

Paralatičko mjerenje dužina instrumentom Redta 002

Kiro STOJANOSKI — Skopje

Veoma dobri rezultati primjenom paralaktičkog mjerenja dužina mogu se postići ako se ima na raspolaganju sekundni teodolit sa ugrađenim optičkim viskom, bazisna invar letva koja je praktički potpuno neosjetljiva na promjenu temperature, te pribor koji omogućava tzv. prisilno i precizno centriranje instrumenata, bazisne letve i signalnih značaka. Svakako, osim toga, potrebno je i potpuno teoretsko poznavanje same metode rada, kao i vođenje računa o djelovanju pogrešaka, naročito onih sistematskog karaktera.

Sekundne teodolite i bazisne letve izrađuju poznate tvornice kao što su: Askania, Galileo, Kern, Carl Zeiss Jena, Carl Zeiss Oberkochen i Wild. Bazisne letve, specijalno namijenjene za precizno paralaktičko mjerenje dužina, konstruirane su iz dva dijela koji se mogu preklapati oko vertikalne ili horizontalne osovine. Tvornica Carl Zeiss Jena, za razliku od drugih, osim bazisne invar letve Bala 2M izrađuje i bazisnu letvu od jednog komada, koja je poznata pod nazivom Redta letva 2,09 m. Redta letva 2,09 m namijenjena je za optičko mjerenje dužina pomoću dvije slike, ali se može koristiti i za paralaktičko mjerenje dužina U jednom i drugom načinu mjerenja dužina koristi se, dakako, instrument Redta 002. Međutim, Redta 002 ne spada u sekundne teodolite, a pripadajuća mu letva mijenja vlastitu dužinu pod utjecajem temperaturnih promjena. Naime, podatak kod Redta 002 iznosi 6" i to sa procjenjivanjem. Pa, ipak, pomenuta tvornica naglašava da se repeticionom metodom mjerenja kuteva, pri čemu je dovoljna općenito trostruka repeticija, može postići srednja točnost mjerenog kuta od $\pm 1''$ do $\pm 2''$.

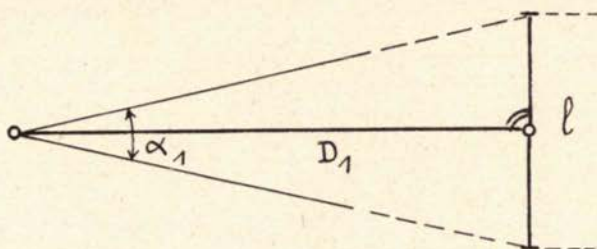
Prije nego se nastavi sa daljnjim izlaganjem koje će se odnositi na paralaktičko mjerenje dužina instrumentom Redta 002 i Redtinom letvom 2,09 m, neće biti suvišno da se naglasi da je u prvim počecima paralaktičko mjerenje dužina nailazilo na prilične poteškoće obzirom na točnost koja se trebala postići unatoč tome što su upotrebljavani sekundni teodoliti i specijalne invar letve. Te poteškoće u prvom redu odnosile su se na unutrašnje nepravilnosti djelovanja optičkog mikrometra koje su po svojem iznosu mogle dostići do $\pm 3''$. Nadalje, nepoznavanje tačne dužine bazisnih letava, kao i nedovoljno još usavršeni pribor za prisilno centriranje, bili su također jedni od uzroka što se nisu mogli dobivati posve zadovoljavajući rezultati.

Tokom vremena, ipak, ovaj način mjerenja dužina potpuno se afirmirao. Naime, za vrijeme mjerenja vodilo se računa o metodi mjerenja paralaktičkih kuteva, o uvođenju u rezultate mjerenja kuteva tzv. run korekcije, o konstruktivnim nedostacima bazisnih letava, o osobnim pogreškama opservatora, a napose i o postupcima samoga mjerenja, koji su u vezi sa dužinom koja se mjeri.

Uzimajući u obzir izloženo može se zaključiti da paralaktičko mjerenje dužina nije tako jednostavna geodetska operacija. Zato se nameće pitanje da li je uopće moguće postići dobre rezultate ako se za paralaktičko mjerenje dužina upotrebi umjesto sekundnog teodolita, instrument u kojem je podatak očitovanja 1' sa procjenjivanjem 6", te umjesto bazisne invar letve, drvena letva koja je obložena čeličnim limom.

