

Wildov busolni teodolit TO kao daljinomjer

Zakon po kome raste srednja transversalna pogreška kod ispruženih poligonskih vlakova mjerenih busolom, kako je poznato, povoljniji je od zakona za istu pogrešku kod vlakova u kojima su kutovi mjereni teodolitom. Srednja poprečna (transverzalna) pogreška na kraju busolnog poligona predočena je uglavnom izrazom

$$M_{qb} = \frac{\mu'}{\rho'} \sqrt{L S} \quad (1)$$

gdje μ' znači srednju pogrešku magnetskog azimuta jedne strane u vlaklu izraženu u minutama, L ukupnu dužinu vlakla, S prosječnu dužinu poligonskih strana, a ρ' poznatu konstantu. Kod teodolitnih je poligona prema izrazu za srednju poprečnu pogrešku

$$M_{qt} = \frac{\mu'}{\rho' \sqrt{3}} \sqrt{\frac{L^3}{S}} \quad (2)$$

ova nepovoljnija u usporedbi s izrazom (1), jer je prema (2) srednja poprečna pogreška vlakla proporcionalna sa $\sqrt{L^3}$, a po (1) samo sa \sqrt{L} . Tamo gdje u vlaklu trebaju doći kratke strane utjecat će ove na srednju poprečnu pogrešku kod busolnih poligona povoljnije tj. one ulaze u formulu za srednju poprečnu pogrešku sa iznosom \sqrt{S} ; kod teodolitnih poligona sa $\sqrt{\frac{1}{S}}$.

Kod geodetskih radova u šumarstvu i rudarstvu, gdje su kratke stranice u vlakovima gotovo pravilo, često primjenjujemo busolne poligone. Oni mogu da predstavljaju u tom slučaju, obzirom na (1) i (2), te obzirom na povoljniji zakon o nagomilavanju pogrešaka nastalih pogrešnim centriranjem racionalno rješenje. Identifikacija pojedinih detaljnih točaka kod fotogrametrijskih radova dobro se daje provesti pomoću busolnih vlakova. Ovo naročito onda, ako se ima odrediti niz detaljnih točaka u čijoj blizini nema podesne geodetske osnove za njihovo određivanje, već se cijeli taj niz veže na početku i na kraju na fotogrametrijski novo određene, na snimcima dobro uočljive točke.

Wildov busolni teodolit TO može nam dati veću točnost u mjerenju magnetskih azimuta od starijih tipova busolnih teodolita. Ovo povećanje točnosti dolazi uglavnom kao posljedica istovremenog čitanja busolnog kruga na diametralnim stranama te uslijed razdvajanja alhidade od igle na kojoj počiva busolni krug. Daljnja prednost TO sastoji se u mogućnosti njegove primjene i kao busolnog instrumenta i kao običnog teodolita. Ovo će biti onda, ako se zakoči busolni krug tako, da ovaj za vrijeme izmjere bude nepokretan.

Ispitivanja prof. dr. Nikole Neidhardta¹⁾, te Heinricha Schweizera²⁾ pokazala su da srednja pogreška opažanja jednog magnetskog azimuta sa TO može da iznosi po prvom autoru uglavnom $\pm 1,5'$, a po drugom $\pm 1'$ do $\pm 3'$. Zaista ova točnost postići će se samo onda ako poznamo dnevno kolebanje deklinacije. Ovo kolebanje magnetske deklinacije dobivamo ili na temelju opažanja na zasebnom stacionarnom instrumentu na kome se tokom dana u određenim vremenskim intervalima čita magnetski azimut za neke stalne pravce ili što bi zapravo trebalo biti jednostavnije na temelju biltena što ih izdaju magnetske opservatorije. Upotrijebi li se TO kao teodolit ovi podaci, naravno, nemaju nikakve važnosti po točnost mjerenja pojedinih pravaca odnosno kutova.

