



Ispitivanje vertikalnosti antenskog tornja GSM mreže

Igor Bučo, ing. geod. ¹

1. Uvod

Ispitivanja vertikalnosti objekata geodetskim metodama, uglavnom se provode nakon zahtjeva investitora. Vertikalnost se može ispitivati za:

- ranije izgrađene objekte,
- objekte u gradnji, npr. za visoke zgrade vertikalnost se može kontrolirati nakon svakog izgrađenog kata ili nekoliko njih,
- netom izgrađene objekte, koje geodetski stručnjak u većini slučajeva i prenosi na teren po projektnoj dokumentaciji.

Predmet razmatranja u ovom radu je prikaz jednog radnog naloga, čija je izvedba provedena u nekoliko faza:

1. Izvršen je prijenos objekta na teren prema projektnoj dokumentaciji, tj., „iskolčen“ je položaj anten-

skog tornja VIP-NET GSM mreže.

2. Provedeno je ispitivanje vertikalnosti tornja, nakon njegove izgradnje.

3. Teren je snimljen polarnom metodom te je izrađena situacija u mjerilu 1:500, na kojoj je prikazan i novoizgrađen toranj. Situacija je posebno izrađena i za dijelove tornja koji su ukopani u zemlju, tj. prikazano je i izvedeno stanje uzemljenja.

2. Iskolčenje objekta prema projektnoj dokumentaciji

„Iskolčavanje“ je prenošenje objekta s projekta na teren. To podrazumjeva obilježavanje i stabilizaciju na terenu dovoljanog broja točaka koje definiraju točan položaj objekta u prostoru, a to sve prema nacrtima datim u projektu, s propisanom

točnošću. Procedura iskolčenja sastoji se u orijentiranju osnovne linije objekta u prostoru, mjerenju na terenu datih dužina, kutova i visina te obilježavanju iskolčenih točaka. Iskolčenje je prijenos na teren osnovnih elemenata:

- horizontalnog kuta
- dužine
- visine (visinske razlike).

2.1 Iskolčenje horizontalnog kuta

Iskolčenje horizontalnog kuta bitno se razlikuje od mjerenja kuta. Pri mjerenju su zadani vrh kuta i oba kraka. Pri iskolčenju zadani su vrh i jedan krak, a treba odrediti smjer drugoga kraka kuta. Neposredno prenašanje kuta instrumentom prema zadanoj veličini kuta praktički se ne može odjednom ostvariti, a da se pri tome ne

[1] Igor Bučo, ing. geod., Bučo - ured za izvođenje geodetskih poslova, Makarska, e-mail: igor.buco@st.htnet.hr

naprave greške koje bi mogle nepovoljno utjecati na daljnje iskolčenje projekta. Zato se prijenos kuta obavlja postepenim približavanjem, na principu njegova mjerenja. Postupak iskolčenja je sljedeći:

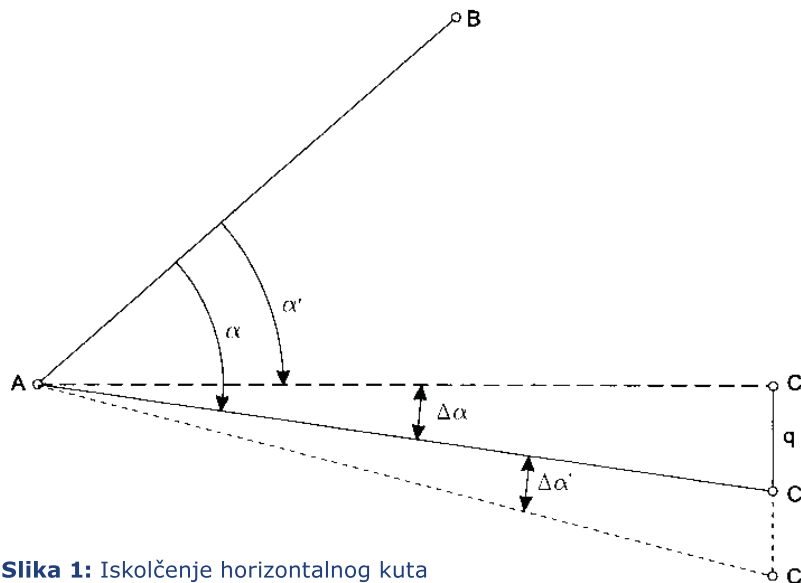
- u točki A postavi se teodolit i orijentira se prema signaliziranoj točki B.
- Orijentacionom pravcu AB doda se zadani kut α te se, u prvom položaju durbina, u tom smjeru iskolči točka C''
- tako obilježeni kut α' mjeri se girusnom metodom i u drugom položaju durbina, te se iskolči točka.

