

Fadil Hodžić *

UDK 528.517:681.783.2
Stručni rad

KOMPARATOR I KALIBRACIJA DALJINOMJERA

1. UVOD

Pod pojmom KOMPARATOR podrazumijeva se poznata uslovno istinita veličina, sa kojom se upoređuju veličine dobijene nekim mjernim instrumentom kako bi se moglo, na osnovu upoređenja i njihovih odstupanja, donijeti ocjena ispravnosti i tačnosti instrumenta koji se TESTIRA.

Veličina komparatora obavezno treba da bude određena većom tačnošću nego što je tačnost testiranih instrumenata.

Komparator je potrebno redovno provjeravati i to sa više preciznih instrumenata najveće tačnosti raznih firmi. Ako postoji mogućnost preporučuje se istovremeno mjerenje sa instrumentom za određivanje uslovno istinite vrijednosti i instrumentom koji se testira, kako bi se zadovoljio i uslov da su mjerenja izvršena pod istim vremenskim prilikama. Ovo se naročito odnosi na komparatore za daljinomjere na čiju tačnost i te kako utiču atmosferske i temperaturne prilike.

2. KALIBRACIJA DALJINOMJERA

Kalibracijom daljinomjera utvrđujemo vrijednosti osnovnih parametara daljinomjera i to adicione konstante A i multiplikacione konstante $M = 1+B$. Ove parametre daju proizvođači i obično imaju okrugle vrijednosti ($A=0$ i $B=0$, tj. $M=1$). Tokom vremena usljed starenja dijelova daljinomjera, može doći do promjene tih parametara pa je daljinomjere potrebno češće kalibrirati.

Srednja greška mjerene dužine može se izraziti formulom

$$m = \pm(A + B \cdot D) \quad (1)$$

gdje A predstavlja dio greške nezavisan od dužine, a B dio greške proporcionalan sa dužinom.

Često se član B daje kao vrijednost na 1 km, što se bilježi sa **ppm**.

Tako ako je za neki daljinomjer $m = \pm(5\text{mm} + 5\text{ppm})$ dužinu od 1km izmjerit ćemo sa greškom od $m = \pm(5\text{mm} + 5\text{mm}) = \pm 10 \text{ mm}$.

Danas se proizvode daljinomjeri koji mogu dužine mjeriti sa srednjom greškom od ± 1 do $\pm 2\text{mm}$. Jedan od takvih preciznih daljinomjera je TC2002 firme Leica, kod koga se dužine mjere sa srednjom greškom $m = \pm(1\text{mm} + 1\text{ppm})$.

* Fadil Hodžić, inž.geod., Građevinski fakultet Sarajevo, E-mail fhodzic@utic.net.ba

3. RAČUNANJE PARAMETARA

Srednja kvadratna greška prema (1) predstavljena je formulom

$$m = \pm(A + B \cdot D) \quad (1)$$

Kalibracija se vrši tako da se izmjere dužine D_1, D_2, \dots, D_n i uporede sa etalonskim dužinama E_1, E_2, \dots, E_n i formiraju se razlike

$$\delta_i = E_i - D_i \quad (2)$$

Formula (1) usvoji se kao jednačina opažanja pa se za vrijednosti A i B odaberu približne vrijednosti A_0 i B_0 . Pomoću njih za svaku dužinu se sračuna približna srednja kvadratna greška

$$m_i^0 = A_0 + B_0 \cdot D_i \quad (3)$$

Sada možemo postaviti jednačinu

$$\delta_i + V_i = m_i^0 + \delta_A + \delta_B \cdot D_i \quad (4)$$

Odavde proističu jednačine grešaka

$$V_i = \delta_A + \delta_B \cdot D_i + f_i \quad (5)$$

gdje je

$$f_i = m_i^0 - \delta_i \quad (6)$$

Na osnovu jednačina (5) formiraju se normalne jednačine

$$\begin{aligned} [aa]\delta_A + [ab]\delta_B + [af] &= 0 \\ [ab]\delta_A + [bb]\delta_B + [bf] &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Rješenjem normalnih jednačina pronađu se δ_A i δ_B , pa se definitivne vrijednosti za A i B dobiju po formulama:

$$A = A_0 + \delta_A ; \quad B = B_0 + \delta_B \quad (8)$$

Napominje se da se za veličine A_0 i B_0 treba uzeti male veličine ali različite od nule.