Postoji dakle mogućnost da se znatno povisi točnost busolnih poligona obzirom na mjerenje magnetskih azimuta u njima. No položaj pojedinih točaka u poligonskom vlaklu funkcija je ne samo magnetskog azimuta nego i dužine poligonskih strana, pa nastaje pitanje točnosti mjerenja dužina tih stranica. Direktnim mjerenjem možda će se rjeđe određivati dužine poligonskih stranica u busolnim poligonima. Češći bi bio slučaj optičkog mjerenja dužina pomoću triju niti nitnog križa istog instrumenta TO. U vezi sa ranije izloženim poželjno bi bilo, ako je to moguće, da se mjerenje magnetskih azimuta i optičko mjerenje dužina dovede u neki harmoničan odnos tj. da ni optičko mjerenje dužina po svojoj točnosti ne zaostane za određivanjem azimuta.

Wildov teodolit TO doživio je tri »izdanja« obzirom na optičko mjerenje dužina, kao zapravo nijedan Wildov teodolit. Prvo izdanje ima daljinomjernu konstantu $K = 50$, drugo sa $K = 100$, a treće imade $K = 100$ sa dodatkom optičkog mikrometra tzv. *mikrometra Barot*.

Točnost optičkog mjerenja dužina mnogo je razmatrano i ispitivano. Postoji niz odličnih rasprava o tom pitanju. No dobro veli Jordan³⁾ »Točnost optičkog mjerenja dužina je (bez obzira na vanjske faktore) uglavnom ovisna o kvalitavnim osobinama durбина . . . Neki općeniti izraz za ovisnost pogreške (optičkog mjerenja dužina) od udaljenosti nemoguće je dati; ovo je moguće dati samo za jedan određeni tip instrumenta.« Zato se javlja potreba da i kod TO odgovorimo na pitanje koji od navedenih njegovih triju izdanja obzirom na optičko mjerenje dužina najskladnije odgovara povećanoj točnosti očitavanja magnetskih azimuta. Da se odgovori na to pitanje bilo je potrebno provesti ispitivanja koja se kasnije navode.

Konstrukcija mikrometra Barot, koji je predstavljen u zajednici sa TO na sl. br. 1 očito je imala svrhu povećanje točnosti optičkog mjerenja dužina kod teodolita TO sa $K = 100$. Tvornica Wild navodi da se njime može postići točnost od ± 4 cm jednog mjerenja kod dužine od 100 m.

Razmotrimo ukratko što je mikrometar Barot!

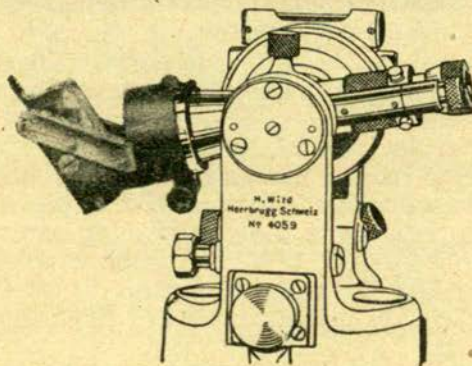
To je u stvari planparalelna ploča debljine 15 mm, koja se posredstvom metalnog prstena može nasaditi na objektivni dio durбина. On ima da na-

¹⁾ Vidi: Dr. N. Neidhardt: Povećanje točnosti busolnih vlakova (Šumarski list br. 10., 11., 12. god. 1941.)

²⁾ H. Schweizer: Erfahrungen mit Bussolen-Theodoliten (Schw. Zeitschrift f. Vermessungswesen u. Kulturtechnik Nr. 2., 3., 4. god. 1939.)

