

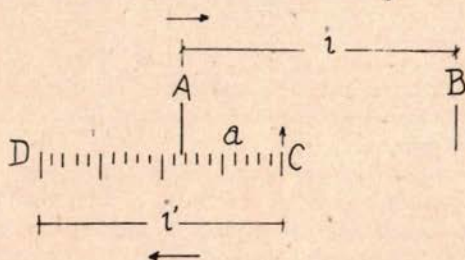
## Prilog poznavanju eliminacije run-korekcije optičkog mikrometra u paralaktičnoj poligonometriji

### 1.

Moderni teodoliti sa staklenim krugovima i optičkim mikrometrima imaju također izvjesna odstupanja između glavne podjele i podjele mikrometra. To se uoči, kad je skala mikrometra blizu nultog položaja. Koicidiranje na stariju i mlađu crticu glavne podjele ne daje posve ista čitanja.

U udžbenicima se preporuča, da se kod rada u više girusa upliv runa svede na minimum na taj način, da se svaki girus opaža na drugome mjestu skale mikrometra. Ako na pr. skala mikrometra ima  $n$  dijelova, a radi se u  $s$  girusa,

prvi girus da se opaža oko nulte crtice, drugi oko  $\frac{n}{s}$ , treći  $2 \frac{n}{s}$  i t. d.



Slika 1

Run nastaje, kad mikrometar ne odgovara posve mjerilu glavne podjele. Na glavnoj podjeli neka je (sl. 1) interval  $AB = i$ . Pomoćnim mjerilom  $CD = i'$ , koje je razdijeljeno u  $n$  dijelova, mjerimo na pr. dio  $a$  osnovnog intervala na taj način, da očitamo odnosno izmjerimo na pomoćnom mjerilu, koliko je njegovih dijelića  $n_a$  do crtice glavne podjele, dakle:

$$a = n_a \frac{i'}{n}$$

Ako je dovoljno točno  $i' = i$  kažemo, da je na pr. mikroskop rektificiran, ugođen, podešen. Uzmimo, da to nije dovoljno, da je  $i' \leq i$ , recimo

$$i = i' + \Delta$$

ili:

$$i' = i - \Delta$$

gdje je:

$$\Delta = i - i'$$

Onda je ispravan iznos  $a$  zapravo:

$$a = n_a \frac{i - \Delta}{n} = n_a \frac{i}{n} - n_a \frac{\Delta}{n}$$

Dakle, ako se čita naprosto  $n_a \frac{i}{n}$  t. j. kao da je pomoćno mjerilo posve ispravno, iznos  $n_a \frac{i}{n}$  trebalo bi popraviti za korekciju, koja je jednaka:

$$-n_a \frac{\Delta}{n} = -n_a \frac{i - i'}{n} \quad \dots\dots (1)$$

Taj iznos s obrnutim predznakom zapravo je pogreška, koja nastaje, ako se run-korekcija zanemari.

Iznos (1) najveći je ( $= \Delta$ ), kad je  $n_a = n$ . Najmanji je ( $= 0$ ), kad je  $n_a = 0$ .

Nikada ne mjerimo samo jedan pravac, već zapravo uvijek kut t. j. razliku dvaju pravaca. Prema tome pogreška u kutu uslijed zanemarivanja runa potpuno će se kompenzirati, ako oba pravca, koja definiraju kut, imaju iste pogreške:

$$\delta = n_a \frac{\Delta}{n}$$

Dakle, ako na pr. kod mjerenja paralaktičkih kuteva za optičko dobivanje dužina, vizure na lijevu i desnu marku letve imaju ista ili približno ista čitanja na mikrometru, run-korekciju ne bi trebalo ni uzimati u obzir.

Naprotiv, ako je čitanje na mikrometru za lijevu marku letve na pr. na kraju mikroskale, a na desnu na početku (ili obratno), nastaje maksimalan upliv na kut t. j. u punom iznosu  $\Delta$ .

Uzmimo sada u razmatranje, kako se mijenja run korekcija (odnosno pogreška, ako se run zanemaruje), kad giruse u paralaktičnoj poligonometriji opažamo sa simetrički raspoređenim čitanjima skale optičkog mikrometra.

