

GEODETSKI RADOVI U ELEKTROPRIVREDI BOSNE I HERCEGOVINE*

UVOD

Naša izlaganja o geodetskim radovima u elektroprivredi ograničena su samo na područje NR BiH, jer komisija nije raspolagala podacima iz drugih republika.

Izlaganja smo podjelili u tri dijela:

A. Opći dio: I. Preduzeća koja se u BiH bave ovim radovima i koliki broj geodetskih stručnjaka te radove izvodi. — II. Postrojenja koja su rađena. — III. Podaci — općenito. — IV. Vrste poslova geodetskih stručnjaka.

B. Radovi na HE Trebišnjica.

C. Uloga fotogrametrije u elektroprivredi.

Izložićemo samo radove iza Oslobođenja tj. od 1945 godine, jer osim nekih idejnih projekata i manjih beznačajnih radova, do tada nije ni bilo poduhvata na ovom području.

A. OPĆI DIO

I. Preduzeća koja se bave radovima elektroprivrede u BiH:**

1. »Energoinvest« je najveće preduzeće u BiH koje se bavi ovim poslovima, kako po broju i veličini samih poslova, tako isto i po broju geodetskih stručnjaka, jer i samo preduzeće radi u više pogona.

- a) grupa Hidrobiroa ima 25
- b) „ Termobiroa ima 3
- c) „ Dalekovoda ima 8 i
- d) „ Metalurškog biroa ima 3 geodetska stručnjaka.

* Referat na Savetovanju o primenjenoj geodeziji Sarajevo 23.—25. III 1961.

** Navodimo imena preduzeća koja danas postoje, ne obazirući se na razna postajanja, prestajanja, fuzioniranja, prerastanja i mijenjanja imena.

2. »Elektrocentar« ima 3 geodetska stručnjaka.
3. »Elektroprenos« ima 3 geodetska stručnjaka
4. »Hidrogradnja« ima 3 geodetska stručnjaka
5. Željezničko građevno preduzeće br. 1 ima 1 geometra.

Sva ova preduzeća imaju sjedište u Sarajevu, a u ostalim mjestima BiH ako i radi koji geometar na ovim poslovima — oni su manjeg obima. Osim nabrojanih stručnjaka navedenih preduzeća, njih ukupno oko 50, ovim se radovima povremeno bave još i profesori škola i fakulteta — geodetski stručnjaci kao vanjski saradnici.

II. POSTROJENJA

a) Završena postrojenja

1. Hidroelektrane :Vlasenica, Una kod Bihaća, Mesići, Bogatići, Jajce II, Jajce I, Jablanica.
2. Termoelektrane: Foča, Banovići, Zenica.
3. Toplane: Banja Luka, Branjin Vrh, Vrbas.
4. Razne veće Trafostanice jačine 110/35 kV: Jablanica, Vaganj, (kod Jajca), Banja Luka, Bileća, Goražde, Lukavac, Raštani (kod Mostara), Blažuj (kod Sarajeva), Bonlozi (kod Zenice), Kakanj.
5. Dalekovodi: 110 kV oko 1300 km.
35 kV oko 1500 km.

b) Postrojenja u radu

1. HE Trebišnjica; 2. TE Kakanj

c) Postrojenja u projektovanju

1. Hidroelektrane: Rama kod Prozora, Bočac, Strbački Buk, Šipovo, Ključ, Konjic, Tikveš (u Makedoniji), sistem od oko 10 novih postrojenja na rijeci Neretvi, sistem od tri nova postrojenja na Vrbasu, sistem novih potrojenja na slivnom području rijeke Une i Sane, itd.
2. Termoelektrane: Rtanj, (NR Srbija), VE Lukavac, Zenica II, Brčko.
3. Toplane: Bijeljina, Oslomej (NR Makedonija).
4. Razni dalekovodi i trafostanice: Budući da su bogatstva vodenih snaga u BiH jako velike, a navedenim objektima iskorištena u maloj mjeri, predviđa se, još veliki broj hidropostrojenja, a isto tako studiraju se mogućnosti racionalnog iskorišćenja i ostalih izvora energije.

III. PODACI — OPĆENITO

Elektroprivredna postrojenja su obično veoma velika i sastoje se od većih i manjih objekata kao što su: brane, strojare, napadni i pristupni rovovi, tuneli, žičare, razne veće i manje zgrade, veći i manji raznovrsni stubovi, nova naselja, pristupni putevi itd.

Ovi se objekti lociraju često na vrlo nepristupačnim terenima u kanjonima rijeka, a mnogi od njih isključivo podzemno. Zbog toga je geodetska osnova tj. poznavanje kordinata i nadmorskih visina odgovarajućeg broja stalnih i na terenu trajno ili privremeno obilježenih tačaka — od najvećeg značaja.

Ovaj problem bio je veoma težak u BiH iza Oslobođenja, jer smo tada imali u najvećem dijelu Republike samo triangulaciju I reda. Područja, koja su imala razvijenu mrežu nižih redova obično nisu bila ona, na kojima su se podizala postrojenja elektroprivrede. Zbog toga se morala na ovim terenima razvijati lokalna triangulacija kao kod HE Jablanica, Bogatići, Mesići, Jajce I, Rama, ili se problem riješio zatvorenim poligonskim vlakom kao kod HE Jajce II i Vlasenica. Kad je na pojedinim terenima razvijena triangulacija do IV reda, a postrojenja nisu bila još dovršena, izvršena su naknadna mjerenja u svrhu priključka ili transformacije koordinata lokalnih mreža.