³⁾ W. Jordan: Handbuch der Vermessungskunde II/2 str. 275

domjesti okularno procjenjivanje milimetara na letvi paralelnim pomicanjem vizura i izmjerom tog paralelnog pomaka slično kao kod modernih nivelira sa planparalelnom pločom. Kad je durbin postavljen horizontalno kod pomicanja mikrometra Barot oko njegove horizontalne osi vizuran bi se pravac (ili paralelan s njime) trebao paralelno pomaknuti za 1 cm, ako je mikrometar bio pomaknut od jednog do drugog svog graničnog položaja (vidi sl. 1.). Pomicanje mikrometra registrira se uz pomoć indeksa na skali

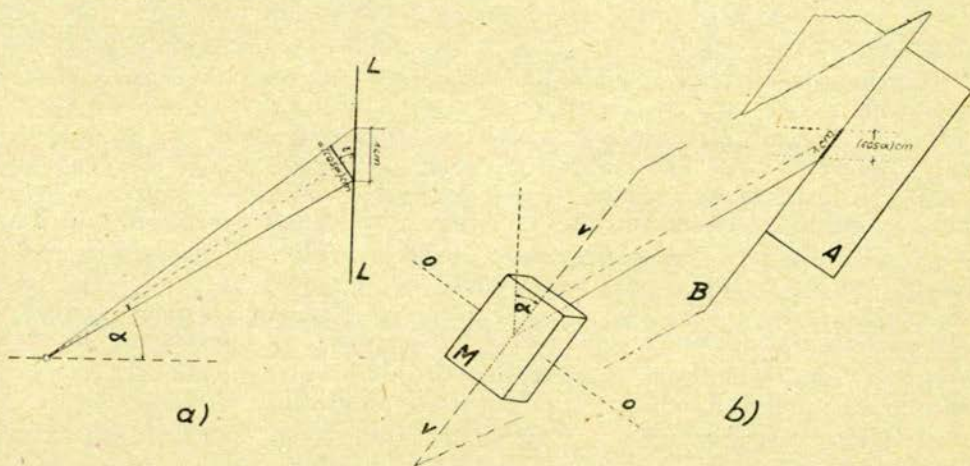


Slika 1

koja je podijeljena na 10 jednakih intervala. Kod $K = 100$ i horizontalne vizure svaki takav interval vrijedio bi 0,10 m, a procijeniti se mogu i dijelovi tih intervala. Na taj bismo način mogli mjeriti dužine sa točnosti do na nekoliko centimetara. Postupak bi u radu bio ovaj: mikrometar se stavi u nulti položaj skale. Gornja nit nitnog križa naravna se na neko okruglo čitanje, ovo pročita, a zatim donja nit, pomicanjem mikrometra Barot, dovede do slijedećeg nižeg čitanja tj. punog centimetra. Na letvi se čitaju zaključno centimetri, na skali mikrometra milimetri i procijene dijelovi milimetra. Mjerenje pravaca treba uvijek obaviti pri nultom položaju skale mikrometra.

Kad je vizura nagnuta spram horizonta za neki kut α (sl. 2a) onda se na vertikalno postavljenoj letvi L—L promatrani intervali (1 cm) reduciraju približno sa \cos vertikalnog kuta t. j. mi te intervale vidimo smanjene. Zato je potrebno da kod nagnute vizure i mikrometar Barot pri svojim pokretima oko osi o—o pomiče zraku svjetla tako, da od jednog graničnog položaja mikrometra do drugog ista bude pomaknuta paralelno sama sebi samo za reducirani interval tj. $(\cos \alpha)$ cm. Zato je kod teodolita TO, koji ima dodatni mikrometar Barot, prednja polovina durbin zajedno sa objektivom pokretna. Kad se durbin diže ili spušta iz horizontalnog položaja prednja njegova polovina rotira oko vizurnog pravca za kut α za koji se podigao ili spustio vizuran pravac. Ta se rotacija izvršava putem zupčanika.

Kad je durbin, a s njime i mikrometar Barot rotirao u ravnini ($o-v$)⁴) ovaj bi pri svom kretanju oko obrtne osi $o-o$, kako se to vidi iz sl. 2b, trebao pomicati vizuru paralelno za 1 cm u ravnini A (vidi trag ravnine B) koja ravnina A stoji okomito na vizuran pravac. Vertikalna komponenta tog pomaka iznosi baš $(\cos \alpha)$ cm⁵).