Kada se sračuna B onda se multiplikaciona konstanta sračuna po formuli:

$$M = 1 + B/1.000.000 \quad (9)$$

3.1. OCJENA TAČNOSTI

Ocjenu tačnosti dobijamo po izrazima:

Za srednju grešku jediničnog mjerenja (dužine):
$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{n-2}} \quad (10)$$

Za srednju grešku adicione konstante:
$$m_A = \pm \frac{m_0}{\sqrt{[aa] - \frac{[ab]^2}{[bb]}}} \quad (11)$$

Za srednju grešku multiplikacione konstante:
$$m_M = \pm \frac{m_0}{\sqrt{[bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]}}} \quad (12)$$

Izravanjem smo dobili tražene parametre daljinomjera koji se kalibrira, adicione konstantu A sa srednjom greškom određivanja, multiplikacionu konstantu M sa srednjom greškom određivanja, srednju grešku jediničnog mjerenja (dužine) m_0 i popravljene dužine D_p . Da bi dobili popravljene dužine treba svaku mjerenu dužinu pomnožiti sa novom multiplikacionom konstantom i na tu vrijednost dodati novu adicione konstantu odnosno po izrazu:

$$D_{p_i} = D_{m_i} * M + A \quad (13)$$

3.2. UVOĐENJE NOVIH VRIJEDNOSTI ZA ADICIONU I MULTIPLIKACIONU KONSTANTU

Odluku o uvođenju novih vrijednosti za adicione i multiplikacionu konstantu donosimo na osnovu ocjene tačnosti izvršenih mjerenja, odnosno na osnovu srednjih grešaka nepoznatih. Ako su vrijednosti novih konstanti veće od dvostruke vrijednosti njihovih srednjih grešaka onda treba smatrati da su se parametri kalibriranog daljinomjera promijenili i obavezno ih treba uvesti kao nove konstante.

3.3. RAČUNSKI PRIMJER

Neka imamo šest etalonskih dužina koje su mjerene i daljinomjerom DI-3. Na osnovu jednačina (2) i (3) prema jednačini (6) računamo slobodne članove f_i . Za A_0 uzeto je 5 mm, a za B_0 uzeto je 4 mm. Dužine su uzete u km.

E_i	D_i	$\delta_i = -E_i \cdot D_i$ (mm)	$m_i^0 = \pm(A_0 + B_0 \cdot D_i)$	$f_i = m_i^0 - \delta_i$
144.111	144.105	6.00	5.57642000	-0.42358000
192.137	192.128	9.00	5.76851200	-3.23148800
240.157	240.153	4.00	5.96061200	1.96061200
288.184	288.179	5.00	6.15271600	1.15271600
336.223	336.215	8.00	6.34486000	-1.65514000
384.244	384.230	14.00	6.53692000	-7.46308000

Koeficijenti normalnih jednačina

V_i	a	b	f
V1	1	0.144105	-0.42358000
V2	1	0.192128	-3.23148800
V3	1	0.240153	1.96061200
V4	1	0.288179	1.15271600
V5	1	0.336215	-1.65514000
V6	1	0.384230	-7.46308000

Formiranje normalnih jednačina

	aa	ab	af	bb	bf
1	1	0.144105	-0.42358000	0.020766251	-0.061039996
2	1	0.192128	-3.23148800	0.036913168	-0.620859326
3	1	0.240153	1.96061200	0.057673463	0.470846854
4	1	0.288179	1.15271600	0.083047136	0.332188544
5	1	0.336215	-1.65514000	0.113040526	-0.556482895
6	1	0.384230	-7.46308000	0.147632693	-2.867539228
S=	6	1.58501	-9.65996000	0.459073238	-3.302886048

Rješavanje normalnih jednačina Gausovim algoritmom eliminacije

	a]	b]	f]
[a	6	1.585010000	-9.65996000
	1	0.264168333	-1.609993333
		0.459073238	-3.302886048
		-0.418709450	2.551855533

0.040363788	-0.751030515
1	-18.60654197

Iz rješenja sistema dobijeno je za: $\delta B = 18,60654197$,
 za: $\delta A = -0,264168333 \cdot 18,60654197 + 1.609993333 = -3,305265847$