Radi ilustracije napominjemo da je napr. HE Jablanica imala tri nepovezana područja lokalnih mreža: posebno za ulaznu građevinu, posebno za branu i posebno za strojaru. Ovo je uzrokovalo velike teškoće i mnoga suvišna mjerenja, jer je poznata činjenica, da su ovi objekti međusobno povezani i da su morali biti geodetski povezani kako položajno tako i visinski prema proračunu projekta. Zato su se ovi sistemi morali povezivati, transformirati iz jednog u drugi, odnosno u treći. Kad se još sjetimo da se tada raspolagalo instrumentima lošeg kvaliteta i običnim priborom, što bi zadovoljalo samo za obično tahimetriško snimanje, onda se može vidjeti pred kolikim problemom i pred kakvom odgovornošću su stajali geodetski stručnjaci koji su davali podatke, iskolčavali i kontrolirali radove.

Hitnost poslova pri osnovnom i idejnom projektovanju uvjetovala je parcijalna i slabo povezana mjerenja. Geodetske tačke su obeležavane koljem, rjeđe kamenim odnosno betonskim biljegama, ili urezivanjem križa u kamenu. Jasno je da se za potrebe glavnog projekta i samog prenošenja na teren nije mogla koristiti ona mreža koja je na opisani način postavljena i određivana, nego je postavljena nova mreža, koja je stabilizirana trajnim biljegama, bolje određivana, a poboljšanja su često morala da se učine samo povećavanjem broja opažanja, jer kako smo već napred spomenuli nije bilo preciznijih instrumenata ni pribora.

Određivanje visinskih elemenata nije ni izdaleka bilo otežano kao ono po koordinatama, jer je uvijek bilo moguće koristiti mrežu državnog nivelmana, i ako ponekad ona nije bila izravnata, ili su pojedini reperi bili uništeni. U najgorem slučaju razvijana je jedinstvena nivelmanska mreža za sve objekte jednoga postrojenja — primjenjujući generalni — tehnički nivelman i oslanjajući ga na barem jedan reper sa apsolutnom kotom.

Radove koje smo opisali izvodili su nekoliko starijih i ostalo mahom mlađi geometri. Ovdje pod starijim smatramo one koji su prije rata diplomirali.

Nedostatak inženjerskog kadra s jedne, a potrebe privrede s druge strane, natjerale su geometre da navedene poslove obavljaju paralelno se učeći i uzdižući stručno kroz samu praksu. Razumljivo je da su kompli-

ciraniji zadaci, kad bi se prvi put postavili iziskivali daleko više truda i napora nego kasnije. Sagledavši opisane teškoće nemožemo, a da ne odamo zasluženom priznanje geometrima, koji su uspjeli da obave sve poslove na tolikim objektima pored ostalih kao što su: HE Jablanica, sa 80 m branom, HE Jajce I sa tunelom oko 6 km i nekoliko krivina, Bogatići sa tlačnom cijevi oko 400 m i velikom visinskom razlikom itd., dajući elemente tako da su oni uvijek zadovoljili strogo postavljene granice tolerancije.

Ovo je samo kratko registar poteškoća zbog nepotpune geodetske osnove, naročito trigonometrijske mreže u BiH, koji je problem svakim danom sve blaži što se ova mreža više popunjava. Osim toga danas već mnoga preduzeća sama raspolazu preciznim instrumentima i iskusnim kadrovima, pa je i s te strane problem geodetske osnove umanjen i ako se ne može reći da on još ne postoji.

IV. VRSTE POSLOVA — koje obavljaju geodetski stručnjaci.

Ovi se poslovi mogu podijeliti u pet faza.

1. Pribavljanje geodetskih podloga za projektovanje,
2. dopunjavanje podloga za vrijeme projektovanja,
3. prenošenje projekta na teren — iskolčavanje,
4. stalno ili povremeno kontrolisanje izvođenja projekta — geodetskim metodama i
5. praćenje već gotovih objekata — oskultacija.

Ad 1 — Poznata je činjenica da je svako i najmanje projektovanje — vezano za topografsku plohu — kako se općenito kaže — za teren, projektant mora imati tzv. geodetske podloge tj. geodetske planove sa izohipsama, u raznim mjerilima.

Kod projektovanja elektroprivrednih postrojenja, obzirom na to da se ova obično protežu na velikim površinama, koje su k tome još i izdužene nekada i nekoliko desetaka kilometara, pribavljanje geodetskih podloga pretstavlja veoma glomazan zadatak, jer nažalost BiH nema novoga mjerera na najvećem dijelu svoje površine. Zbog toga u ovoj fazi geodetski stručnjaci najprije prikupljaju parcijalne planove kojih tu i tamo ponekad ima za neke od potrebnih površina, a za sve ostale treba izraditi nove planove.

Za generalne i idejne projekte najčešće su služile vojno-topografske karte s tim, da su se na mjestima gdje su se predviđali pojedini važniji objekti vršila najbrža snimanja — obično tahimetrijom. Bilo je također slučajeva da je projektant, pritešnjen kratkim rokom, tražio od geodetske službe, da mu pantografom poveća topografsku kartu na plan odgovarajućeg mjerila. Jasno je da se ubrzo ustanovilo da ovakva podloga veoma slabo služi. U novije vrijeme sve je manje slučajeva, da se projekti rade prije izrade geodetske podloge.