Slika 2

Mikrometar Barot stoji okomito na vizuru kod čitanja 5,0 na pripadnoj skali. U tom slučaju vizuran pravac prolazi kroz optički sistem nepromijenjen. Ako se magnetski azimuti opažaju pri nultom postavu skale mikrometra vizuran je pravac odmaknut iz svog položaja (središte nitnog križa — središte objektiva) i to kod vodoravne vizure samo u vertikalnom, a kod kose vizure i u postranom smislu kako se to može razabrati i iz sl. 2b. Taj postrani pomak jednak je $0,5 \text{ cm} \cdot \sin \alpha$ što na pr. kod nagiba od 30° iznosi 0,25 cm. Kod pravca dugačkog 100 m taj postrani pomak znači promjenu pravca za $\frac{0,0025}{100} \cdot 60''$ t. j. $5,2''$, a kod 50 m ta promjena iznosi $10,4''$. A ovo su veličine koje su ispod srednje pogreške opažanja jednog azimuta, dakle bezopasne.

⁴) $v-v$ predstavlja pravac okomit na $o-o$. Kad kažemo da je mikrometar rotirao za kut α u ravnini ($o-v$) mislimo na onaj položaj mikrometra kad je i pravac $o-o$ i $v-v$ okomit na vizuran pravac, drugim riječima kad je ravnina ($o-v$) okomita na vizuran pravac.

⁵) Strogo uzevši zaokrenuti mikrometar Barot u stanju je da pomiče za naznačene iznose samo vizuran pravac ili neki drugi paralelan sa ovim. Za zraku svjetla, koja ide preko donje niti, (više čitanje), a kojoj je nagnutost α_d prema horizontu kod elevacionih kutova veća od α ($\alpha_d > \alpha$), odnosno kod depresionih kutova manja od α ($\alpha_d < \alpha$) trebao bi pomak u vertikalnom smislu biti $\cos \alpha_d < \cos \alpha$. S druge strane i intervali (cm) kako ih vidi oko pri nagnutoj vizuri nisu reducirani točno sa $\cos \alpha$ nego su nešto manji. U stvari ovdje se radi o vrlo malenim razlikama, obzirom na iznos paralaktičkog kuta ($\varepsilon = 34' 23''$) tako, da o njima zapravo ne bi trebalo ni voditi računa.

Odsječak na letvi dobiva se na već ranije opisani način. Isti treba množiti sa $\cos^2 \alpha$ da bi se dobila horizontalna udaljenost.

*

Svrha provedenog ispitivanja sastojala se u tome da se dade odgovor na pitanje koje se od triju »izdanja« TO ($K = 100$, $K = 100$ sa mikrometrom Barot, te $K = 50$) može nazvati najpovoljnijom.

Ispitivanja su provedena u XI. mjesecu 1949. god. na jednom blago nagnutom terenu (prosječno 3° nagnutom), te drugom strmijem (prosječno 13° nagnutom) obično u podnevnim satima između 11 i 15 sati ili ranije. Za prvu varijantu izabran je teren u Dubravi; drugi na Vrhovcu u neposrednoj blizini Zagreba. Teren jednolično obrastao travom vjerovatno je smanjio utjecaj refrakcije. Titranja zraka gotovo nije ni bilo. Da bi se uklonile i personalne pogreške, opažanja su vršila uvijek dva opažača čiji su se rezultati razmjerno dobro nadopunjavali.

Čitanja na letvi vršena su postepeno po čitavom podjeljenju idući odozdo prema gore. Za svako novo čitanje odsječka na letvi uvijek je bila, prema potrebi, korigirana visinska libela. Letva je za cijelo to vrijeme stajala nepomično, držana po figurantu kako je to niže izloženo.

U prvoj varijanti uzelo se šest raznih udaljenosti stabiliziranih drvenim kolčićima sa finim čavličem na gornjoj plohi. Dužine su najprije izmjerene pomoću Wildovog pribora za paralaktičku poligonometriju teodolitom Wild T 2 u 3 do 4 girusa. Te su udaljenosti bile:

$$\begin{aligned} 13,47_1 &\pm 0,00_{03} \\ 27,32_2 &\pm 0,00_2 \\ 39,50_1 &\pm 0,00_3 \\ 52,88_0 &\pm 0,00_2 \\ 65,87_3 &\pm 0,00_7 \\ 98,21_1 &\pm 0,01_2 \end{aligned}$$

Optičko mjerenje dužina pri ispitivanju TO vršilo se zatim u ovom slučaju u smjeru pada terena. Broj opažanja za svaku udaljenost kretao se između 20 i 25 ukupno za oba opažača.