Teodolit Wild T2 ima skalu optičkog mikrometra izdijeljenu na  $n = 600$  intervalića ( $10' = 600''$ ). Ako opažamo na pr. u 3 girusa t. j. prvi uz  $0' 00''$ , drugi  $5' (= 300'')$ , treći  $10' (= 600'')$ , popravci za pripadna čitanja bili bi:

$$-0 \frac{\Delta}{600} ; -300 \frac{\Delta}{600} ; -600 \frac{\Delta}{600}$$

Sredina iz sva tri girusa imala bi onda popravak odnosno pogrešku:

$$\frac{\Delta}{600} \frac{0 + 300 + 600}{3} = \frac{\Delta}{2}$$

Općenito kod  $s + 1$  girusa i čitanja na mikrometru  $0 \frac{n}{s}$ ,  $1 \frac{n}{s}$ ,  $2 \frac{n}{s}$

$\dots s \frac{n}{s}$ , pogreška aritmetičke sredine bila bi:

$$\frac{1}{s+1} \left( 0 \frac{\Delta}{n} + \frac{n}{s} \frac{\Delta}{n} + 2 \frac{n}{s} \frac{\Delta}{n} + \dots + s \frac{n}{s} \frac{\Delta}{n} \right) \\ = \frac{0+s}{2} \frac{s+1}{s+1} \frac{\Delta}{s} = \frac{\Delta}{2}$$

Ako se, dakle, opaža na raznim mjestima mikro-skale, koja su mjesta simetrički raspoređena obzirom na sredinu te skale, pogreška za jednu vizuru ne svodi se na neki minimum, već stabilizira na izvjestan konstantan iznos  $\frac{\Delta}{2}$ .

To vrijedi za pojedinu vizuru. Možemo opažati makar na koliko velikom broju simetrički raspoređenih mjesta mikrometričke skale, sredina će ipak u slučaju runa biti opterećena s pogreškom  $\frac{\Delta}{2}$ .

Dalnja misao, prilično zavodljiva, je ova. Ako je lijeva vizura opterećena s konstantnim iznosom  $0,5 \Delta$ , pa s istim iznosom i desna vizura, u kutu kao razlici, biti će pogreška eliminirana t. j. popravak usljed runa ne će uopće biti potreban.

Ali to će se u potpunosti desiti samo iznimno. Ako su, naime, čitanja za lijevu vizuru simetrički raspoređena po mikroskali (oko njene sredine), ne mora to biti za desnu vizuru, jer ovisi o kutu, koji se mjeri, odnosno točnije o njegovim jediničnim minutama i sekundama. Neka na pr. čitanje za lijevu vizuru bude na mikrometru u prvome girusu kod spomenutog teodolita  $0' 00''$ , u drugome  $5'$ , trećem  $10'$  a mjeri se kut, koji ima jedinične minute 2 (dakle  $2'$  ili  $12'$ ,  $22'$  ... ili  $52'$ ). Za desnu vizuru će mikroskala biti u prvome girusu ne na  $O$ , nego na  $2'$ , u drugome girusu na  $7'$  i trećem opet na  $2'$ .

Aritmetička sredina je  $(2 + 7 + 2) : 3 = 3,67$  a ne 5. Prema tome upliv runa se u kutu neće u ovome slučaju eliminirati već samo umanjiti. Bit će jednak razlici:

$$3,67 \cdot 60 \cdot \frac{\Delta}{600} - \frac{\Delta}{2} = (0,37 - 0,50) \Delta = -0,13 \Delta.$$

U tablici 1 uzet je za opažanja u 3 girusa simetrički raspored za lijevu vizuru s čitanjima na mikrometru  $0'$ ,  $5'$ ,  $10'$ . Ako su minute desne vizure  $0'$  ili  $1'$  ili  $2'$  ... ili  $9'$ , pripadna čitanja za desnu vizuru su kako je u tablici izneseno. U posljednjoj rubrici izračunata je i pogreška uslijed zanemarivanja runa za sredinu iz 3 girusa. Sve to uz pretpostavku, da se radi o teodolitu Wildt T2 ili analogno građenom instrumentu. Pogreška uslijed zanemarivanja runa tiče se kuta kao razlike dviju vizura.

Iz tablice vidimo, da se kod ovakovog rasporeda zapravo repetiraju mjesta na mikrometru za desnu vizuru na pr. kod  $2'$  u prvome girusu za desnu vizuru imamo i u trećem girusu isti položaj mikrometra.