Odgovor na postavljeno pitanje, koji eventualno može biti nepotpun, iz razloga koji će kasnije biti naveden, upravo je i svrha ovog članka.

Tvornica Carl Zeiss Jena prakticira da uz instrument Redta 002 isporučuje kupcima Redtinu garnituru za prisilno centriranje, koja je označena kao garnitura 1. Osim te garniture mogu se naručiti i one koje nose brojeve 2, 3 i 4. Za paralaktičko mjerenje dužina dovoljna je garnitura označena sa brojem 1, koja se sastoji od: 2 potporne cijevi s nosačima za letvu, 3 tronošca,



Sl. 1

3 viska na konopu, 1 drvenog okućja za pomenute dijelove, 2 Redta letve 2,09 m, 1 transportnog sanduka za 2 letve za Redtu 002 i 3 stativa. Međutim, mora se napomenuti da je ova garnitura tek tada kompletna ako se naruče još i slijedeći dodatni uređaji: optički visak, signalne značke za viziranje, te eventualno pribor za osvjetljavanje kod noćnog rada.

Obzirom da se uz instrument Redta 002 raspolagalo samo sa garniturom 1, to su ispitivanja vršena bez signalnih značaka i bez dodatnog uređaja za optičko centriranje. Naime, prema tvorničkom podatku centriranje krutim viskom može se izvršiti sa točnošću od ± 1 mm. Viziranje se, opet, umjesto na signalnu značku, može izvršiti na potpornu cijev, ili, pak, na kruti visak.

Da bi prikaz u ovom članku bio cjelovitiji, u nastavku će biti prikazani osnovni postupci koji se primjenjuju kod paralaktičkog mjerenja dužina. Ti postupci, koji su u zavisnosti od veličine dužine koja se mjeri, su slijedeći:

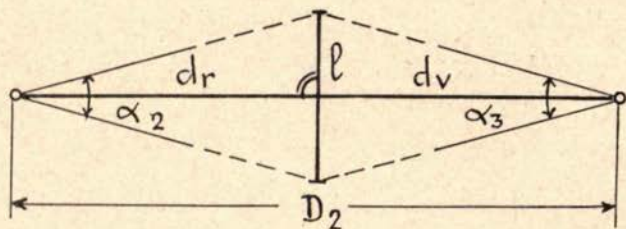
a) *Bazisna letva na kraju dužine koja se mjeri.* — Instrument se nalazi na drugoj krajnjoj tački dužine, sl. 1. Mjerenjem paralaktičkog kuta α , horizontalna dužina D_1 računa se po formuli

$$D_1 = \frac{l}{2} \cotg \frac{\alpha_1}{2},$$

a srednja pogreška dužine, m_{D1}

$$m_{D1} = \pm \frac{m\alpha}{l_0} \cdot D_1^2.$$

b) *Bazisna letva u sredini dužine koja se mjeri.* — Bazisna letva se postavlja u sredini dužine AB (sl. 2), te se oba dva dijela mjere kao pod a).

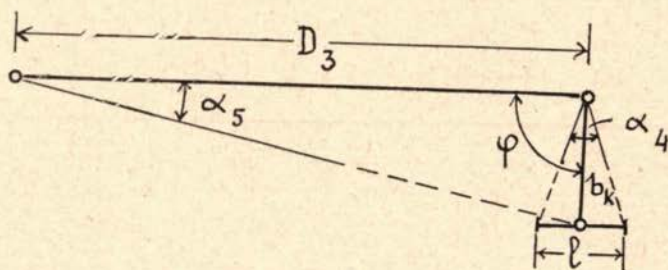


Sl. 2

$$D_2 = d_r + d_v = \frac{l}{2} \left(\cotg \frac{\alpha_2}{2} + \cotg \frac{\alpha_3}{2} \right).$$

Uz pretpostavku da je $\alpha_2 = \alpha_3$ i $d_r = d_v$ srednja pogreška ukupne dužine sračunat će se po formuli