Druga varijanta imala je također šest različitih udaljenosti stabiliziranih kao i u prvoj varijanti. Te su udaljenosti:

$$\begin{aligned} 12,93_7 &\pm 0,00_{04} \\ 27,37_4 &\pm 0,00_1 \\ 40,43_7 &\pm 0,00_3 \\ 52,90_5 &\pm 0,01_0 \\ 64,68_2 &\pm 0,04_1 \\ 77,80_3 &\pm 0,00_4 \end{aligned}$$

Optičko mjerenje dužina sa TO izvršeno je u smjeru uspona terena. U prvom i drugom slučaju kod ispitivanja imali smo uvijek sunce »iza leđa«.

Udaljenosti su uzete kako se iz gornjega vidi do 100 m. Ovo prvo radi toga što kod busolnih poligona optimum za dužine stranica leži ispod 100 m (oko 50 m), a drugo zato, jer kod teodolita TO, kojemu povećanje durbina iznosi $16\times$, srednja pogreška u ocjenjivanju podjele na letvi iznosi prema jednadžbi O. Eggerta

$$m_0 = \pm \left(0,136 \frac{d}{p} + 0,0292 i \right) \quad (3)$$

gdje d znači udaljenost letve od instrumenta u metrima, p povećanje durbina, a i interval podjele na letvi u milimetrima. Uzmemo li $p = 16\times$, $d = 100$ m, $i = 10$ mm dobiva se iz (3) $m_0 = \pm 1,14$ mm što znači da kod dužina od 100 ili više metara ocjenjivanje milimetara nije više sigurno. Maksimalna pogreška ocjenjivanja mogla bi se popeti na $\pm (3 \cdot 1,14)$ mm t. j. na $\pm 3,42$ mm.

Kod ispitivanja upotrebljena je Wildova vertikalna letva sa centimetričkom duplom podjelom naizmjenično bojadisanom crno-bijelo (poput šahovske table). Vertikaliziranje vršeno je ispitivanom doznom libelom. Vertikalno držanje pomoću dviju trasirki koje su se kod svakog postava letve svojim željeznim šiljcima potpuno zabole u zemlju. Letva je bila uvijek postavljena na kolčiće tako, da se ispred prednje plohe letve nalazila polovina zabijenog čavlića.

Opažanja su bila izvršena naizmjenično sa TO—K 100, TO—K 50 i TO—K 100 uz mikrometar Barot najprije po jednom, pa zatim po drugom opažaču istog ili narednog dana.

Prije definitivnog sređivanja podataka ispitivanja (blizu 800 opažanja) određene su konstante sa svom mjerom opreza i to zasebno za svaki od triju daljinomjera. Nije se moglo uzeti da TO sa i bez mikrometra Barot ima iste daljinomjerne konstante. Već se naime kod ispitivanja pokazalo da mikrometar ima neku sistematsku pogrešku, jer kod pomicanja od njegovog jednog do drugog graničnog položaja on nije pomicao vizuru paralelno za jedan interval letve kako bi trebao već za neki manji iznos. Ova bi se sistematska pogreška dala većim djelom izbjeći tako, da se k svakom mikrometru Barot konstruira letva sa pripadnom podjelom koja bi vodila računa o toj sistematskoj pogreški.

Za određivanje konstanti odabran je ravničast teren. Doba dana pri određivanju između 9 i 16 sati krajem XI. mjeseca. Uzeto je šest udaljenosti stabiliziranih kao i one prigodom ispitivanja i to: prva $8,00_0 \pm 0,00_0$, druga $16,00_8 \pm 0,00_1$, treća $24,01_7 \pm 0,00_2$, četvrta $72,03_8 \pm 0,00_4$, peta $80,04_4 \pm 0,01_0$ i šesta $90,13_2 \pm 0,03_8$. Za svaku udaljenost izvršena su posebno svakim od spomenutih instrumenata po 8 opažanja. Ista su izvršila uvijek po dva opažanja. Prave vrijednosti tih udaljenosti, koje su gore navedene, određene su Wildovim priborom kao i ranije.