Naročito kod projektovanja hidroenergetskih postrojenja, projektantu je potrebno da ima planove cijelih slivnih područja, pa je zahvaljujući saradnji geodetske grupe Hidrobiroa — Energoinvesta, snimljeno

fotogrametrijom i izrađene su karte u razmjeri 1:10000 a djelomično i 1:5000, za cijela slivna područja Neretva — Rama, Vrbas—Pliva, Una—Sana, Trebišnjica — u ukupnoj površini od oko 600.000 ha tako da je problem osnovnih i idejnih projektovanja — što se tiče geodetskih podloga — gotovo potpuno riješen. Izrada planova za glavne projekte, koji se za pojedina veoma mala područja moraju nekad raditi u mjerilu 1:100, 1:200, a inače 1:500, 1:1000, 1:2000 ili 1:2500, ostala je i dalje na malobrojnem kadru geometara pojedinih preduzeća. Pomoć geodetske službe, Geodetske uprave — u koliko takva područja uđu u buduće godišnje programe, moći će se koristiti.

Ad 2 — Za vrijeme projektovanja, kad projektant treba neki detalj izraditi u krupnijem mjerilu, preciznije odrediti neki profil, dosnimiti manje površine ili provjeriti neku situaciju na terenu, geodetski stručnjaci veoma lako udovoljavaju ako su podloge tako rađene, da je na terenu lako naći stalne geodetske tačke. Teže je ako su podloge stare, ako mreža nije obilježena trajnim biljegama ili ako su to fotogrametrijski planovi, a vezne tačke su davno određivane pa su već uništene

Ad 3 — Prenošnje projekta na teren. — Mnogi stručnjaci misle da se rad geodetskih stručnjaka u primjenjenoj geodeziji sastoji samo u prenošenju projekta na teren. Vidimo da je to jedan od poslova. Za ovaj posao potrebna je solidna geodetska osnova stalnih geodetskih tačaka, obilješnih na terenu i označenih na planu, poznatih koordinata i kota sa odgovarajućom preciznošću.

Geodetski stručnjak, osim što raspolaže sa solidnom mrežom, mora još i naročito dobro poznavati sam projekat postrojenja te biti neprekidno u vezi sa projektantom. Ovo je potrebno iz razloga, što se i za vrijeme građenja vrše izvjesne izmjene u projektu.

Vidjeli smo napred da je to naročito ranijih godina činilo velike teškoće, dok danas stojimo mnogo bolje i ako još ne možemo kazati da smo dostigli zadovoljavajući nivo u tom pogledu. Prije nego ukratko opišemo radove na prenošenju — iskolčavanju — moramo uvažiti stalne prigovore geodetskih stručnjaka upućene raznim odgovornim faktorima drugih struka. Radi se naime o tome da mi prilikom prenošenja — iskolčenja objekta na teren, nemožemo dovoljno obezbijediti naše stalne tačke od uništenja, često već kod prvih radova. Zbog toga moramo i ovdje pozvati kolege drugih struka, koji se moraju oslanjati na naše podatke, da nam pomognu upozoravanjem izvršioca da ne uništavaju tačke (biljege) koje su ugrađene, pa vrlo često i naročito zaštićene i označene. U slučaju da to ne može biti spriječeno, onda je nužno da se na vrijeme obavijesti geodetski stručnjak, kako bi se prije toga izvršila potrebna mjerjenja u svrhu određivanja druge tačke na zgodnijem mjestu.

Prenošenje — iskolčenje objekata postrojenja elektroprivrede obavlja se obično u vrlo teškim — nepovoljnim uvjetima rada, jer se radi kako je napred spomenuto o velikim — glemaznim objektima, koji prekrivaju velike površine, a najčešće se grade u veoma nepovoljnim terenima, vrlo često cijeli objekti podzemno. Prema tome nema govora kao npr. kod manje zgrade, da geometar iskolči nekoliko kolaca i time završi svoj

posao, nego se ovdje taj posao obavlja parcijalno i postupno, a vrlo često se moraju obnavljati ranije iskolčene tačke, jer su odvijanjem radova iste uništene. Poznata je činjenica da srećom, danas i za najmanje radove odgovarajući stručnjaci traže geodetske podatke.

Smatramo da je ovih nekoliko misli — primjedaba na ovom mjestu trebalo istaknuti, kako bi se s tom problematikom upoznale naše kolege drugih struka, koje nam u veliko mogu pomoći u riješavanju ovoga problema.

Za prenošenje projekta na teren izradi se skica iskolčenja koja na grafički ucrtanim elementima ima ispisane numeričke podatke, koji se odrede analitički. Osnovne podatke za analitička rješenja daje projektant, dok detalje u smislu projekta i osnovnih podataka računaju sami geodetski stručnjaci, transformirajući osnovne podatke u podatke koji se mogu sa postojeće mreže prenijeti na teren, a često se i sama mreža mora projektovati da bi se iskolčilo tačno što projekt zahtijeva.

Ovdje je važno napomenuti da i sam izvršioc — onaj geometar koji gotove podatke pripremljene u birou ima samo da prenese na teren — vrlo često mora da preračunava elemente iskolčenja jer se prilikom rada na terenu ustanovi da na mjestu gdje pada tačka prema podacima ili nije moguće isto obilježiti, ili je to mjesto uopšte nedostupno. Razumljivo je da su ove promjene u mogućnosti da valjano izvedu samo iskusni i dobro verzirani geodetski stručnjaci, kojima nije dovoljno ono znanje što ga iz škole donesu, nego koji su se kroz praksu samo-inicijativno u struci uzdigli i ne samo praktično nego i teoretski. Nesmijemo zaboraviti šta znači pogrešno obilježen kolac, kada se ima na umu da vrlo često odmah na tome mjestu započinju vrlo teški i veoma skupi radovi, pa se ne može dovoljno naglasiti koliko je ovdje potrebno da svaki podatak bude barem dva puta dat, a često se nastoji da se obezbijedi višestruka kontrola.