Konačnu vrijednost adicione konstante dobijemo iz izraza (8):

$$A = A_0 + \delta A$$

$$A = 5\text{mm} - 3,305\text{mm}$$

$$\boxed{A = 1,695 \text{ mm}}$$

Vrijednost B dobijamo iz izraza (8):

$$B = B_0 + \delta B = 4\text{mm} + 18,60654197\text{mm} = 22,60654197 \text{ mm/1km}$$

a konačnu vrijednost multiplikacione konstante dobijemo iz (9):

$$M = 1 + B/1.000.000$$

$$\boxed{M = 1,00002260654197}$$

Ocjena tačnosti:

Da bi izvršili ocjenu tačnosti mjerenja potrebno je da se sračunaju popravke. One se računaju po formuli (5).

$$V_i = \delta A + \delta B D_i/1000 + f_i.$$

Nakon računanja popravaka V, u nastavku računa se [V] koja treba biti nula i [VV], na osnovu koje računamo srednje greške.

Kako je $\delta A = -3,305265847$, a $\delta B = 18,60654197$ slijedi računanje:

Di (mjereno)	f_i	$V_i = \delta A + \delta B D_i/1000 + f_i.$	VV
144.105	-0.42358000	-1.047550117	1.097361248
192.128	-3.23148800	-2.961916152	8.772947293
240.153	1.96061200	3.123763026	9.757895441
288.179	1.15271600	3.209464810	10.30066437
336.215	-1.65514000	1.295392660	1.678042144
384.230	-7.46308000	-3.619154227	13.09827732

	$\Sigma =$	0.000000000	44.70518781
--	------------	-------------	-------------

Srednja greška jediničnog mjerenja (dužine):

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{n-2}} = \pm \sqrt{\frac{44.7052}{4}} = \pm 3,3431 \text{ mm}$$

Srednja greška adicione konstante:

$$m_A = \pm \frac{m_0}{\sqrt{[aa] - \frac{[ab]^2}{[bb]}}} = \pm \frac{3,3431}{\sqrt{6 - \frac{1,58501^2}{0,459073238}}} = \pm 4,6027 \text{ mm}$$

Srednja greška multiplikacione konstante:

$$m_M = \pm \frac{m_0}{\sqrt{[bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]}}} = \pm \frac{3,3431}{\sqrt{0,459073238 - \frac{1,58501^2}{6}}} = \pm 16,640 \text{ mm}$$

Računanje popravljenih dužina

Popravljene dužine računaju se po formuli: $Dp_i = Dm_i * M + A$

Kako je $A = 1,695 \text{ mm}$, a $M = 1,00002260654197$, slijedi računanje:

Dm_i (m)	$Dp_i = Dm_i * M + A$ (m)	E_i (m)	$V_i = (Dp_i - E_i) / 1000$ (mm)
144.105	144.10995	144.111	-1.05
192.128	192.13404	192.137	-2.96
240.153	240.16012	240.157	3.12
288.179	288.18721	288.184	3.21
336.215	336.22430	336.223	1.30
384.230	384.24038	384.244	-3.62
		$\Sigma =$	0.00

Nakon što su dobijene popravljene dužine (D_{p_i}) upoređene su sa etalonskim vrijednostima (E_i), a za rezultat su dobijene popravke (V_i) čija je suma također jednaka nuli što je potvrda da su računanja dobro obavljena.

3.4. PROGRAM "KALIBDIS"

Za određivanje adicione i multiplikacione konstante daljinomjera, po izloženoj teoriji u poglavlju 3. napravljen je program sa nazivom "KALIBDIS". Program je testiran na više primjera koji su klasično riješeni, a ovdje je dat isti primjer koji je u poglavlju 3.3. klasično riješen.

Radilište: BAZA Geodetski zavod

Datum: 01.06.2000.g.

Program: "KALIBDIS"

ODREĐIVANJE ADICIONE I MULTIPLIKACIONE KONSTANTE DALJINOMJERA

Wild Di-3 No: Građevinski fakultet

U L A Z N I P O D A C I:

M J E R E N E D U Ź I N E:

Naziv dužine	Dužina u m.
D1	144.1050
D2	192.1280
D3	240.1530
D4	288.1790
D5	336.2150
D6	384.2300

ETALONSKE DUŽINE

Naziv et. duž.	Dužina u m.
ED1	144.11100
ED2	192.13700
ED3	240.15700

ED4	288.18400
ED5	336.22300
ED6	384.24400

SRAČUNATI PODACI:

ODSTUPANJA, POPRAVKE MJERENIH DUŽINA I POPRAVLJENE DUŽINE

Dužina	f u mm.	V u mm.	vA + vM u mm.	Pop.duž. u m.
D1	-6.00	1.05	4.95	144.10995
D2	-9.00	2.96	6.04	192.13404
D3	-4.00	-3.12	7.12	240.16012
D4	-5.00	-3.21	8.21	288.18721
D5	-8.00	-1.30	9.30	336.22430
D6	-14.00	3.62	10.38	384.24038

POPRAVKE, DEFINITIVNE KONSTANTE I SREDNJE GREŠKE

SREDNJA GREŠKA JEDINICE TEŽINE (DUŽINE) $m_0 = \pm 3.34$ mm.