Iz ovih podataka izračunate su vrijednosti multiplikacione konstante (K) i adicione konstante (k) za svaki od triju instrumenata metodom najmanjih kvadrata. Za instrumenat TO br. 7442 sa mikrometrom Barot dobivene su dvije normalne jednadžbe naime:

$$\begin{aligned}
 &+ \underline{218,070} \text{ k} + 26,736 \text{ K} - 10,414 = 0 \\
 &+ 26,736 \text{ k} + \underline{6,000} \text{ K} - 2,417 = 0 \\
 &\qquad\qquad\qquad + \underline{1,000}
 \end{aligned}$$

iz kojih se izračunao $k = -0,00_4 \pm 0,00_9$, a $K = 100, 41_9 \pm 0,05_3$, za isti instrumenat bez upotrebe mikrometra dobivene su pripadne normalne jednadžbe slično kao gore, a konstante su iznosile $k = -0,05_2 \pm 0,01_2$, $K = 100, 24_5 \pm 0,07_3$. Kod instrumenta TO br. 3956 odredile su se na način kao gore $k = 0,01_8 \pm 0,00_3$, $K = 50,00_0 \pm 0,00_9$. Izgleda da su oba instrumenta, prema ovim podacima, u dovoljnoj mjeri analaktička. Za prvi slučaj uzelo se kod obrade rezultata $k = 0,00$, u drugom slučaju sa iznosom $k = -0,05 \text{ m}$, a u trećem slučaju $k = +0,02 \text{ m}$. Sa ovako određenim konstantama izračunate su horizontalne udaljenosti d_0 određene optički sa TO, a zatim iz dužina d_p određenih paralaktički, odstupanja

$$v = d_p - d_0 \quad (4)$$

Iz ovako određenih odstupanja v izračunate su po formuli

$$m_1 = \pm \sqrt{\frac{[v v]}{n}} \quad (5)$$

srednje pogreške pojedinog opažanja za svaku od šest udaljenosti zasebno za svaku varijantu. Ovi podatci za prvu varijantu svrstani su u tablici 1.

Tablica 1.

d_p	TO - 100 B		TO - 100		TO - 50		
	$\pm m_1$	$\pm m_2$	$\pm m_1$	$\pm m_2$	$\pm m_1$	$\pm m_2$	$\pm M$
13,47	3,6	3,3	6,1	4,7	3,9	3,8	2,6
27,32	4,4	4,2	10,5	10,5	6,0	5,9	4,0
39,50	8,3	8,3	14,9	13,7	6,1	6,1	4,1
52,88	7,9	7,9	9,8	6,9	5,9	4,5	3,9
65,87	8,7	7,2	7,8	6,3	5,9	5,9	3,9
98,21	9,4	7,4	11,5	8,0	8,1	7,4	5,4

Ti su podaci dani u centimetrima.

Da bi se eliminirao utjecaj sistematske pogreške konstanata, sistematske pogreške paralaktičkog mjerenja dužina (premda su te neznatne) i onih nastalih uslijed refrakcije izračunalo se za svaku grupu opažanja (po udaljenostima) ta sistematska komponenta po formuli

$$s = \frac{[v]}{n} \quad (6)$$

gdje je n broj opažanja (20 do 25) u svakoj zasebnoj grupi. Iznos s odbio se od pojedinih v i dao iznose r t.j.

$$r = v - s \quad (7)$$

Iz preostataka r izračunate su ponovno srednje pogreške pojedinih opažanja po formuli analognoj formuli (5). Tako dobivene srednje pogreške m_2 svrstane su također u tablici. Dobiveni m_2 razlikuju se od pripadnih m_1 uglavnom za 1 do 2 cm.⁶⁾

Analogno su dobiveni podatci koji rezultiraju iz ispitivanja u drugoj varijanti. Ti su podatci svrstani u tablici 2.