Moramo nažalost priznati da je naročito ranije mnogo bilo, a da ima i danas poneki naš kolega, koji popušta navaljivanjima od strane bilo koga, pa iskolči nekada veoma važne tačke, a da za iste nije sam izvršio dovoljnu kontrolu. Često se dogodi, da on te tačke provjeri na vrijeme, jer radovi nisu započeti, ali obično gdje to nije učinio promakne učinjena greška. Stoga i ovom prilikom treba na to upozoriti, da nema tog razloga niti roka niti ma šta slično pred čim geodet. stručnjak smije da ostupi od osvećenoga principa geodezije: jedno mjerenje — to je nijedno mjerenje« — isto tako u primjenjenoj geodeziji podatak bez kontrole, ali i u birou i na terenu, uopšte nije nikakav podatak. Treba da bude poslovno pravilo u primjenjenoj geodeziji, da se iskolčeni podaci skiciraju u duplikatu, tako jasno da se kolege drugih struka koji će ih koristiti mogu lako snaći, da se na toj skici daju kratka objašnjenja, da se neizostavno stavi pored mjesta i datuma također i sat kada su podaci predati i da se potpiše onaj kome se to sve predaje. Ovo je nabolje raditi u tzv. dopisnoj knjizi tako da sve kopije ostaju geodetskom stručnjaku.

U koliko se prenošenja vrše postupno, kao što je redovan slučaj kod podzemnih radova, onda osim gornjih mjera opreza, treba izvršiti još provjeravanje stabilnosti posljednjih tačaka, a nove postavljati samo na

mjesto, koja su u tu svrhu već određena i osposobljena tj. tamo gdje se vjerojatno neće biljege, kod napredovanja radova, pomaknuti ili uništiti.

U slučaju da je za definitivan elemenat potrebno najprije izvesti zemljane radove većeg ili manjeg obima, potrebno je posebno davanje — iskolčenje — tačaka za izvođenje zemljanih radova, a posebno — ponovno za postavljanje oplata za betoniranje. Kod ovih prvih radova granice tolerancije su veće, a kod drugih razumije se manje, pa je zbog toga potrebno preduzeti odgovarajuće metode i pribaviti za to odgovarajuće instrumente i pribor.

Ad 4 — Stalno ili povremeno kontroliranje izvođenja projekta geodetskim metodama. — Kod manjih objekata ovo kontroliranje vrše često i stručnjaci drugih struka obučeni rukovanju nivelirom i teodolitom, a vrlo često i bez instrumenata. Međutim, kod velikih objekata to nije izvodljivo, jer se kontrole moraju vršiti iza svake malo veće etape građenja a naročito kod važnijih visina, preloma, krivina itd.

Naročito su važne geodetske kontrole u podzemnim radovima, pogotovo, ako oni napreduju jedni u susret drugima bilo po dužini ili visini. Ovdje je geodetskim stručnjacima najteže jer se ova kontrola mjerenja — a one su najčešće u vezi sa davanjem elemenata za dalje napredovanje — izvode obično istovremeno sa ostalim radovima pod zemljom. Zbog toga je osim ostalih nepogoda koje uvjetuje rad pod zemljom: totalni mrak, podzemna voda, često veoma niski hodnici i veoma kratki pravci rad otežan još i prometom kroz hodnike i okna, velikim propuhom, prašinom koja smanjuje vidljivost, paljenje mina itd. Da bi obavio svoj delikatni zadatak često geometar koristi nedelje i ostale praznike, ali redovito ovo mu nije dovoljno nego mora raditi i u radne dane, dok su hodnici i okna u pogonu. Premalo je razumjevanja za ove poslove, kad se oni daju na vrijeme i kako treba s jedne strane, a preveliki osjećaj odgovornosti geometra s druge strane često uvjetuju da geometri nastoje izbjeći rad kod ovakvih objekata pod raznim izgovorima.

Poznata je činjenica da svaki proboj ili ma kakav drugi uspjeh u podzemnim radovima bude naročito proslavljen, ali nam nije poznato da se geodetski stručnjaci kod ovih poslova često spominjani ili pozivani, a ako se ma i za manju veličinu u tom neuspjeje oni su prvi na udaru, i ako se najčešće dokaže da su njihovi elementi bili dobri i provjereni, ali nisu drugi radovi izvedeni kako treba. Ovo tvrdimo iz ličnog iskustva i smatramo da je ova stvar toliko poznata, da je ne treba ničim dokazivati. Što se tiče stalnih ili povremenih kontrola, one bi se mogle, dakle, razvrstati u nadzemne i podzemne.

Kontrolu nadzemnih objekata mi smatramo da treba izvoditi — a tako se u većini slučajeva i radi — kod svake važnije faze građenja. Ako se ovde hoće konkretno jedan primjer, onda možemo uzeti primjer velike hale: ako se izgrade temeljne jame za niz ili mrežu stupova, onda prije postavljanja oplata treba ponoviti davanje elemenata a također i prije početka betoniranja iste — provjeriti. Dalje kad se stupovi izbetoniraju, treba provjeriti ostavljanje mjesta za ankere i također gornju plohu stupova. Kad se konstrukcija pričvrsti na stupove, valja kontrolirati kako

pravce, tako i vertikalnost stupova. U tu svrhu treba na samom radilištu da osim dovoljnog broja stajališta za kontrole pravaca imamo i dovoljan broj repera na koje se vezemo pri vršenju visinskih kontrola.

Za primjer podzemnih kontrola uzećemo izradu tunela na jednoj hidroelektrani i to dionicu od 2 do 3 km u pravcu koja je »napadnuta« sa dva kraja. Predpostavljamo da je na oba kraja dat pravac i uspon odnosno pad, te da imamo čvrste polazne tačke i strane.

