

KORIŠTENJE GEODETSKE OSNOVE GRADSKIH PREMJERA U SR BI H

Šefik KRAJINIĆ — Sarajevo*

Klasični način pojedinačnog određivanja trigonometrijskih tačaka metodom presjecanja u većini slučajeva nije zadovoljavao osnovne zahtjeve pravilnog određivanja:

- da ranije određene tačke od kojih se nova tačka određuje budu što ravnomjernije raspoređene po horizontu;
- da odstojanja od nove do ranije određenih tačaka budu približno jednaka (jer se nisu uzimale težine pravaca u obzir kod izravnjanja);
- da se nova tačka, određuje od svih najbližih susjednih tačaka.

Ovi zahtjevi se većinom nisu mogli postizati u gradovima zbog prepreke građevina, pa trigonometrijske mreže u većim gradovima nisu zadovoljavale traženu tačnost premjera gradova za R 1 : 1000 i 1 : 500. Pored toga, ovakva geodetska osnova nije dovoljno tačna za preciznije postavljanje podzemnih i nadzemnih instalacija i izvođenje raznih građevinskih radova.

Da bi linearne deformacije dužina, koje nastaju pri projektovanju sa elipsoida na ravninu, Gauss-Krügerove projekcije (kod koje valjak dodiruje elipsoid po srednjem meridijanu projekcione zone), ostale u granicama 0,0001 i da bi se zadržala širina zone od 3°, množene su koordinate trig. tačaka viših redova konstantnim linearnim modulom $m_0 = 1 - 0,0001$, to jest usvojen je projekcioni valjak koji siječe elipsoid na udaljenosti 90 km istočno i zapadno od srednjeg meridijana. Na ovaj način smanjena je deformacija dužina sa 2 dm/km na 1 dm/km kod iste širine zone od 3° [1].

Sva naša mjerenja koja vršimo na terenu svode se u stvari na geoid, a koordinate trigonometrijskih tačaka računaju se u Gauss-Krugerovoj projekciji meridijanskih zona sa smanjenom razmjerom, to jest na valjku, koji siječe elipsoid na udaljenosti 90 km istočno i zapadno od srednjeg meridijana. Prema tome, očigledan je nesklad između naših mjerenja i koordinata trigonometrijskih tačaka. Radi toga, kod preciznijih radova i kad su ova odstupanja između koordinata i mjerenja znatna, kao što su u sredini i na krajevima projekcione zone kao i na većim nadmorskim visinama, moramo mjerenja i koordinate tačaka geodetske osnove uskladiti i svesti na istu projekcionu površinu.

Da bi se povećala tačnost gradskih premjera prišlo se obnovi geodetske osnove kod većih gradova postavljanjem novih gradskih trigonometrijskih i

* Adresa autora: Šefik Krajinić, dipl. inž. Republička geodetska uprava, Sarajevo.

poligonometrijskih mreža prema propisima Pravilnika II-A dio iz 1956. godine [3]. Nove gradske trigonometrijske mreže sačinjavaju mrežu trouglova čiji su vrhovi nove gradske trigonometrijske tačke određene i izravnate grupno od datih trigonometrijskih tačaka viših redova, čije poluose elipse grešaka ne prelaze maksimalne vrijednosti predviđene u čl. 31. Pravilnika II-A dio.

Nove gradske trigonometrijske mreže postavljene su u Tuzli, Sarajevu, Banja Luci, Zenici i Mostaru. U navedenim gradovima na području R 1 : 1000 usvojene su samo nove gradske trigonometrijske tačke, a sve stare tačke su poništene i stavljene van upotrebe. Na području ovih gradova, gdje su postavljene nove gradske trigonometrijske mreže postavljene su i poligonometrijske mreže 1, 2. i 3. reda, kao i novi gradski nivelman.

Negativna strana ovakvih gradskih premjera je u tome, što se slabi kartografski kontinuitet na granici između gradskog područja R 1 : 1000 i vangradskog područja R 1 : 2500. Nesklad na granici ovih razmjera nastao je iz dva razloga. Prvi, manji razlog je određivanje nove gradske trigonometrijske mreže na području R 1 : 1000, koja se razlikuje od stare trigonometrijske mreže sa područja R 1 : 2500. Drugi, veći razlog ovom neskladu između razmjera je oslobađanje koordinata i trigonometrijskih i poligonometrijskih tačaka normalne deformacije Gauss-Krügerove projekcije i deformacije prouzrokovane množenjem linearnim modulom $m_0 = 1 - 0,0001$, a što je urađeno po posebnom postupku predviđenom u Pravilniku II-a dio str. 166. za veće gradove, gdje su postavljene posebne nove gradske trigonometrijske i poligonometrijske mreže. Kod graničnog poligonog vlaka, koji se nalazi na obe razmjere, treba koordinate krajnjih tačaka i mjerene dužine svesti na istu projekcionu ravan.