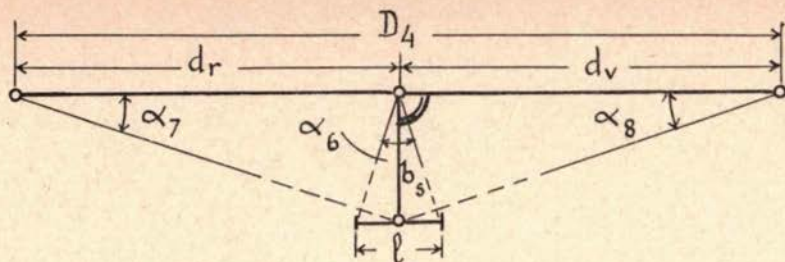
$$m_{D2} = \frac{D_2^2}{l \sqrt{8}} \cdot \frac{m\alpha}{\rho}.$$



Sl. 3

c) *Mjerenje dužine pomoćnom bazom na krajnjoj tački.* — Pomoćna baza b_k (sl. 3), postavlja se na kraju dužine pod približno pravim kutem. Prema teoretskim zahtjevima dužina pomoćne baze treba da iznosi

$$b_k = \sqrt{D_3}.$$



Sl. 4

Paralaktičke kuteve α_4 i α_5 treba mjeriti istom tačnošću, dok kut φ dovoljno je mjeriti u jednom girusu.

Dužina pomoćne baze sračunat će se po formuli

$$b_k = \frac{l}{2} \cotg \frac{\alpha_4}{2},$$

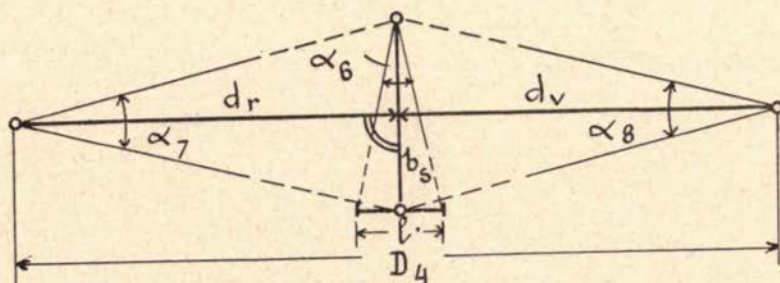
pa će dužina D_3 biti

$$D_3 = \frac{l \sin(\varphi + \alpha_5)}{\sin \alpha_5}.$$

Uz pretpostavku da je α_4 sa velikom približnošću jednako α_5 , a to će biti ako je $b_k = \sqrt{l D_3}$, tada će srednja pogreška dužine D_3 biti

$$m_{D_3} = \frac{m\alpha}{\varrho} \sqrt{\frac{2D_3^3}{l}}.$$

d) *Mjerenje dužine pomoćnom bazom u sredini.* — Pomoćna baza dužine $b_s = 0,6 \sqrt{l D_4}$, postavlja se u sredinu dužine D_4 pod pravim kutem pomoću prizme (sl. 4 ili sl. 5).



Sl. 5

Dužina pomoćne baze se računa po formuli

$$b_s = \frac{l}{2} \cotg \frac{\alpha_6}{2}.$$

dok se dužina D_4 za raspored prema slici 4 računa po formuli

$$D_4 = b_s (\cotg \alpha_7 + \cotg \alpha_8).$$

prema slici 5

$$D_4 = \frac{b_s}{2} \left(\cotg \frac{\alpha_7}{2} + \cotg \frac{\alpha_8}{2} \right),$$

Uz pretpostavku da je pomoćna baza u sredini, tj. da je $\alpha_7 = \alpha_8 = \alpha$, te da su kutevi mjereni jednakom tačnošću, tj. $m\alpha_7 = m\alpha$, tada će srednja pogreška dužine biti

$$m_{D_4} = \pm \frac{m\alpha}{\rho} \sqrt{\frac{D_4^3}{l\sqrt{2}}}.$$

Na osnovi datih formula za računanje srednje pogreške mjerene dužine, za vrijednosti $l = 2 \text{ m}$ i $m\alpha = \pm 1''$, sastavljena je slijedeća tablica:

Tablica br. 1

Postupak dužina D	a) Letva na kraju m_{D_1}	b) sredini Letva m_{D_2}	c) Pomoćna baza na kraju m_{D_3} b_k	d) Pomoćna baza u sredini m_{D_4} b_s
m	cm	cm	cm m	cm m
50	0,6			
80	1,6	0,6		
100	2,4	0,9	0,5 14	
150	5,4	2,0	0,9 17	0,6 11
200		3,4	1,4 21	0,8 13
300	9,7	7,6	2,5 25	1,6 15
400		14	3,9 29	2,4 17
500			5,4 33	3,0 19
800			11 42	6,5 24
1000			14 45	9,3 27

Na primjer, za postupak pod a), za $l = 2 \text{ m}$, $m\alpha_1 = 1''$; $D_1 = 100 \text{ m}$ bit će:

$$m_{D_1} = \pm \frac{m\alpha_1}{\rho} \cdot D_1 = \frac{1''}{2.206265} \cdot 100 \text{ m}^2 = \pm 0,024 \text{ m} = \pm 2,4 \text{ cm}.$$

$$m_{D_1}^2 = \pm 0,024 \text{ m} = \pm 2,4 \text{ cm}.$$

U tablici podvučene vrijednosti ukazuju na orijentaciju u pogledu odabiranja najpriklijanijeg postupka prilikom paralaktičkog mjerenja dužina u pod-

ručjima od 0 do 800 m. Najprikladniji postupci za različita područja su, naime slijedeći:

Postupak	Područje
a) Letva na kraju	do 100 m
b) Letva u sredini	100 do 200 m
c) Pomoćna baza na kraju	200 do 400 m
d) Pomoćna baza u sredini	400 do 800 m

Međutim, kako je već pomenuto, srednja tačnost mjerenog kuta može dostići i vrijednost od $\pm 2''$. U tom slučaju vrijednosti za m_b će biti udvostručene. Sastavi li se tablica i za ovaj slučaj, kada je $m_a = \pm 2''$, to će njen izgled biti slijedeći.

Tablica br. 2

Postupak dužina D	a) Letva na kraju m_{D1}	b) Letva u sredini m_{D2}	c) Pomoćna baza na kraju m_{D3} b_k		d) Pomoćna baza u sredini m_{D4} b_s	
	cm	cm	cm	m	cm	m
m	1,2	1,2				
50	3,2	1,2				
80	4,8	1,8	1,0	14		
100						
150	10,8	4,0	1,8	17	1,2	11
200		6,8	2,8	21	1,6	13
300	19,4	15,2	5,0	25	3,2	15
400		28,0	7,8	29	4,8	17
500			10,8	33	6,0	19
800			22,0	42	13,0	24
1000			30,0	45	18,6	27

Iz tablice br. 2 se vidi da se mogu postići dobri rezultati i u slučaju kada je $m_a = \pm 2''$, ali je tada potrebno umjesto postupka a) primijeniti postupak b), umjesto postupka b) — postupak c), umjesto postupka c) — postupak d) — neki složeniji postupak. To, opet, nije u skladu sa ekonomičnošću, koja se zahtijeva kod ove metode mjerenja dužina.

Obzirom da se tačnost mjerenja dužina izražava i relativnom pogreškom, tj. u obliku datog mjerila, 1:M, bit će praktično ako se tablice br. 1 i br. 2 sastave tako da je m_b izraženo upravo relativnom pogreškom dužine. Naime time se dobija zornija orijentacija glede odabiranja odgovarajućeg postupka

za pojedine dužine, vodeći pri tomu računa i za ekonomičnost u radu. Izgled tablice br. 3 u kojoj je za modul M izvršeno izvjesno zaokruživanje je slijedeći.

Tablica br. 3

Postupak dužina D	a) Letva na kraju	b) Letva u sredini	c) Pomoć. baza na kraju	d) Pomoć. baza u sredini
	1 : M za $m\alpha = 1''$ 1 : M za $m\alpha = 2''$			
m	1:8300			
50	1:4150			
80	1:5000	1:13300		
	1:2500	1: 6650		
	1:2500	1:11100	1:20000	
100	1:2100	1: 5550	1:10000	
150	1:2800	1: 7500	1:16700	1:28000
	1:1400	1: 3750	1: 8350	1:11400
200	1:2100	1: 5900	1:14400	1:25000
	1:1050	1: 2950	1: 7200	1:12500
300		1: 3900	1:12000	1:18800
		1: 1950	1: 6000	1: 9400
400		1: 2900	1:10300	1:16700
		1: 1450	1: 5150	1: 8350
500			1: 9300	1:16700
			1: 4650	1: 8350
800			1: 7300	1:12300
			1: 3650	1: 6150
1000			1: 6700	1:10800
			1: 3350	1: 5400