Obično se misli da ove polazne tačke moraju biti u osovinama. Mi praktično smo ustanovili da to nije niti nužno niti se to lako izvodi. Važno je da je ova tačka negdje u blizini osovine, a da mi negdje na početku obilježimo tačku u osovini koja dakle nije naša stajna tačka, a iz kordinata mi ćemo odrediti u neposrednoj blizini kraja iskopa još jednu tačku u osovini, ali razumljivo tako da se ona predhodna i ova nova dogledaju. Jasno je da se za izvođenje zemljanih radova — na kraće dužine, jer radovi dnevno odmiču po nekoliko metara, pravac daje golim okom preko dva viska obješena u onim bliskim tačkama u osovini. Praktično je moguće voditi ovako tunel do 20 m. Nakon toga se pri kraju iskopa stabilizira nova poligona tačka izvrše neophodno nužne kontrole predhodnih tačaka mjerenjem kuteva, dužina i visina pa se iz toga uzmu elementi i za najnoviju poligonu tačku. Razmak dviju poligonih tačaka netreba da prelazi 150—200 m, bez obzira na dužinu pravca, koji može biti i nekoliko kilometara. Ovaj se poligon dalje računa kao slijepi, uvodeći potrebne korekture zbog eventualnog pomaka, ako su iste ustanovljene, i mjereći onolikom preciznošću koliko to zahtijeva tolerancija. Kad je riječ o toleranciji, napomenućemo da se ovdje primjenjuje opći princip geodezije za računanje srednje greške, smatrajući granicu tolerancije kao ukupnu — maksimalnu grešku po teoriji pogrešaka. Zog toga stručnjaci koji to računaju moraju dobro poznavati primjenu kao i funkcije od kojih ovise pojedini rezultati. Nažalost, ovo se najčešće izvodi veoma pojednostavljeno jer ili se žali truda, ili što je češće pojedinci koji to rade nemaju dovoljno teoriskih predznanja. Srećom do sada nije poznato da su zbog toga nastupila tolika razmimoilaženja da bi to prouzrokovalo veće štete.

Sa zadovoljstvom možemo ovdje ustanoviti da su nam kontrole po visini do sada bile najuspješnije a i najlakše. To se postiglo zahvaljujući u prvom redu jednostavnosti geometrijskog nivelmana, kojim se veoma uspješno služe i priučeni stručnjaci, zatim sve većim prilivom boljih nivelira na radilišta, te dobrim osnovnim podacima preciznog nivelmana. Nivelmanska mreža je i dovoljno gusta. I ako se postrojenja, o kojima je riječ, redovno grade, kako je napred istaknuto u teško dostupnim terenima, ipak u neposrednoj blizini prolazi put ili pruga, kuda su nivelatori morali provući svoje vlakove.

Obzirom da je i trigonometrijski nivelman usvojen kao metoda ne samo kod novog premjera nego i u primjeni, to se u slučajevima gdje se ne može primijeniti geometrijski nivelman sve češće uspješno primjenjuje trigonometrijski.

Nije rijedak slučaj da danas geodetski stručnjaci, čak i tamo gdje bi sasvim zadovoljili nivelmanski podaci koji garantuju centimetarsku tačnost — niveliraju preciznim nivelirrom NI sa invarnim

letvama, čitajući obje podjele pa čak procjenjujući 0,01 mm. Razumljivo je da se ovo pretjerivanje ne preporučuje, jer poskupljenje i produžuje rad, pa se stoga ovdje to i napominje. Općenito može se grubo kazati, da se kod određivanja preciznosti obično radi tako, da se uzme veličina tolerancije i onda jedna trećina (1/3) iste smatra kao srednja greška. Na primjer ako se izvjesna količina mora u izvjesnim svojim granicama slagati do na centimetar onda se kao srednja greška uzima 3 mm.

Dok se još govori o kontrolama nužno je napomenuti ga geodetski stručnjaci moraju biti dobro upoznati sa projektom u cijelosti i da često treba sami da insistiraju na tome da se kontrole obavljaju na vrijeme, jer one postaju bezpredmetne ako se prekasno izvode naročito ako se mjerenjem ustanove fatalne pogreške u izvođenju.

Također je veoma važno da se izvrše sve potrebne pripreme kontrolnih mjerenja kako u birou tako i na radilištu a mora postojati najuža saradnja između rukovodilaca radilišta i geodetskog stručnjaka. Često se od neodgovornih izvođača smatra, da im geometar ometa izvršenje njihovih zadataka i počnu cjeniti geometra obično kad moraju »štemati« čitave zidove ili slične pogreške ispravljati, ukoliko se ne servira da je »geometar dao krive podatke«. Da se ovo nebi moglo »servirati« geometar prema onome što smo već napred naveli — mora uvijek imati kopiju datih elemenata sa datumom i potpisom primaoca.

Ad 5 — Praćenje već gotovih objekata pojedinih postrojenja — oskultacija. — Istom se u novije vrijeme, a naročito nakon katastrofe u Francuskoj kod Frežisa, počelo kod nas u BiH ozbiljnije gledati na oskultacije kao veoma važne zadatke primjenjene geodezije.

Dok se ispočetka mislilo da je potrebno pratiti samo vodojaže brane i to samo one većih dimenzija naročito u visini, sve se više dolazi do saznanja da je potrebno pratiti povremenim opažanjima, geodetskim metodama, svaki veći objekt bilo da se radi o branama raznih veličina — visina ili cjevovodima, tlačnim cijevima, velikim betonskim pločama, svodovima itd.

Morali smo vrlo često uvjeravati da se ne zaboravi na ove radove baš kod onih koji bi po svojoj funkciji trebali da se brinu o tim poslovima.