Nepoznata	Popravka	Def.konstanta	Sred.greška.
ADICIONA:	1.694734 mm.	1.69 mm.	± 4.60 mm.
MULTIPLIKAC.:	22.606542 mm/1Km	1.0000226065	± 16.64 mm.

ZAKLJUČAK:

DOBIJENA VRIJEDNOST ADICIONE KONSTANTE JE ISPOD DVOSTRUKE VRIJEDNOSTI NJENE SREDNJE GREŠKE PA TREBA SMATRATI DA JE NEMA:
 $AC = 0$

DOBIJENA VRIJEDNOST MULTIPLIKACIONE KONSTANTE JE ISPOD DVOSTRUKE VRIJEDNOSTI NJENE SREDNJE GREŠKE PA TREBA SMATRATI DA JE OSTALA:

$$MC = 1$$

Ako popravljene dužine (zbog adicione i multiplikacione konstante) u istom primjeru uzmemo umjesto mjerenih i izvršimo izravnjanje (propustimo ponovo po programu KALIBDIS) za rezultat se dobije da je $A = 0$, za $M = 1$, popravke zbog adicione i

multiplikacione KONSTANTE za sve dužine iznose nula, pa im je i suma nula, dok su "V"-ovi jednaki "f"-ovima ali su suprotnog predznaka, što je još jedna potvrda da je izravnjanje dobro obavljeno kao i da je program KALIBDIS ispravan.

S R A Č U N A T I P O D A C I :

ODSTUPANJA, POPRAVKE MJERENIH DUŽINA I POPRAVLJENE DUŽINE

Dužina	f u mm.	V u mm.	vA + vM u mm.	Pop.duž. u m.
D1	-1.05	1.05	0.00	144.10995
D2	-2.96	2.96	0.00	192.13404
D3	3.12	-3.12	0.00	240.16012
D4	3.21	-3.21	-0.00	288.18721
D5	1.30	-1.30	-0.00	336.22430
D6	-3.62	3.62	-0.00	384.24038

POPRAVKE, DEFINITIVNE KONSTANTE I SREDNJE GREŠKE

SREDNJA GREŠKA JEDINICE TEŽINE (DUŽINE) $m_0 = \pm 3.34$ mm.

Nepoznata	Popravka	Def.konstanta	Sred.greška.
ADICIONA:	0.003205 mm.	0.00 mm.	± 4.60 mm.
MULTIPLIKAC.:	-0.012132 mm/1Km	0.9999999879	± 16.64 mm.

Z A K L J U Č A K :

DOBIJENA VRIJEDNOST ADICIONE KONSTANTE JE ISPOD DVOSTRUKE VRIJEDNOSTI NJENE SREDNJE GREŠKE PA TREBA SMATRATI DA JE NEMA:
 $AC = 0$

DOBIJENA VRIJEDNOST MULTIPLIKACIONE KONSTANTE JE ISPOD DVOSTRUKE VRIJEDNOSTI NJENE SREDNJE GREŠKE PA TREBA SMATRATI DA JE OSTALA:

$$MC = 1$$

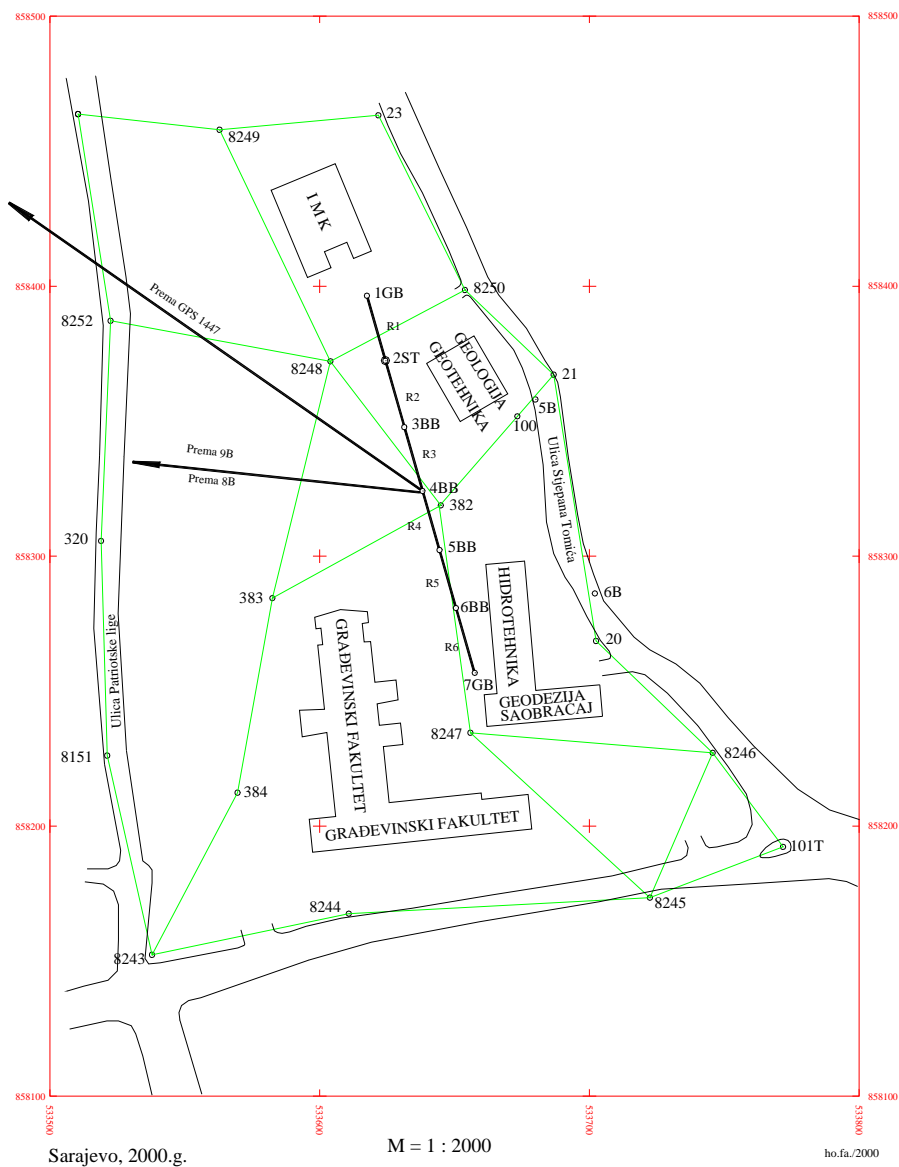
4. ISPITNA BAZA ZA DALJINOMJERE NA GRAĐEVINSKOM FAKULTETU U SARAJEVU

Ispitna baza za daljinomjere na Građevinskom fakultetu u Sarajevu je uspostavljena i stabilizirana 1980. godine. Pod rukovodstvom prof.dr Abdulaha

Muminagića, 1976. godine u Fakultetskom krugu izgrađena su tri stuba za potrebe studentske prakse iz Astronomije i Više geodezije.

Za početnu tačku baze uzet je jedan od stubova, a od njega su na jednom pravcu na rasponu od 24 m stabilizirane još četiri tačke, betonske piramidaste biljege BB

GEODETSKA MREŽA SA ETALONOM - BAZOM GRAĐEVINSKOG FAKULTETA



(dimenzija u vrhu 12x12 cm u osnovi 24x24 cm i visine 50 cm), da bi dobili bazu od četiri raspona po 24m ukupne dužine 96m. Dvije godine kasnije baza je produžena na početku i na kraju sa po jednim rasponom, tačke su stabilizovane sa biljegama tipa GB – gradska biljega (željezna, u betonu) čime je baza dobila sedam tačaka odnosno šest raspona sa ukupnom dužinom 144m.

Građevinski fakultet posjeduje komplet za bazisna mjerenja (24 m dužine precizna invarna pantljika, koloture, tegovi, markeri i dr.) firme Kern, kojim su se u okviru studentske prakse pod vodstvom prof. Muminagića i njegovih saradnika, svake godine vršila mjerenja baze.