Ako se kao donja granica tačnosti uzme 1:5000, koja se zahtijeva prilikom određivanja glavnih strana u poligonometriji IV reda, tada će za različita područja biti primjenljivi slijedeći postupci:

Postupak	Područje
a) Letva na kraju	—
b) Letva u sredini	do 100 m
c) Pomoćna baza na kraju	100 do 400 m
d) Pomoćna baza u sredini	400 do 800 m

Međutim valja naglasiti da će i ekonomičnost u radu biti smanjena, jer će biti potrebno izvršiti veći broj operacija nego što je slučaj kada je $m\alpha = 1''$.

Uz pretpostavku da će se repeticionim postupkom mjerenja paralaktičkih kuteva postići da se $m\alpha$ nalazi u granicama između $\pm 2''$ i $\pm 1''$ interesantan će biti i izgled tablice br. 4 koja nastaje time što su za pojedine vrijednosti m_0 iz tablice br. 1 sračunate dužine D i to za $m\alpha = \pm 2''$ i $m\alpha = 1''$. (Sračunate dužine za $m\alpha = 1''$ preuzete su iz tablice br. 1).

Tablica br. 4

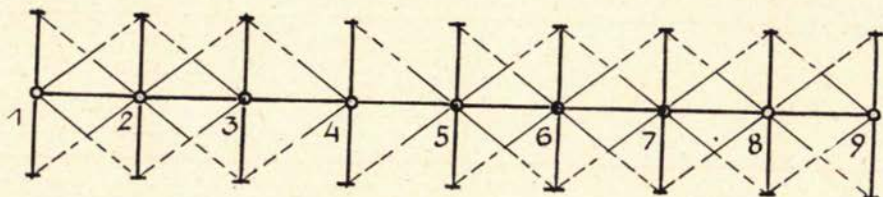
P O S T U P A K											
a) Letva na kraju			b) Letva u sredini			c) Pomoćna baza na kraju			d) Pomoćna baza u sredini		
Dužina D			Dužina D			Dužina D			Dužina D		
za $m\alpha = 2''$		$m_{D1} =$	za $m\alpha = 1''$		$m_{D3} =$	za $m\alpha = 2''$		$m_{D2} =$	za $m\alpha = 1''$		$m_{D4} =$
m	m	cm	m	m	cm	m	m	cm	m	m	cm
35	50	0,6									
57	80	1,6	59	80	0,6						
70	100	2,4	72	100	0,9	64	100	0,5			
106	150	5,4	108	150	2,0	95	150	0,9	94	150	0,6
141	200	9,7	141	200	3,4	128	200	1,4	124	200	0,8
			211	300	7,6	188	300	2,5	198	300	1,6
			286	400	14,0	253	400	3,9	259	400	2,4
						314	500	5,4	298	500	3,0
						505	800	11,0	503	800	6,5
						621	1000	14,0	638	1000	9,3

Iz tablice br. 4 se vidi da su dužine D kada je $m\alpha = 2''$ umjesto $1''$ za postupke pod a) i b) manje za oko 1,4 puta, a za postupke pod c) i d) za oko 1,6 puta. Na primjer, ako se želi za postupak pod a) postići tačnost od 0,6 cm, tada za $m\alpha = \pm 2''$ i $l = 2$ m, dužina D će iznositi 35 m, tj. letva se mora postaviti u odnosu na instrument na rastojanju od 35 m, a ne na rastojanju

od 50 m što bi to bio slučaj ako je $m\alpha = 1''$. Ostali primjeri za različite m_D i različite postupke vide se iz priložene tablice.

Međutim, potrebno je ustanoviti da li se prilikom mjerenja paralaktičkih kuteva instrumentom Redta 002 može postići da $m\alpha$ bude u granicama od $1''$ do $2''$, upotrebom repeticione metode, kako to tvornica preporuča, ili pak prelazi te granice. U tu svrhu izvedena su ispitivanja na poljskom komparatoru (osnovici), koji se nalazi pored ivice asfaltiranog puta ispred gradskog stadiona u Skopju. Dužina čitavog komparatora iznosi oko 400 m, a sastoji se od 9 solidno stabiliziranih mesinganih šipki na međusobnoj udaljenosti od oko 50 m. Oznake na mesinganim šipkama su u obliku fino urezanih krstića. Dužina poljskog komparatora izmjerena je invarnom pantljkikom s relativnom greškom od 1:400 000.