Poznato je da projektant prilikom računanja dimenzija pojedinih elemenata objekta, jer ima veliki broj nepoznatih ili bar nedovoljno poznatih faktora uzima tako zvani koeficijent sigurnosti pa tako vrlo često neke elemente predimenzionira. Ako oskultacija nebi služila u drugu svrhu nego samo u tu, da se ispitaju veličine tih dimenzija, pa da se prilikom projektovanja novih takvih objekata računa sa manje nesigurnih elemenata, već bi ona bila potpuno ekonomski opravdana.

Međutim, obzirom na činjenicu da se veliki objekti »srastaju« sa neposrednom okolicom istom nakon dužeg vremenskog perioda kao i to da se je prilikom građenja narušila statička ravnoteža sila koje djeluju među elementima od kojih je tlo bilo sastavljeno prije ugrađivanja vještačkog objekta, opće je poznata stvar, da je praćenje »ponašanja« takvog

objekta nužno tim prije, ako će ovaj biti više ili manje opterećen i ako je to opterećenje varijabilno. Teško je odrediti na koje područje van objekta treba proširiti oskultaciju, pa da bi se moglo tvrditi da opažanja vršimo sa nepomičnih stajališta ili polazeći od nepomičnih tačaka. Tako na primjer u novije vrijeme prevladava mišljenje stručnjaka, da je potrebno, kod opažanja brana, pratiti cijelo priobalno područje vještačkog jezera.

Mi smo do sada koristili slijedeće geodetske metode oskultacije:

- a) Nivelman
- b) Trigonometrijska metoda
- c) Alinement (odstupanja od fiksiranog pravca) — paralaktička metoda.

Za praćenje priobalnog područja akumulacionog bazena — vještačkih bazena — vještačkih jezera, što će se morati uvesti u našu praksu, smatramo da će služiti trigonometrijska i poligonometrijska metoda.

Iako smo ostali kod naziva alinement — mi smo ovu metodu onakvu kako je ona u početku primjenjivana, zamjenili paralaktičnom metodom, pored toga što je za branu HE Jablanica nabavljen instrument — alineator tvornice Oficine Galileo, jer smo prihvatili mišljenje stručnjaka, da sam alinement, naročito kod brana neće dati zadovoljavajuće rezultate, a uvjerali smo se da je paralaktična metoda i praktičnija, jer opažanja može obaviti jedan stručnjak.

Imamo vrlo ozbiljan prigovor u dosadašnjoj praksi da se projektu oskultacije nije na vrijeme posvetila pažnja, nego je ovaj obično rađen naknadno, često kada su radovi na građevini (brani) bili već daleko odmakli. Na jednoj HE je ustanovljeno da treba pratiti pomicanje tlačne cijevi više godina nakon puštanja postrojenja u pogon. Naše je mišljenje, da se projekt oskultacije radi uporedo sa ostalim projektovanjem, a naročito da se ne zanemari projekat pristupnih puteva, inače obično veoma teško pristupačnim stajalištima, geodetskim stalnim tačkama.

Osim toga saradnja stručnjaka, koji vrše oskultaciju tako zv. fizičkim metodama i geodetskim na istom objektu nije potpuna, i naše je mišljenje da bi sve poslove oskultacije trebalo da obavlja jedinstvena ekipa pod jedinim rukovodstvom, pa bila ona sastavljena samo od geodetskih stručnjaka ili ne. Nažalost u BiH do sada u opšte nema jedne ekipe, kojoj bi bio zadatak da vrši samo oskultacije da obrađuje podatke i vrši njihovu interpretaciju, nego se taj rad obavlja neorganizovano i zbog toga nepotpuno, a često su izvjesni objekti praćeni na terenu većim brojem serija opažanja dok ove nisu ni do danas do kraja obrađene.

Mislimo da je nužno:

- a) da se prilikom projektovanja većih objekata, za koje se može pretpostaviti da će se slijegati ili bilo kako pomicati u prostoru (cijeli objekti ili njihovi teži sastavni dijelovi) istovremeno projektuje i oskultacija,
- b) da oskultaciju vrši ekipa kojoj će ovo biti glavni zadatak — s toga da se ovaj rad koncentrira ili kod jednog preduzeća ili da se u tu svrhu organizira samostalno tijelo,
- c) da se izmjenjuju iskustva stečena na ovim radovima u drugim republikama,

d) da se interesantni rezultati objavljuju u stručnoj štampi a posebno, obrađeni popularno, i u dnevnoj odnosno nedjeljnoj štampi,

e) da se srede dosadašnja iskustva i da se na temelju njih, kao i onih iz inostranstva koja su nam dostupna, izradi pravilnik koji bi bio obavezan bar u pogledu uzimanja terenskih podataka i računanja u birou izuzev specifičnosti pojedinih objekata.

Posebna vrsta geodetskih opažanja objekata, koju smo vršili u BiH u okviru primjenjene geodezije u elektroprivredi bila je opažanje deformacija dalekovodnih stupova prilikom njihovih ispitivanja. Ova su ispitivanja dvojaka: jedna se vrše na posebnoj izgrađenoj opitnoj stanici kod Sarajeva a druga na terenu na samom stupnom mjestu. Kako je poznato tri su vrste dalekovodnih stupova nosni, zatezni i kutno-zatezni.

Oni se izgrađuju bilo od armiranog betona ili od željeznih konstrukcija. Betonski se rade obično na samom stupnom mjestu, dok se dijelovi željeznih stupova izrađuju serijski u fabrici, a na stupnim mjestima se vrši samo montaža. Za ove stupove je važno izvršiti ispitivanja izvjesnog procenta iz svake serije — što je moguće samo na posebnoj spomenutoj opitnoj stanici, gdje se ovi stupovi u tu svrhu montiraju.