Tablica 2.

d_p	TO - 100 B		TO - 100		TO - 50		
	$\pm m_1$	$\pm m_2$	$\pm m_1$	$\pm m_2$	$\pm m_1$	$\pm m_2$	$\pm M$
12,94	4,2	3,2	5,2	3,9	4,0	3,8	2,7
27,37	5,7	4,9	8,2	8,2	6,8	5,3	4,5
40,44	6,1	4,6	11,2	9,7	5,4	5,4	3,6
52,90	8,6	4,5	12,3	11,7	5,9	4,9	3,9
64,68	11,8	5,9	8,4	7,1	8,3	8,0	5,5
77,80	11,4	10,3	8,8	8,3	7,0	5,6	4,7

Razmatrajući podatke iz tablice 1. i 2. vidi se da kod udaljenosti od otprilike 40 m nastaje neki skok, diskontinuitet u kretanju srednje pogreške. Ing. N. Svečnikov u svojoj raspravi: »O uticaju nekih činilaca na točnost određivanja odstojanja običnim tahimetrom« dolazi do zaključka da za srednju pogrešku optičkog mjerenja dužina ispod 40 m važe drugi zakoni nego li za one iznad 40 m. Da je za udaljenosti do 40 m upotrebljena letva sa polucentimetričkom podjelom vjerojatno ne bi bilo gore spomenutog skoka u kretanju srednje pogreške.

Držim, naime, da je razlogom spomenutog diskontinuiteta prekrupna podjela letve za dužine do 40 m. I ovdje se javlja pitanje optimalnog intervala, unutar kojeg naše oko može najbolje procjenjivati. Kako se u geodeziji vrlo mnogo čitaju podjele pitanje optimalnih intervala je općenito zanimivo. U vezi sa logaritamskim računalom potakao ga je prof. Dr. Nikola Neidhardt u raspravi: »Prilog teoriji logaritamskog računala«⁷⁾ Zagreb 1941.

Za nas bi ovdje najdragocjeniji rezultat iz gornjih ispitivanja mogla biti komparacija podataka. Bez dvojbe je da je instrument

⁶⁾ Do potpuno istih veličina r došlo bi se računanjem aritmetičke sredine $d_0 - s$ iz opažanih d_0 te formiranjem pojedinih razlika $d_0 - s - d_0$. Prema tome pogreške m_2 mogle bi se shvatiti i kao pogreške koje su dobivene odstupanjima od aritmetičke sredine opažanih dužina.

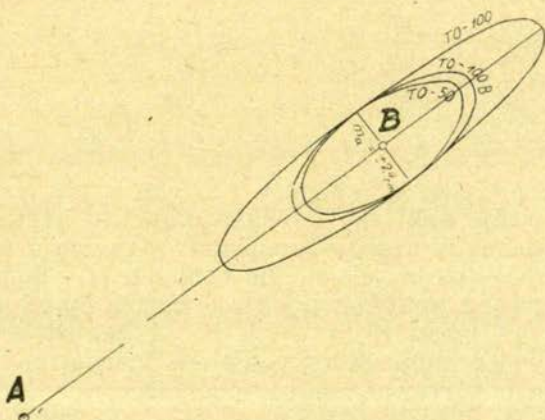
⁷⁾ Vidi: Glasnik za šumske pokuse: knjiga 8.

br. 3956 sa $K = 50$ dao bolje rezultate od onoga TO br. 7442 sa $K = 100$. Zbog ovoga možda ne bi bilo ni potrebno izvršiti ispitivanja. Poznato je naime da kod manje multiplikacione konstante mogu se očekivati i manje srednje pogreške u određivanju dužina. No za nas je ovdje mnogo važnija druga činjenica da je naime TO sa $K = 50$ dao uglavnom bolje rezultate i od TO sa mikrometrom Barot. Te su srednje pogreške kod $K = 50$ većinom ili iste ili dapače i manje. Ovo govori dakle u prilog prvog »izdanja« Wildovog TO, tim više jer je ovaj bez mikrometra Barot jeftiniji i jednostavniji.