Program ispitivanja obuhvatio je mjerenje posebno svake dužine između pojedinih tačaka poljskog komparatora (sl. 6) primjenjujući pri tomu postupak paralaktičkog mjerenja bazisnom letvom na kraju dužine (postupak a tabela 4). Time je ujedno izveden i onaj način mjerenja dužina koji se primjenjuje kada je potrebno neku dužinu izmjeriti diobom na više jednakih dijelova, što se inače prakticira u uskim ulicama, usjecima, tunelima, kao i u šumskim kompleksima gdje su šumska stabla velike debljine, a krčenje prostora za pomoćnu bazu bi prouzrokovalo veliki gubitak u vremenu i oštećenje same šume.



sl. 6

Prilikom mjerenja dužina od tačke 1 do tačke 9 upotrebljena su 3 stativa. Centriranje je namjerno vršeno običnim viskovima umjesto krutim. Paralaktički kutevi mjerili su se u 8 umjesto u 6 ponavljanja, tj. po 4 u prvom i drugom položaju durbina.

Vodeći računa o zahtjevima koji se postavljaju za ovaj način mjerenja dužina dobiveni podaci izloženi su u tablici br. 5.

Tablica br. 5

3. i 4. IX 1971. t = +20°C do + 28°C, opservator: Stojanoski

Dužina od—do	Paralakt. kut α	t	Dužine d_k komparatora	Dužine d_p paralakt.	$\delta = \mu = = d_k - d_p$
1—2	2°19'34",50	27°C	50,0210	50,0205	+0,05
2—1	2°17'35",25	25°C	50,0210	50,0146	+0,64
2—3	2°17'36",00	25°C	50,0130	50,0104	+0,26
3—2	2°17'36",75	25°C	50,0130	50,0059	+0,71
3—4		nije mjerena radi prepreke			
4—3	2°17'34",50	26°C	50,0110	50,0200	-0,90
4—5		nije mjerena radi prepreke			
5—4	2°17'35",25	21°C	50,0120	50,0128	-0,08
5—6	2°17'36",75	20°C	50,0040	50,0031	+0,09
6—5	2°17'35",25	20°C	50,0040	50,0121	-0,81
6—7	2°17'35",25	20°C	50,0160	50,0121	+0,39
7—6	2°17'34",50	22°C	50,0160	50,0178	-0,18
7—8	2°17'36",00	21°C	50,0060	50,0082	-0,22
8—7	2°17'34",50	21°C	50,0060	50,0173	-1,13
8—9	2°17'41",25	20°C	49,9870	49,9758	+1,12
9—8	2°17'39",00	22°C	49,9870	49,9906	-0,36

$$[\delta] = -0,42 \quad [\delta] = 5,3582$$

U tablici 5 razlike $d_k - d_p$ mogu se smatrati kao razlike dvaju mjerenja, pomoću kojih se mogu izračunati koeficijenti utjecaja sistematskih i slučajnih pogrešaka po poznatim formulama

$$\lambda = \frac{[\delta]}{[d]} \quad ; \quad \mu = \sqrt{\frac{[\delta^2]}{(2n-1)}}$$

gdje je $\delta_i = d_i - \lambda d_i$ t. j. razlika dvostrukih mjerenja oslobođena utjecaja sistematskih pogrešaka. U koliko je λ manji od 0,0001, mogu se za računanje koeficijenta μ uzeti neposredno razlike mjerenja δ po formuli

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[p \delta^2]}{2n}} \quad \text{gdje je } p = \frac{1}{d}, \text{ a } n = 14$$

Kako je koeficijent utjecaja sistematskih pogrešaka veoma mali $\lambda = 0,0000006$, prema gornjoj formuli bit će

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{5,3582}{2.14.50}} \quad \mu = \pm 0,06186/\text{cm} \quad \mu = \pm 0,000619/\text{m}$$