Kod ovih ispitivanja se također kombiniraju fizikalne sa geodeskim metodama opažanja, samo što je ovdje saradnja potpuna, možda zbog prirode posla, zapravo velike žurbe.

Prema vrsti i veličini dalekovodnog stuba, ovaj se vještački opterećuje zatezanjem s jedne ili više strana, odjedanput ili istovremeno, a opažanja geodeskim metodama vrše se nivelmanom i najjednostavnijim približnim aliniranjem na taj način što se na odgovarajućim mjestima na stubu unapred montiraju kratke letve sa centimetarskom podjelom u parovima postavljene jedna horizontalno druga vertikalno. Iste takve letve, ali samo vertikalno postave se uz svaki rub na temelje, ali tako da ih vizura nivelira pogađa oko sredine.

Prije vještačkog opterećenja izvrše se početna opažanja. Prilikom odabiranja mjesta za instrumente, što valja učiniti dan prije, a vrši se sporazumno sa rukovodiocem opažanja, treba imati na umu:

a) da se instrumenti postave toliko udaljeni, da se sile koje će djelovati na stub prilikom vještačkog opterećivanja neće prenositi i na stajališta,

b) da se podjele na letvama mogu čitati što preciznije, što se poboljšava primjenom instrumenata sa većim povećanjem,

c) da vizura na najvišu tačku ne bude prestrma tj. da zenitno rastojanje ne pređe 50° — 55° .

d) da su instrumenti za aliniranje približno u odgovarajućoj osovini ili simetrali, ali uvijek na suprotnoj strani mehanizama na natezanje tj. nipošto ispod ili u produženju sajli koje će se zatezati,

e) da se početna vizura teodolita prije početka rada orijentira na jednu ili dvije vrlo markantne, nešto udaljenije čvrste tačke, čitajući oba kruga, a nivelrom uzme početna vizura na letvu, koja treba da je stalno postavljena na reper, koji se nalazi na suprotnoj strani od stupa u odnosu na stajalište nivelira,

f) da se tiskanice za upisivanje podataka prilagode ovim opažanjima,

g) da se za vrijeme opažanja izvrše sva potrebna čitanja sa kontrolama naročito na početku i na kraju nedopuštajući da neminovna požurivanja utiču na kvalitet podataka.

Napominjemo, da geodetski stručnjaci, nakon što su izvršili valjane pripreme, uzeli početna opažanja i stoje pripravnici za dalji tok opažanja moraju čekati satima u napetosti da vrše potrebna opažanja. Ova je operacija veoma složena ali u onom momentu kad su sve ostale radnje završene, i dat znak za početak opažanja nestrpljenje onih koji čekaju rezultate dostiže kulminaciju, pa neopravdano često i vrlo nezgodno požuruju geodete da daju rezultate opažanja. Zbog toga geodetski stručnjak mora skoncentrirati svu pažnju i svu hladnokrvnost, a rezultate istom dati onda kad su opažanja i računanja u cijelosti završena i prokontrolirana.

Opažanja se vrše pod različitim vještačkim opterećenjima, koja se iskazuju u procentima maksimalnog računskog opterećenja. Ako to označimo sa Q , onda se obično opaža osim početni, pod $0,2Q$, $0,5Q$, $0,7Q$, $1,0Q$ i $1,2Q$ — ukoliko se ne ide do loma stupa što se radi samo ponekad, kad staričari za to imaju interesa da bi ustanovili nije li stup predimenzioniran. Ova smo opažanja opisali nešto opširnije, jer o njima nije dosta pisano u stručnoj štampi.

B. RADOVI NA HE TREBIŠNJICA

Nastojaćemo da se i ovdje držimo spomenute podjele radova u odnosu na projektovanje, odnosno izvođenje projekta.

1. Izrada geodetskih podloga. Dok je odobren osnovni i idejni projekat tj. prije donošenja definitivne odluke da se pristupi glavnom projektu, služile su karte sitnih mjerila, a osjećala se velika potreba za kartom u razmjeri $1:10000$. Budući, da je već bila uvedena praksa da se sve karte izrade na temelju aerofotogrametrijskih snimanja, to se i ovdje uspjelo pribaviti, karte u mjerilu $1:10000$ za cijelo područje sliva Trebišnjice. O ulozi i dobivanju ovih karata bit će kasnije nešto više izloženo.

Nije bilo teško odrediti uža područja lokacije pojedinih objekata ovoga giganta, koja su snimljena tahimetrijom i kartirana u mjerilu $1:200$, $1:500$, $1:1000$, $1:2000$ u svrhu izrade glavnog projekta za:

- a) premještanje puta i pruge iz plavnog područja budućeg akumulacionog bazena — vještačkog jezera,
- b) Branu i pribranska postrojenja u Graničarevu,
- c) Branu i pribranska postrojenja i ulazne građevine u Gorici,
- d) Postrojenja strojare i pripadajućih objekata na Platu,
- e) Većeg broja pristupnih puteva itd.