Ovdje treba primjetiti da su niti nitnog križa kod instrumenata TO br. 3956 razmjerno debele. Da su ove onako tanke kao u instrumentu br. 7442 srednja bi pogreška bila vjerojatno još manja. Kolika bi bila teško je reći. Uzmemo li u obzir činjenicu koju navodi Ing. N. Svečnikov u citiranoj već raspravi, naime da se srednje pogreške za tahimetar sa vrlo tankim i debljim nitima odnose kao 2 : 3 došli bismo do nekih veličina

$M = \pm \frac{2}{3} m_1$ koje govore (kako god bile djelomično i hipotetske) još

više u prilog TO sa $K = 50$. Iste su veličine također svrstane u tablicama 1 i 2. Prema rezultatima ispitivanja mogli bismo se složiti sa podacima



Slika 3.

koje daje tvornica Wild za srednju pogrešku jednog opažanja pri dužini od 100 m. Srednja pogreška jednog opažanja u prvoj varijanti kod 98,21 m iznosi $\pm 9,4$ cm. Ako je u busolnom poligonu (ili tahimetričkom poligonu) stranica mjerena 4 puta t. j. dva puta u jednom, a dva puta u drugom pravcu (stacionarna metoda) onda bi pogreška aritmetičke sredine iznosila $\pm \frac{9,4}{\sqrt{4}} = \pm 4,7$ cm.

Prikažimo srednje pogreške položaja točke, određene mjerenjem magnetskog azimuta i optički određenim dužinama, elipsama pogreška,

kojima je mala poluos srednja pogreška $\pm m_a$ nastala uslijed pogreške u mjerenju magnetskog azimuta

$$m_a = \pm d \cdot \frac{\mu'}{3438'} \quad (8)$$

a velika poluos srednja pogreška $\pm m_1$ optički određene dužine (A—B) pomoću TO kao daljinomjera. Dobivamo odnos obiju pogrešaka iz kojega možemo vidjeti koji se TO kao daljinomjer najskladnije prilagođuje nađenoj srednjoj pogreški u određivanju magnetskog azimuta. Sl. 3. prikazuje tri elipse pogrešaka za jednu stranicu iz druge varijante ispitivanja sa dužinom od 40,44 m. μ' je uzeto u formuli (8) sa iznosom od 2'. m_a i pojedini m_d zorno se vide u sl.3.

Odgovor na uvodno postavljeno pitanje išao bi dakle u prilog TO sa $K = 50$.

• • •

Mikrometar Barot, barem kako slijedi iz ovih ispitivanja ne bi imao pravog smisla, jer se uz ulaganje ipak nešto više vremena ne dobiva onaj efekat kao kod TO sa $K = 50$.

Kod TO trebalo bi dakle ostati kod daljinomjerne konstante 50 no s time da mu nitni križ imade tanje niti no što je to slučaj kod instrumenta TO br. 3956.

Ing. Zdenko Tomašegović — Zagreb

WILD'S COMPASS THEODOLITE AS A TELEMETER

The author gives the results of examinations of Wild's compass-theodolite TO as a telemeter. He examined the theodolite (nr. 3956) which has the multiplicative constant $C = 50$ and the theodolite (nr. 7442) which has the constant $C = 100$. The latter was examined with the micrometer Barot and without it. The examinations were done in hilly terrains (inclination 3° and 13°). The errors of the nearly 800 observations show that the results received with the first theodolite ($C = 50$) are more accurate than those received with the second ($C = 100$), even if we add the micrometer Barot to the latter, in spite of the fact that the first has the stadia wires bigger than the second one.

Another interesting fact in these results is the discontinuation in growing of errors near the distances of 40 m (see the tables). It is probably only because a staff with centimeter graduation for all distances was used. Here we have a proof that the same law is not applicable to the growing of errors of optical determination for distances smaller than 40 m and bigger than 40.