Kod gradskih premjera R 1 : 500 i 1 : 1000 za koje nisu rađene posebne gradske trigonometrijske mreže i u Mostaru (mada je postavljena nova gradska trigonometrijska i poligonometrijska mreža) koordinate trigonometrijskih tačaka nisu oslobođene deformacije projekcije, tj. trigonometrijske tačke su ostale na Gauss-Krügerovoj projekciji meridijanskih zona sa smanjenom razmjerom. Kod ovih zona maksimalna linearna deformacija je na sredini i krajevima zone. Sve mjerene dužine koje se nalaze na području projekcione zone do 90 km istočno i zapadno od srednjeg meridijana veće su od dužina na projekciji. Specifične vrijednosti deformacija dužina prouzrokovane projekcijom i množenja modula $m_0 = 1 - 0,0001$ kreću se u granicama $- 0,0001 + 0,0001$ (± 10 cm na 1 km) što zavisi od udaljenosti grada od srednjeg meridijana Gauss-Krügerove projekcione zone.

Iz navedenih razloga kod svih gradskih premjera (osim Sarajeva, Tuzle, Zenice i Banja Luke), tj. kod manjih gradova gdje koordinate nisu oslobođene deformacije projekcije potrebno je mjerene dužine na području R 1 : 1000 svoditi na Gauss-Krügerovu projekciju ako je deformacija znatna, što zavisi od udaljenosti od srednjeg meridijana.

Svođenje mjerenih dužina na Gauss-Krügerovu projekciju sastoji se u množenju dužina recipročnom vrijednosti modula M tj. sa $\frac{1}{M}$, koji iznosi:

$$M = 1,00010001 - \frac{y_m^2}{2R^2} \quad (1)$$

Radi primjera navodi se svodenje dužina na Gauss-Krügerovu projekciju naselja Breze područja R 1 : 1000;

1. način

$y_m = 21$ km (udaljenost od srednjeg meridijana)

Za $y_m = 21$ km iz tablice III.M Pravilnika I dio dobije se

$\frac{y_m^2}{2R^2} = 1,0000\ 0542$, pa je prema formuli (I)

$M = 1,0000\ 9459$ a

$\frac{1}{M} = 0,9999\ 0551$

2. način — grafički iz Gauss-Krügerove projekcije meridijanskih zona, B. Borčić, 1976, str. 66. — iz grafikona

za $y_m = 21$ km deformacija = $-94,4$ mm = $-0,0944$ m na 1 km

za $Y_m = 21$ km deformacija = $-0,0000944$ m na 1 m

$dr = dm - dm\ 0,0000944 = dm(1 - 0,0000944) = dm \cdot 0,9999\ 056 = dm \cdot \frac{1}{M}$

$\frac{1}{M} 0,9999\ 056$ (d_m = mjerena, d_r = redukovana dužina)

Kod ovog treba imati u vidu da se dužine posebno svode na nultu nivo plohu mora u zavisnosti od nadmorske visine. Popravka dužine iznosi

$$H = \frac{-1}{R} \cdot H_m \cdot d = -0,0001568 \cdot H_m \cdot d.$$

Radi primjera navodi se oslobađanje koordinata tačaka normalne deformacije Gauss-Krügerove projekcije i deformacije množenja modulom $m_0 = 1 - 0,0001$ za grad Sarajevo.

Za gradski premjer R 1 : 1000 i 1 : 500 koordinate gradskih trig. tačaka, na koje se oslanja poligonometrijska mreža 1. reda i sve geodetske tačke nižeg ranga oslobodene su djelomično uticaja deformacije Gauss-Krügerove projekcije. Deformacija je sračunata za srednju tačku $y_m = 6\ 529\ 250,00$ i $x_m = 4\ 855\ 500,00$, presjeka listova R 1 : 2500, radi lakšeg računanja linearnih deformacija kod računanja površina. Na osnovu toga, a prema Pravilniku II-A dio sračunat je modul $M = 1,00008949$ kojim su pomnožene koordinate trigonometrijskih tačaka da bi se oslobodile deformacije projekcije i greške množenja modula $m_0 = 1 - 0,0001$.

Da bi se detalj razmjere 1 : 500 i 1 : 1000 doveo u sklad sa detaljom premjera 1 : 2500 pomjera se koordinatni početak gradske trigonometrijske mreže. Ovo se pomjeravanje sastoji u dodavanju koordinatama gradske mreže razlika (v. [3], str. 169, 170):

$$r_y = y_m - \check{y}_m = -2,62$$

$$r_x = x_m - \check{x}_m = -434,52$$

$$\check{y}_m = y_m \cdot M$$

$$\check{x}_m = x_m \cdot M$$

Na granicama razmjera 1:1000 i 1:2500 granične trigonometrijske poligonometrijske i vezne tačke služe za kartiranje u obe razmjere pa trebaju i oboje koordinate. Radi toga će nekim tačkama trebati ponovo dodati deformaciju. U tu svrhu navodi se primjer računanja koordinata y, x neoslobođenih deformacija, kada su zadane (date) koordinate \dot{y}, \dot{x} oslobođene deformacije.