Ova baza je sve do 1999. godine služila, osim kao poligon za bazisna mjerenja i kao ETALON za kalibraciju daljinomjera manjeg dometa. Tako je Građevinski fakultet daljinomjere D3 i D4 firme Wild, redovito ispitivao na ovoj bazi, svake godine, a naročito prije mjerenja koja su vršena u okviru izrade Studija o slijeganju u gradu Tuzli.

Danas, savremenim daljinomjerima je moguće mjeriti dužine do na nekoliko kilometara pa je za određivanje multiplikacione konstante ovakvih daljinomjera, potrebno imati etalone i većih dužina.

Nažalost baza Građevinskog fakulteta je prekratka da bi se na njoj mogli ispitivati parametri savremenih daljinomjera, pa su 2000. godine, uspostavljene u sklopu baze još tri tačke (nisu na pravcu dosadašnje baze), od kojih su dvije stabilizirane željeznim bolcnama u asfaltu (betonu) a treća je usvojena GPS tačka (stub), iznad stadiona Koševo. Ove tri tačke se dogledaju sa srednje (4BB) tačke baze (vidi skicu Geodetskih mreža, na prethodnoj strani).

Tako današnja baza Građevinskog fakulteta pored šest dužina (24m – 144m) ima i dužine D7 = 321m, D8 = 447m i D9 = 748 m.

Sa svih stajališta stare baze (1-7) se mjere dužine prema svim obostrano (sa svake na svaku) tako da iz mjerenja sa tačaka 1-7 imamo 21 mjerenu dužinu. Sa stajališta 4BB mjere se dužine prema tačkama 8B, 9B i GPS-1447 stubu, obavezno obostrano.

Ako se na ovakav način izvrše mjerenja preciznim daljinomjerom, nakon obrade mjerenja, dobijamo 24 vrijednosti dužina koje se mogu smatrati najvjerovatnijim vrijednostima i mogu služiti kao etalonske za upoređenje sa dužinama izmjerenim daljinomjerima koji imaju manju tačnost mjerenja.

5. PROCEDURA MJERENJA NA BAZI

5.1.PRIPREME ZA MJERENJA

Obzirom da su na ispitnoj bazi za daljinomjere Građevinskog fakulteta, od 10 stajališta samo 2 stajališta stubovi (8 stajališta su biljege u nivou terena), tako da se na ostalih 8 stajališta postavljaju stativi sa kojih će se vršiti mjerenja, to se pribor za centrisanje (optički viskovi) obavezno rektifikuje prije samog mjerenja.

U slučaju kada stajališta nisu stubovi, preporučivo je da se sa postavljenih stativa prvo izvrše mjerenja sa osnovnim – preciznim instrumentom (TC2002), a potom sa

instrumentom koji se kalibrira, kako bi se uvjet prisilnog centrisanja u potpunosti zadovoljio (mjerenja sa istih stativa – tačaka).

Kako prije mjerenja u instrumente unosimo podatke o atmosferskim i temperaturnim prilikama, to je i još jedan razlog više za potrebom da se mjerenja vrše jednim zatim drugim instrumentom, kako bi se zadovoljio i uslov istih atmosferskih prilika i unešenih parametara u instrumente za određivanje ppm vrijednosti (popravka zbog atmosferskih prilika po 1 km koju instrument sam uzima u obzir pri mjerenju dužina).

Za mjerenja u svrhu jedne kalibracije na bazi Građevinskog fakulteta potrebna su:

- dva geodetska stručnjaka
- četiri pomagača – figuranta
- osnovni precizni instrument (treba imati termometar i barometar)
- instrument koji se kalibrira
- osam stativa
- četiri prizme
- šest kutija markica (rektifikovanih optičkih viskova)
- dva centralna vijka (za postavljanje na stubove + tuljak)
- jedan ambrel (suncobran)
- jedan automobil

Napomena: Barometar sa kojim se radi treba da bude prethodno baždaren u Meteorološkom zavodu BiH.

5.2. TOK MJERENJA

Na stajalištu 4BB (srednja tačka na bazi) postavi se stativ sa prizmom i usmjeri prema stajalištu 8B. Na bazi ostaju jedan stručnjak i jedan pomoćnik. U automobil idu jedan stručnjak i tri pomagača sa dva instrumenta, dva stativa, tri kutije markica, tri prizme jedan centralni vijak sa tuljkom i ambrel.