Srednja pogreška mjerenja pojedinog odsječka bit će $m_d = \mu \sqrt{d}$, t. j. za dužinu $d = 50 \text{ m}$

$$m_d = \pm 0,0044 \text{ m}$$

ili u relativnom obliku

$$\frac{m_d}{d} = \frac{1}{11400}$$

Srednja relativna pogreška pojedinih odsječaka mjerenih paralaktički izražena je formulom

$$\frac{m_d}{d} = \frac{m''\alpha}{\rho} \frac{d}{l}$$

Iz ove formule može se sada izračunati srednja pogreška mjerenja kuta

$$m\alpha = \frac{1}{11400} \frac{2\rho''}{50}$$

$$m\alpha = \pm 0,7''$$

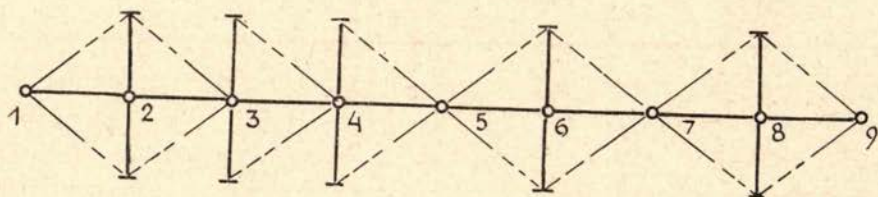
Gornji rezultati pokazuju, da je pri ovim ispitivanjima postignuta veća tačnost, nego što se predviđa prema tablici br. 1, u kojoj su vrijednosti za m_{D_1} sračunate uzimajući da je $m\alpha = 1''$.

I ako su ovi podaci dobiveni mjerenjem na komparatoru, gdje broj mjerenja možda nije dovoljno reprezentativan uzorak, ipak podaci u tablici broj 5 omogućuju da se dobije uvida u tačnost paralaktičkog mjerenja dužina primjenom ovog pribora za slučaj podjele dužine na n približno jednakih dijelova. Na temelju razlike dužine komparatora D_k i dužine dobivene paralaktičkim mjerenjem podjelom komparatora na 8 dijelova, može se izračunati srednja relativna pogreška dužine mjerene paralaktički (sl. 8).

Ukupna dužina komparatora jeste	$D_k =$	400,0700 m
Dužina komparatora mjerena paralaktički	$D_p = [d_p] =$	400,0789 m
Razlika	$D_p - D_k = \Delta =$	0,0079 m

Relativna srednja pogreška dužine mjerene paralaktički podjelom na osam odsječaka, prema slici 7, bit će

$$\frac{\Delta}{[d_p]} = \frac{0,0079}{400,079} = \frac{1}{45000}$$



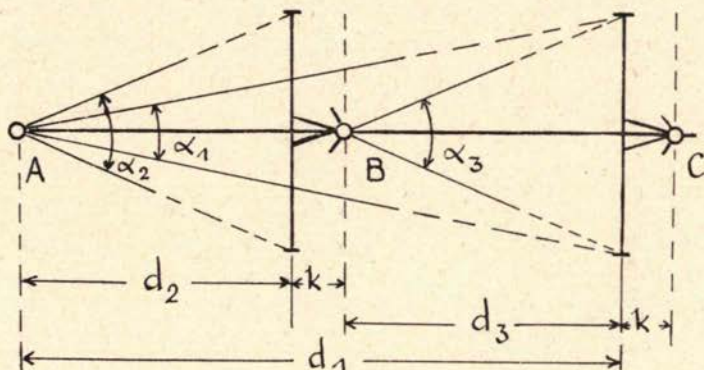
Sl. 7

Na isti način, uzimajući u obzir odgovarajuće formule, mogu se izračunati i srednje pogreške m_d i $m\alpha$ za postupak pod b) tablica br. 1. Međutim kako pokazuje sl. 8 samo su tri raspona od po 100 m mjerena bazisnom letvom u sredini. Nažalost za postupke pod c) i d) nije bilo moguće izvesti mjerenja uslijed zaraštenosti i konfiguracije terena u blizini komparatora.