Primjer: Date su koordinate \dot{y}, \dot{x} za $\Delta_{\odot} 1401$; sračunati koordinate y, x ove tačke neoslobođene deformacije.

1. Način — numerički pomoću modula

$$M = 1,0000\ 8949; \quad \frac{1}{M} = 0,999\ 910\ 519$$

$$\Delta_{\odot} 1401 \dot{y} = 25\ 095,97 \quad \dot{x} = 4\ 862\ 572,74$$

$$-r_y = +2,62 \quad -r_x = +434,52$$

$$\dot{y} - r_y = 25\ 098,59 \quad \dot{x} - r_x = 4\ 853\ 077,26$$

$$y = (\dot{y} - r_y) \cdot \frac{1}{M} = \dots\dots\dots 25\ 096,34; \quad y = 6\ 525\ 096,34$$

$$x = (\dot{x} - r_x) \cdot \frac{1}{M} = \dots\dots\dots 4\ 862\ 572,11$$

2. Način — pomoću koordinatnih razlika

$$\Delta_{\odot} 1401 \dot{y} = 6\ 525\ 095,97 \quad \dot{x} = 4\ 862\ 572,74$$

$$y_m = 6\ 529\ 250,00 \quad x_m = 4\ 855\ 500,00$$

$$\Delta y_m = y_m - \dot{y} = +4\ 154,03; \quad \Delta x_m = x_m - \dot{x} = -7\ 072,74$$

faktor deformacije $F = +0,000\ 089\ 49$ iz modula: $M = 1 + F$

$$R_y = \Delta y_m \cdot F = 0,37$$

$$R_x = \Delta x_m \cdot F = -0,63$$

$$y = \dot{y} + R_y = 6\ 525\ 095,97 + 0,37 = 6\ 525\ 096,34$$

$$x = \dot{x} + R_x = 4\ 862\ 572,74 - 0,63 = 4\ 862\ 572,11$$

3. Način — grafički (popravke su funkcije koordinatnih razlika $\Delta y_m, \Delta x_m$).

Za ovu svrhu izrađen je grafikon popravaka deformacija R_y i R_x kao funkcije koordinatnih razlika. Na jednoj osi koordinatnog sistema nanešene su popravke deformacije R_y i R_x u mjerilu 1 mm = 1 cm, a na drugoj osi nanešene su koordinatne razlike $\Delta y_m = y_m - \dot{y}$ u mjerilu 1 cm = 1 km. \dot{x} ili $\Delta x_m = x_m - \dot{x}$

Za korištenje grafikona potrebno je samo sračunati koordinatne razlike $\Delta y_m = y_m - \dot{y}$ i $\Delta x_m = x_m - \dot{x}$ između naše tačke za koju su date koordinate oslobođene deformacije (\dot{y}, \dot{x}) i srednje tačke za poligonometrijsku mrežu Sarajevo (y_m, x_m). Pomoću koordinatnih razlika Δy_m i Δx_m očitaju se popravke za deformaciju R_y i R_x na grafikonu (sl. 1).

Primjer za $\Delta_{\odot} 1401$

Za $\Delta y_m = 4,154$ km na grafikonu $R_x = -0,63$

Za $\Delta x_m = -7,072$ km na grafikonu $R_y = +0,37$

$$y = \dot{y} + R_y = 6\,525\,095,97 + 0,37 = 6\,525\,096,34$$

$$\dot{x} = x + R_x = 4\,862\,572,74 - 0,63 = 4\,862\,572,11$$

Nekada je potrebno izvršiti oslobodjenje uticaja deformacije grafičkim načinom i to uradimo na sljedeći način:

Primjer za $\Delta_{\odot} 1401$

$$F = 0,0000\,8949$$

$\Delta y_m = y - y_m = -4,154$ km na grafikonu $R_y = \Delta y_m \cdot F = -0,37$

$\Delta x_m = x - x_m = +7,072$ km na grafikonu $R_x = \Delta x_m \cdot F = +0,63$

$$\dot{y} = y + R_y = 6\,525\,096,34 - 0,37 = 6\,525\,095,97$$

$$\dot{x} = x + R_x = 4\,862\,572,11 + 0,63 = 4\,862\,572,74$$

LITERATURA:

- [1] Borčić, Branko: »Gauss-Krügerova projekcija meridijanskih zona«, Geodetski fakultet, Zagreb, 1976. godine.
- [2] Muminagić, Abdulah: »Ispitivanje realnog geoida u Jugoslaviji« (disertacija) Geokarta, Beograd, 1971. godine.
- [3] Savezna geodetska uprava: »Pravilnik II-A dio — osnovni radovi na gradskom premjeru«, Beograd 1956. godine.