Na stajalištu 8B se postavi osnovni instrument TC2002 (obavezno se koristi ambrel), termometar se postavi da poprime temperaturu zraka. Nakon izvjesnog vremena očita se pritisak i temperatura zraka. Na osnovu pritiska i temperature odredi se pomoću grafikona kolika je popravka PPM i unese se u instrument. Na nekim instrumentima se unose pritisak i temperatura pa on sam sračuna i postavi kao važeću vrijednost PPM.

Ako se radi sa originalnim prizmama koje idu za vrstu instrumenta kojim radimo treba i taj podatak postaviti u instrument, a ako je neodgovarajuća treba znati njenu adiciju konstantu (mm) i unijeti je u instrument.

Zatim treba navizirati na prizmu prema 4BB, izvršiti mjerenja nekoliko puta (mjerenja registrovati i pisati u zapisnik). Ako se rade visinske razlike onda je potrebno u instrument unijeti ili zapisati visinu instrumenta i visinu reflektora.

Isto se uradi i sa instrumentom koji se kalibrira. Zatim se na stativ postavi prizma i usmjeri prema 4BB. Jedan pomoćnik ostaje na ovoj stanici, a instrumenti prelaze na 9B. Stručnjak koji se nalazi na 4BB okreće prizmu prema 9B (ovo se dogovori). Sa ovog stajališta se uradi sve kao na predhodnom stajalištu. Također se sve uradi i na stajalištu GPS-stubu gdje ostaje treći pomagač. Instrumenti odlaze na bazu odnosno na tačku 4BB.

Na stajalištu (4BB) se kontrolišu pritisak i temperatura zraka, po potrebi se registruju, a zatim se izvrše mjerenja prema prizmama koje su ostavljene (prema 8B, 9B i GPS-stubu), sa obadva instrumenta.

Jedan stručnjak sa automobilom poveže instrumentarij i pomagalice sa 8B, 9B i GPS i prelaze na bazu.

Na tačkama baze se postave stativi sa prizmama (voditi računa da glave stativa budu na približno istim visinama (radi dogledanja). Na prvu tačku 1GB se postavi osnovni instrument, izvrše se mjerenja prema svim tačkama baze, zatim se isto obavi sa drugim instrumentom. Prilikom mjerenja radi se sa jednom prizmom koja se prenosi (vadi iz postolja) redom na sve tačke. U vidnom polju instrumenta ne smije biti nikakvih markica ili drugih prizama osim one na koju se vrši mjerenje.

Mjerenja (registrovanje i zapisivanje) se izvrše na svakom narednom stajalištu sa oba instrumenta. Obavezno je mjerenje dužina raditi i u obratnom smjeru tj. mjerenja vršiti sa svake na svaku tačku obostrano.

Nakon mjerenja pristupa se prenošenju mjerenih podataka iz instrumenta u računar, zatim se pristupa sređivanju mjerenja (računaju se sredine iz svih mjerenja), da bi se dobile srednje vrijednosti mjerenja.

Mjerene vrijednosti sa osnovnim instrumentom se upoređuju sa predhodnim vrijednostima (etalonskim, radi kontrole etalona).

Dobijene vrijednosti iz mjerenja osnovnim instrumentom postaju etalonske za kalibraciju instrumenta koji se ispituje, nakon čega se pristupa izravanju po strogoj metodi, odnosno po programu "KALIBDIS".

Slijedi primjer kalibracije daljinomjera TC303 firme Leica (nekorišten – nov) sa osnovnim daljinomjerom TC2002.

Radilište: BAZA Građevinski fakultet Sarajevo

Datum: 01.06.2000.g.

Program: KALIBDIS

ODREĐIVANJE ADICIONE I MULTIPLIKACIONE KONSTANTE ELEKTRONSKOG DALJINOMJERA

TC303-(S.M.)

U L A Z N I P O D A C I:

M J E R E N E D U Ź I N E:

Naziv dužine	Dužina u m.
D1	24.0730
D2	48.0090
D3	72.0290

D4	95.9555
D5	119.9710
D6	143.9150
D7	23.9360
D8	47.9560
D9	71.8825
D10	95.8980
D11	119.8420
D12	24.0200
D13	47.9465
D14	71.9620
D15	95.9060
D16	23.9265
D17	47.9420
D18	71.8860
D19	24.0155
D20	47.9595
D21	23.9440
D22	321.3739
D23	447.3646
D24	748.3898