Za većinu praktičnih radova se može smatrati da srednji položaj, tj. točka C dovoljno točno određuje smjer drugog kraka kuta. Ako je potrebna veća točnost iskolčenja kuta, postupak se ponavlja dok se ne postigne zadana točnost.

2.2 Iskolčenje dužine

Pri prenošenju projektiranog položaja točaka s projekta na teren polarnom metodom, prvo se odredi horizontalni kut, tj. iskolči se smjer A-C, a zatim se u tom smjeru iskolčuje zadana dužina. Dužine koje treba na terenu iskolčiti zadane su projektom. Dužine koje se računaju iz koordinata, ili se očitavaju sa plana, su horizontalne dužine u ravnini projekcije u kojoj je izrađena geodetska podloga. Prije iskolčenja treba izračunati kose duljine, tj. „reducirati ih s plana na fizičku površinu Zemlje“. Ako se dužina prenosi na teren mjerenjem vrpcom po terenu, koji nije uvijek horizontalan, mjerit će se kosa dužina.

Osim toga dolazi do utjecaja promjene temperature te svih onih pogrešaka koje nastaju redovito pri nepo-



Slika 1: Iskolčenje horizontalnog kuta

srednom mjerenju dužina vrpcom, a to su: utjecaj nehorizontalnosti terena, utjecaj promjene temperature, istezanje vrpce, zatim pogreške zbog lančanice, pogreška dužine vrpce itd. Nadalje, ako se iskolčuju veće dužine koje su izračunate iz koordinata, treba voditi računa i o korekcijama za nivo-plohu mora i ravninu projekcije. Naravno da se mnoge od tih pogrešaka, pa prema tome i korekcija, mogu odrediti unaprijed (a priori), a ne tek prilikom mjerenja.

Dužina dobivena iz koordinata, ili izmjerena na planu, ne može se odjednom prenijeti na teren, nego će se i ona prenijeti postepenim približavanjem, uvodeći spomenute korekture, nakon približnog početnog odmjeranja. Ako se dužine uzimaju s plana, potrebno ih je pretihodno korigirati i za popravak deformacije papira. Postupak iskolčenja dužine sastoji se dakle u tome, da se u danom smjeru najprije približno izmjeri zadana dužina i točka na kraju dužine obilježi. Zatim se dotična dužina mjeri i, vodeći računa o svim navedenim pogreškama, definitivno prenese projektirana dužina. Prilikom prijenosa dužine na teren treba uvesti korekcije

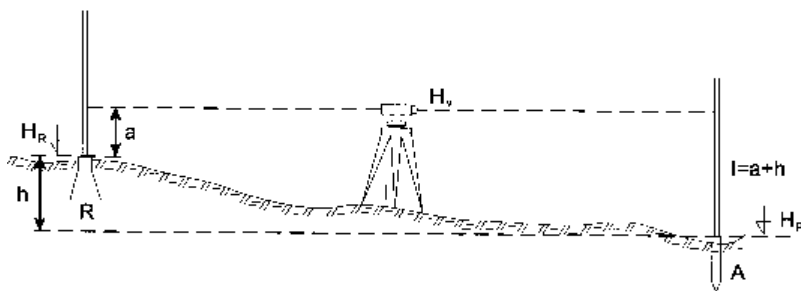
zbog visinske razlike, razlike temperature pri mjerenju i komparaciji te korekciju na osnovi komparacije mjerne sprave.

2.3 Prijenos visine

Visina neke točke date projektom prenosi se na teren nakon horizontalnog iskolčenja. Visine se na teren mogu prenijeti pomoću: geometrijskog, trigonometrijskog ili hidrostatičkog nivelmana. U praksi se najčešće koristi metoda geometrijskog nivelmana.