Poseban problem bilo je provjeravanje valjanosti postojeće trigonometrijske mreže na trasi tunela Gorica, Rasovac, Crnač, Luka, izlaz u Platu na Jadranskom moru, jer su ugovorom između investitora i izvođača radova postavljene vrlo stroge granice tolerancije: za susret u pravcu

5 cm a po visini 5 mm, kod proboja pojedinih dionica »napadnutih« s oba kraja

2. Dopune podloga za vrijeme projektovanja. — Za vrijeme projektovanja najviše je dopuna trebalo za projekat premještanja postojeće željezničke pruge, jer je projektant potpuno razumljivo — proučavao nekoliko varijanata od kojih su neke često izlazile iz snimljenog područja kartiranog u mjerilu 1:2000 pa je valjalo izvršiti dopune snimanja. Isto tako teško se bilo projektantu odlučiti za definitivnu lokaciju brane u Graničarevu, pa je obzirom na delikatnost ovog objekta i njegovu glomaznost trebalo nekoliko puta odlaziti na teren naročito radi snimanja poprečnih profila. Ovo je po našem mišljenju i najteži dio, ako se uzme i teren na Platu, jer je veoma neprohodan krševit i obrastao trnovitim šipražjem, a visinske razlike su od najviših tačaka do dna korita više stotina metara, dok je preglednost veoma slaba.

3. Prenošnje projekta na teren — iskolčenje. — Prenošnje pojedinih objekata ovog velikog postrojenja na teren je u toku i vrši se parcijalno prema odmicanju građenja.

C. ULOGA FOTOGRAMetriJE U ELEKtROPRIVREDI

Od svih postrojenja elektroprivrede najviše je hidroenergetskih. Ovi se opet sastoje od niza objekata, a vrlo često i akumulacionih bazena i to sve na većim udaljenostima, tako, da je potrebno za projektovanje imati geodeske planove ili karte većih površina. Kako je već spomenuto u BiH je ovo bilo tim veći problem jer i ono što smo imali geodeskih planova nije imalo visinske pretstave. U rješavanju ovoga problema neprocjenjivu je ulogu odigrala arofotogrametrija, jer smo tom metodom u relativno kratkom vremenu dobili karte za gotovo sva slivna područja u BiH, tako, da danas sa malim izuzetkom, jednog dijela sliva Une, imamo karte svih slivnih područja.

Ispočetka se snimao samo uski pojas samog toga rijeke u širini od oko 5 km i to za sliv rijeke Neretve, Rame i Vrbasa, a kasnije se prešlo na snimanje i izradu karata po sistemu punih listova. Na taj način snimljena je na teritoriji BiH velika površina duž rijeka Neretve, Rame, Vrbasa, Plive, Janja, Une, Sane, Trebišnjice te su izrađene karte u mjerilu 1:5000 za površinu od 95.000 ha i planovi 1:10000 za površinu od 504.000 ha. Odustalo se od izrade karte 1:5000, jer uglavnom one nisu ekonomične za ovu vrstu projektovanja, iz slijedećih razloga:

- a) cijena je neuporedivo skuplja,
- d) rokovi izrade mnogo duži,
- c) preopterećenost detaljima i katastarskim brojevima ovim radovima nije dobrodošla, tako da smo ona područja za koja smo trebali podloge, a imali smo ih u mjerilu 1:5000, morali izrađivati pantografi-ranjem karte 1 : 10000 pa čak i 1 : 20000 za veća postrojenja radi preglednosti. Zbog toga se sada snima i izrađuju karte samo u mjerilu 1:10000

što sasvim zadovoljava. Ove karte služe i u druge svrhe i drugim stručnjacima geolozima, hidrotehničarima, geomehaničarima itd.

Možemo tvrditi, da je zahvaljujući ulaganjima elektroprivrede, a posredovanjem geodetske grupe Hidrobiroa »Energoinvesta«, BiH dobila geodetske podloge od neocjenjive vrednosti. Pokazalo se da je ekonomičnije za svako mjerilo vršiti posebna aero snimanja, jer dok za mjerilo 1:10000 zadovoljava kao geodetska osnova trigonometrijska mreža IV reda, dotle je za mjerilo 1:5000 potrebno ovu mrežu progustiti veznim tačkama mnogo veće gustine.

Bilo je pokušaja da se za potrebe glavnog projekta u veoma teškim, strmim i kršovitim terenima primjeni terestička fotogrametrija. Izvršena su snimanja i kartiranja na područjima HE Rama—Kovačevo Polje, HE Konjic—Ljuta, HE Trebišnjica — teren za lokaciju brane u Graničarevu i Gorici, a za HE Jablanicu — strojara, izvršeno je samo snimanje. Pokazalo se je da ovi planovi i pored popunjavanja klasičnim metodama nisu zadovoljili pa se od ove metode dobivanja geodetskih podloga, bar za sada, odustalo.

Vidjeli smo da je inicijator ovoga uspjeha u dobivanju geodetskih podloga geodetska grupa Hidrobiroa — Energoinvesta, a da radove financira Elektroprivreda BiH. Ne smijemo kod toga zaboraviti, da napose odamo dužno priznanje i ovdje pohvalimo svestrano razumijevanje i pomaganje ove akcije od strane Saveznog Zavoda za fotogrametriju u Beogradu. On je naše potrebe, često i preko svih očekivanja stavljao u prvi plan svoga rada, angažirao avione Geografskog Instituta JNA za snimanje i opće nesebično nam pomagao za izvršenje ovih zadataka. Isto tako velikih zasluga za dobivanje ovih karata ima kartografski Zavod »Geokarta« NR Srbije — u Beogradu, koji je izvršio kvalitetnu kartografsku obradu i reprodukciju.

Na kraju želimo istaći da smo namjerno zaobišli iznošenje raznih formula, tabelarnih pregleda, suhoparnih tiskanica ili nabranjanja, želeći da tekstualno iznesemo pred učesnike Savjetovanja naša iskustva i naše probleme kao i opise kako smo ih mi savladivali. Želimo da čujemo pozitivne i negativne kritike jer smatramo da se u tu svrhu i održava ovo značajno savjetovanje za sve nas koji na bilo koji način i u bilo kojem obimu sudjelujemo u ovim radovima geodetske nauke i tehnike.