onaj standardni koji se nalazi u više – manje svim stanicama. Naravno, koristili smo i neke pomoćne programe na računaru, kao npr. AutoCAD i Excel.“

Pitali smo ga jesu li izjednačenja provodili ručno ili pomoću nekog programa?

„Sada se više ne sjećam... Bilo je nekih programa, ali mislim da je kolega koji je to radio osim softvera i ručno izjednačio mrežu koristeći Excel. Tu nema mnogo posla. Radi se najčešće o 4 točke. Nije to velika mreža da bi predstavljala problem.“

Osim mostova, koji su još interesantniji projekti na kojima ste imali priliku raditi?

„Svašta smo radili... Većina poslova zadnjih 15-ak godina bila je vezana za autoceste. Bio sam nadzornik na možda 150 km autoceste, na raznim segmentima. To znači na cjelokupnoj autocesti koja sadrži razne objekte, uključujući samu trasu autoceste. Radio sam i na industrijskim objektima, sudjelovao na ispitivanjima za INA-ine rafinerije nafte...

Ovime smo upotpunili sva tri razgovora s trojicom velikana inženjerske geodezije u Hrvatskoj. Ovim se putem još jednom od srca zahvaljujemo gospodinu Draganu Furiću, profesoru Zdravku Kapoviću i gospodinu Borni Gradečaku što su pristali na razgovor s nama te nam omogućili uvid u svijet inženjerske geodezije. Hvala im na utrošenom vremenu i strpljenju prilikom objašnjavanja postupaka i pojmova koje je neophodno razumjeti da bi se shvatili principi rada na tako složenim građevinskim objektima. Mi smo izuzetno mnogo naučili u razgovoru s njima te se nadamo da smo svima koji su pročitali ove članke uspjeli približiti sve čari inženjerskih geodetskih poslova.

Pripremili: Viktor Mihoković i Luka Zalović

Bilo je jako puno segmenata koji su se tek trebali izgraditi. Tamo smo radili podloge, a onaj čisto katastarski dio i katastarske poslove u manjoj mjeri. Dosta smo odrađivali pripreme za projekte, barem u ovoj firmi.

Probno opterećenje mosta Drave koje sam zadnje radio je možda, kad je riječ o geodetskom poslu, interesantnije od dijela autoceste gdje je sve ponavljanje. Imate neke stvari koje se prate i, više – manje, to puta x kilometara ponavljate. Kod mostova je drugačije jer stvarno morate uključiti onaj inženjerski dio glave, onaj kreativni, da vidite kako biste s određenom opremom, u određeno vrijeme, uz mnogo drugih faktora na koje ne možete utjecati, kao što su suradnja s drugim tvrtkama i kolegama drugih struka, dobili rezultat koji ima smisla.“

“U jednom trenutku treba shvatiti da je geodezija posebna struka koja ima neke svoje zahtjeve, da to nije samo nešto sa strane, da mi samo nekome tamo smetamo... Bez nje nema ničega.”

Za kraj smo pitali gospodina Gradečaka kakvim se poslovima danas najviše bavi?

„Evo, konkretno, sad sam uključen u više projekata. Idemo reći ovako, 90 % mojih projekata svodi se baš na stručni geodetski nadzor, a uz to su povezani i upisi objekata u katastar. Naravno da se to uvijek ne tiče samo inženjerske geodezije, nego i katastarskog dijela. Mogu biti iskren i reći da taj dio predstavlja najveći problem jer mislim da tu ima jako puno stvari koje bi se zakonski trebale drukčije odrediti.

Danas se većinom bavim, s obzirom na to da nema nekih velikih građevinskih radova, rekonstrukcijama i sanacijama, a to će, u principu, kasnije biti 90 % posla. Jednom kada izgradite ovakvu autocestu, ne treba vam još jedna. Isto kao kad je riječ i o plinovodima, naftovodima, prugama...“

„U jednom trenutku treba shvatiti da je geodezija posebna struka koja ima neke svoje zahtjeve, da to nije samo nešto sa strane, da mi samo nekome tamo smetamo... Bez nje nema ničega. To se shvati tek kasnije, kada gradnja počne. Bez tih ljudi koji nešto mjere i smetaju od svega toga ne bi bilo ništa.“

Nakon ovog zaključka završili smo naš razgovor. Gospodin Gradečak nas je tada proveo po institutu te nam pokazao svoj ured, mjernu opremu i laboratorij IGH-a. Neizmjereno zadovoljni i zahvalni, pozdravili smo se s njim te napustili institut.