Ostale metode prijenosa visine upotrebljavaju se u specijalnim slučajevima, kada je teško ili nemoguće koristiti metodu geometrijskog nivelmana. Za prijenos visine zadane su dvije vrijednosti, visina (kota) radnog repera s kojeg se visina prenosi H_r i visina (kota) točke dana projektom H_p , na koju treba dotičnu točku na terenu postaviti. Najprije se visinski određuje točka koja ima kotu približno jednaku zadanoj, a zatim se od te točke definira točka koja ima kotu zadanu projektom. Znači, na teren treba prenijeti visinsku razliku:

$$h = H_P - H_R$$



Slika 2: Vertikalno iskolčenje: prijenos projektirane kote na teren

Niveliranjem između datog repera i privremeno stabilizirane (položajne iskolčene) točke mjeri se visinska razlika h' , koja će biti veća ili manja od zadane visinske razlike h . Razlika između njih:

$$\Delta h = h - h'$$

pokazat će u kojem smjeru će se privremeno označena točka morati pomicati po vertikalni. Ako se visina na teren prenosi niveliranjem, tj. horizontalnom vizurom, onda se prema slici, očitavanje na letvi l , koje odgovara projektiranoj visini određuje po formuli:

$$l = H_v - H_p$$

pri čemu označuje nadmorsku visinu horizontalne vizure, a „ a “ je očitavanje na vertikalno postavljenoj letvi na reperu R , tj.:

$$H_v = H_R + a$$

Iskolčavanje objekata prema projektnoj dokumentaciji mogu izvoditi samo ovlaštene geodetske ustanove ili ovlaštteni geodetski stručnjaci, tako da svakom elaboratu iskolčenja obavezno treba priložiti i nekoliko dokumenata:

- Rješenje Državne geodetske uprave o suglasnosti za obavljanje poslova državne izmjere i katastra nekretnina,
- Uvjerenje o položenom državnom ispitu, ako radove izvodi ovlaštteni geodetski stručnjak,
- Zapisnik o izvršenom

iskolčenju građevine,

- Skicu iskolčenja,
- Popis koordinata iskolčenih točaka.

Za svako iskolčavanje se obavezno sastavlja Zapisnik o izvršenom iskolčenju koji mora sadržavati podatke o investitoru, izvođaču projekta, vlasniku objekta, ali i podatke o geodetskoj izmjeri i to prvenstveno: položajni opis za građevinu, naziv katastarske općine i broj katastarske čestice na kojoj se objekt nalazi. Osim toga u Zapisnik se upisuje i metoda iskolčenja i postignuta točnost. U navedenom slučaju objekt je iskolčen polarnom metodom. Sve glavne točke objekta su na terenu označene trajnim oznakama i osigurane te predane korisniku objekta, uz napomenu da sačuva oznake iskolčenja. Sve pogreške iskolčenja su u granicama dozvoljenih odstupanja.

3. Ispitivanje vertikalnosti antenskog tornja VIP - net GSM mreže Žegar - Obrovac oznake: ID 4598B

Nakon izgradnje navedenog antenskog tornja, bilo je potrebno ispitati i njegovu vertikalnost, prema zahtjevu investitora: „W-USLUGE“ d.o.o. iz Trogira. Ispitivanje vertikalnosti 30 metara visokog antenskog tornja, provedeno mjerenjem s dva stajališta instrumenta, koja su

postavljena pod pravim kutom na približnoj udaljenosti od 40 m od stupa. Ta je udaljenost dovoljna da se mogu uvizirati točke na vrhu tornja i odrediti njihove projekcije u podnožju. Postupak rada je identičan, kao u slučaju određivanja projekcije vertikalnih signala u triangulaciji, samo što se u navedenom primjeru na horizont projekciju četiri točke.

Mjerenja su provedena dvoma instrumentima; sekundnim teodolitom Wild T2 i mjernom stanicom Leica TC 600. Da bi se utvrdila vertikalnost, odnosno da se utvrdi imaju li vrhovi stupa koordinate identične onima u podnožju, bilo je potrebno za svaku točku:

1. instrumentom uvizirati vrh točke, zakočiti alhidadu, durbini spustiti i na zemlji, ili određenoj visini, obilježiti pravac po vertikalnoj niti nitnog križa.