ETALONSKE DUŽINE

Naziv et. duž.	Dužina u m.
ED1	24.07375
ED2	48.00965
ED3	72.02930
ED4	95.95600
ED5	119.97155
ED6	143.91545
ED7	23.93635
ED8	47.95600
ED9	71.88270
ED10	95.89805
ED11	119.84235
ED12	24.01970
ED13	47.94650
ED14	71.96200
ED15	95.90630
ED16	23.92665
ED17	47.94195
ED18	71.88660
ED19	24.01540
ED20	47.96005
ED21	23.94455
ED22	321.37390

ED23	447.36460
ED24	748.38980

SRAČUNATI PODACI:

ODSTUPANJA, POPRAVKE MJERENIH DUŽINA I POPRAVLJENE DUŽINE

Dužina	f u mm.	V u mm.	vA + vM u mm.	Popr.duž. u m.
D1	-0.75	0.47	0.28	24.07328
D2	-0.65	0.38	0.27	48.00927
D3	-0.30	0.04	0.26	72.02926
D4	-0.50	0.25	0.25	95.95575
D5	-0.55	0.31	0.24	119.97124
D6	-0.45	0.22	0.23	143.91523
D7	-0.35	0.07	0.28	23.93628
D8	0.00	-0.27	0.27	47.95627
D9	-0.20	-0.06	0.26	71.88276
D10	-0.05	-0.20	0.25	95.89825
D11	-0.35	0.11	0.24	119.84224
D12	0.30	-0.58	0.28	24.02028
D13	0.00	-0.27	0.27	47.94677
D14	0.00	-0.26	0.26	71.96226
D15	-0.30	0.05	0.25	95.90625
D16	-0.15	-0.13	0.28	23.92678
D17	0.05	-0.32	0.27	47.94227
D18	-0.60	0.34	0.26	71.88626
D19	0.10	-0.38	0.28	24.01578
D20	-0.55	0.28	0.27	47.95977
D21	-0.55	0.27	0.28	23.94428
D22	0.00	-0.16	0.16	321.37406
D23	0.00	-0.10	0.10	447.36470
D24	0.00	0.03	-0.03	748.38977

POPRAVKE, DEFINITIVNE KONSTANTE I SREDNJE GREŠKE

SREDNJA GREŠKA JEDINICE TEŽINE (DUŽINE) $m_o = \pm 0.28$ mm.

Nepoznata	Popravka	Def.konstanta	Sred.greška.
ADICIONA:	0.295334 mm.	0.30 mm.	± 0.07 mm.

MULTIPLIKAC.: $-0.432853 \text{ mm/1Km} \quad 0.9999995671 \quad \pm 0.35 \text{ mm.}$

Z A K L J U Č A K :

ADICIONA KONSTANTA JE: $AC = 0.3 \text{ mm.}$

VRIJEDNOST MULTIPLIKACIONE KONSTANTE JE ISPOD DVOSTRUKE
VRIJEDNOSTI NJENE SREDNJE GREŠKE PA TREBA SMATRATI DA JE OSTALA:

$MC = 1$

Literatura

- 1 Kapetanović N.; Skraćeni postupak za računanje odsječaka osnovice i adicione
Hodžić F.: konstante daljinomjera, Geodetski list 7-9/1975.
- 2 Kapetanović N.; Über die Veränderlichkeit der Parameter des elektrooptischen
Hodžić F.: Streckenmessgerätes EOS, Vermessungstechnik 4/1976.
- 3 Kapetanović N.: Kalibracija elektrooptičkih daljinomjera, Glasnik dec.1983.
- 4 Muminagić A.: Viša geodezija I, Sarajevo 1981.
- 5 Pašalić i drugi : Studija o ispitivanju deformacija terena na rudniku soli
"Tušanj" u Tuzli, Sarajevo 1987.
- 6 Pašalić S.: Račun izravnjanja, Sarajevo 1989.

Sažetak

U članku se razmatra problem komparatora i kalibracije elektro-optičkog daljinomjera. Daje se tumačenje i numerički primjeri (računato klasično i po napravljenom programu), kalibracije daljinomjera kako se to danas vrši na Odsjeku za geodeziju Građevinskog fakulteta u Sarajevu.

COMPARATOR AND ADJUSTMENT OF EDM

Abstract

The comparator problem and the calibration of the instrument for electro-optical distances meserment (EDM) have been considering in this article. The explanation and the

numerical examples (the evaluation by the classical way and using own software) of the calibration of EDM, by the method used at the Godesy Department of Civil Engineering Faculty in Sarajevo, have been given.