Korekcije za temperaturu računati su po formuli

$$\Delta D_t = 1,1 \cdot 10^{-5} \cdot D(T - 20^\circ).$$

Vrijednostima dobivenim na osnovi formule $D = \text{ctg } \alpha/2$ dodavana je vrijednost od 0,0470 m, koja predstavlja t. zv. adicijonu konstantu. Prema tvorničkom podatku ona iznosi 0,044 m. Ispitivanje adicione konstante izvršeno je prema rasporedu kako je prikazano na sl. 8.



Sl. 8

$$\begin{aligned} d_3 &= d_1 - (d_2 + k) \\ k &= d_1 - (d_2 + d_3) \\ d_2 &= d_1 - (d_3 + k) \\ k &= (d_1 - d_3) - d_2 \end{aligned}$$

	α	$\alpha/2$	$\text{ctg } \alpha/2$	
α_1	5°42'56",50	2°51'28",25	20,0319	d_1
α_2	10°20'38",42	5°10'19",21	11,0480	d_2
α_3	12°46'09",08	6°23'04",54	8,9369	d_3

$$d_2 + d_3 = 19,9849$$

$$d_1 - d_3 = 11,0950$$

$$k = d_1 - (d_2 + d_3) = +0,0470$$

$$k = (d_1 - d_3) - d_2 = +0,0470$$

$$k = (d_1 - d_3) - d_2 = +0,0470$$

Ipak se na osnovi ovih rezultata ispitivanja mogu izvesti stanoviti za ključci:

1) Redtin pribor za optičko mjerenje dužina uz uređaje za mjerenje preko stativa, može se uspješno koristiti za mjerenje dužina paralaktičkom metodom, pri čemu se paralaktički kutevi mjere repeticionom metodom.

2) Ova se metoda mjerenja dužina može koristiti u onim slučajevima, u kojima se zahtijeva veća tačnost mjerenja dužina, od one koja se ovim priborom može postići neposrednim optičkim mjerenjem, a ne raspolaže se odgovarajućim priborom za paralaktičko mjerenje dužina teodolitom i bazisnom letvom.

3) Repeticiona metoda mjerenja paralaktičkih kuteva, posve je pouzdana. Ona omogućava da se dobiju dobri rezultati i ako se radi o instrumentu, kojega je najmanji podatak na skalnom mikroskopu $1'$ s mogućnošću procjene $0,1' = 6''$. Izložena ispitivanja pokazuju da se za dužine do 50 m može postići relativna tačnost i veća od 1:10000.

4) Redtina letva dužine 2,09 m pravilno reagira na promjene temperature,

5) Posebno dobri rezultati mogu se dobiti diobom dužine na više jednakih dijelova. Osim povoljnih rezultata mjerenja primjena ovog pribora pruža ugodnost u radu uz ekonomičan utošak vremena.

LITERATURA:

1. Cimerman: Atlas geodetskih instrumenata — Zagreb, 1960.
2. Gruber: Optische Streckenmessung und Polygonierung, Berlin, 1955.
3. Janković: Inženjerska geodezija, I dio, Zagreb, 1968.
4. Janković: Razmatranja o djelovanju sistematskih pogrešaka kod optičkog mjerenja dužina teodolitom i bazisnom letvom, G. L. 4—6, 1958.
5. Janković: Klasične metode mjerenja, te kritički osvrt na neke probleme u poligonometriji, G. L. 11—12, 1953.
6. Janković: Osvrt na primjenu paralaktičkog mjerenja dužina bazisnom letvom, G. L. 10—12, 1961.
7. Janković Narobe: Repeticioni teodolit Th_3 i nova kompenzaciona bazisna letva 2 m, Zeiss-Oberkochen, G. L. 10—12, 1961.
8. Jenko Preizkušnja optičnoga mikrometra Wildovih univerzalnih teodolitov, G. L. 4—6, 1959.
9. Klak: Indirektno određivanje pravaca poligonometrijskom metodom, G. L. 10—12, 1958.
10. Kneissl: Internationale Streckenmesskurse, Goslar, 1955.
11. Neidhardt: Nova bazisna letva, G. L. 10—11, 1959.
12. Paunovski: Poligonometrijska mreža na grad Skopje, G. L. 1—3, 1962.
13. Rudl: Nove metode u geodetskoj struci, G. L. 11—12, 1953.
Tvormica Carl Zeiss Jena: Redta 002, Gebrauchsanleitung.