2. Isti postupak ponoviti i s drugog stajališta instrumenta za istu točku.

3. Koordinate projekcije vizirane točke odrediti presjekom pravaca.

Potrebno je naglasiti da se ispitivanje vertikalnosti mora provoditi s dobro rektificiranim instrumentima, ako se ono provodi samo u jednom položaju durbina. Ako se koristi nerektificirani instrument, obavezno mjeriti u dva položaja durbina i za definitivne vrijednosti uzeti sredinu iz dva položaja durbina.

4. Prikaz izvedenog stanja objekta

Nakon što je izgrađen antenski toranj VIP-NET GSM mreže na relaciji Žegar Obrovac, visine 30 m i oznake ID 4598B, te ispitana njegova vertikalnost, bilo je potrebno snimiti novo stanje te izraditi geodetski plan u mjerilu 1:500. Područje je snimljeno

polarnom metodom sa 54 točke i na temelju skice i izračunatih koordinata, izrađena je Situacija izvedenog stanja objekta u mjerilu 1:500. Isto tako posebno je prikazano i uzemljenje objekta, na temelju koordinata 28 snimljenih točaka te izrađena Situacija uzemljivača antenskog tornja, također u mjerilu 1:500.

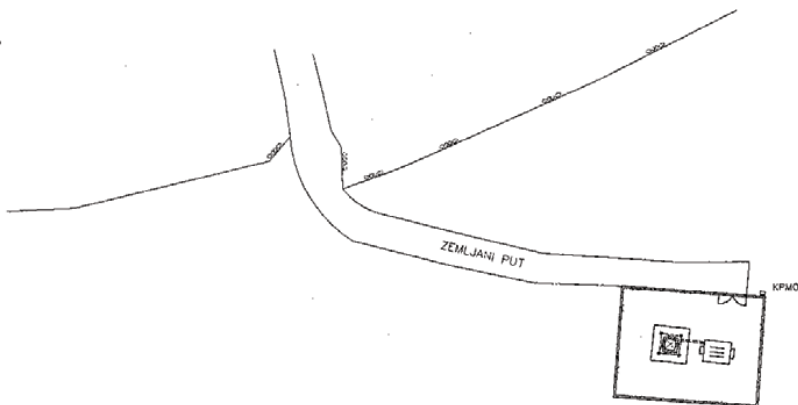
5. Zaključak

Antenski toranj VIP-NET mreže je iskolčen i izgrađen u skladu s projektnom dokumentacijom. Sve pogreške iskolčenja i izgradnje objekta nalaze se u granicama dozvoljenih odstupanja. Time je pokazano da je polarna metoda mjerenja i iskolčenja te korištena mjerna stanice Leica TC

600, optimalan izbor metode i instrumenta za tu namjenu.

Literatura

- Bilajbegović, A., Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H. (1991): Osnovni geodetski radovi, Suvremene metode, GPS, Tehnička kniga, Zagreb.
- Borčić, B. (1976): Gauss-Krügerova projekcija meridijanskih zona, Sveučilišna naknada Liber, Zagreb.
- Janković, M. (1981): Inženjerska geodezija II, Sveučilište u Zagrebu.
- Pribičević, B., Medak, D. (2003): Geodezija u građevinarstvu, Sveučilište u Rijeci, V.B.Z. d.o.o., Zagreb. ■



Slika 3: Situacija izvedenog stanja antenskog tornja u K.o. ŽEGAR, K.č. 1184/1

Stajalište: ST1	Skica stajališta i rezultati opažanja	Stajalište: ST1																
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stajalište: ST1</th> </tr> <tr> <th>Udaljenost</th> <th>Odstupanje (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AC - A''C''</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>BD - B''D''</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stajalište: ST2</th> </tr> <tr> <th>Udaljenost</th> <th>Odstupanje (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BA - B''A''</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>CD - C''D''</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table>	Stajalište: ST1		Udaljenost	Odstupanje (mm)	AC - A''C''	6	BD - B''D''	7	Stajalište: ST2		Udaljenost	Odstupanje (mm)	BA - B''A''	22	CD - C''D''	28	
Stajalište: ST1																		
Udaljenost	Odstupanje (mm)																	
AC - A''C''	6																	
BD - B''D''	7																	
Stajalište: ST2																		
Udaljenost	Odstupanje (mm)																	
BA - B''A''	22																	
CD - C''D''	28																	

Tablica 1: ispitivanja vertikalnosti antenskog tornja instrumentom Leica TC 600