Nadalje vidimo, da se kod  $O$ ,  $5'$ ,  $10'$  (za prvu vizuru) run-korekcija posve eliminira, ako kod kuta, koji se mjeri, broj jediničnih minuta za desnu vizuru iznosi u prvome girusu  $O$ , a da se gotovo posve eliminiira, ako čitanje za tu vizuru u prvome girusu iznosi  $3'$  ili  $7'$  i slično.

Tablica 1.

Lijeva vizura minuta			Sredina	Razlika do 5,00	Pogreška u kutu uslijed zanemarivanja runa ‰ Δ
0	5	10			
Desna vizura minuta					
0	5	10	5,00	0,00	0,0
1	6	1	2,67	-2,33	-23,3
2	7	2	3,67	-1,33	-13,3
3	8	3	4,67	-0,33	- 3,3
4	9	4	5,67	+0,67	+ 6,7
5	10	5	6,67	+1,67	+16,7
6	1	6	4,33	-0,67	- 6,7
7	2	7	5,33	+0,33	+ 3,3
8	3	8	6,33	+1,33	+13,3
9	4	9	7,33	+2,33	+23,3
Zbroj					+16,7
Prosjek: +16,7 : 10 =					+1,67 ‰ Δ

To je dobro znati. Ako bi se, naime, računski želio run uzimati na knadno u obzir, kada su paralaktički kutevi već izračunani, mogle bi se računati run-korekcije i samo za one kuteve, kod kojih se upliv runa dovoljno automatski ne eliminira.

Kombinacija u 3 girusa s početnim 0 — 5 — 10 osim toga, što repetira mjesta, ima slabu stranu, što kod koincidiranja nule i desetke može u drugom položaju durbina indeks mikrometra vjerojatnije padati i u prazno t. j. izvan skale mikrometra.

Statistički je jednako vjerojatno, da će kut, koji se mjeri, u jediničnim minutama imati znamenku 0 ili 1 ili 2 . . . . ili 9. Pretpostavimo da mjerimo (paralaktički s letvom na krajevima) 10 stranica u nekom poligonu. Zbog jednostavnosti uzмимо da je poligon ispružen, 1 km dugačak, a stranice da su podjednako dugačke i da svaka ima po 100 m. Pošto znamenke 0, 1, 2 . . . . 9 za jedinične minute imaju jednaku vjerojatnost, uzмимо, da paralaktički kut jedne od tih stranica ima baš 0 jediničnih minuta, neki drugi 1', treći 2' i t. d. 9'. Onda je kut prve stranice uslijed neuzimanja u obzir run-korekcije pogrešan za 0‰ Δ, druge za -23,3‰ Δ, treće za -13,3‰ Δ i t. d. desete za +23,3‰ Δ. Uplivom tih pogrešaka ispasti će neke stranice poligonskog vlaka predugačke, druge prekratke. Koliko longitudinalno odstupanje imati će zamišljeni teoretski vlak uslijed zanemarivanja runa?

Izračunajmo prosjek zadnje rubrike u tablici 1. Izlazi +1,67 Δ. Dakle upliv runa spao je od Δ u prosjeku na ciglih 1,67‰ Δ.

Uzмимо, da je Δ = 1". Kod stranice od 100 m prouzrokuje 1" promjenu mjerene dužine od 24 mm.

Na dužinu od 100 m imamo dakle uz sve te pretpostavke prosječan upliv neuzimanja u obzir run-korekcije:

$$0,0167 \cdot 1 \cdot 24 \text{ mm} = 0,4 \text{ mm.}$$

Na čitav poligon od 10 takovih stranica upliv bi bio 4 mm.

Moram još nešto napomenuti u vezi tablice 1. Desna vizura, koja u prvome girusu ima 5, u drugome ima 10. Taj 10 može se koincidirati eventualno i kao 0. Onda bi girusi za tu vizuru bili ne 5, 10 5 nego 5, 0, 5. U potonjem slučaju bi sredina za tu vizuru bila 3,33. Razlika do 5,00 bi iznosila  $-1,67$ , dakle pogreška u kutu za takav slučaj ne više  $+16,7\%$  nego  $-16,7\%$ . Promijenio bi se, dakle, i zbroj zadnje rubrike od  $+16,7$  na  $-16,7$ , a prosjek  $+1,67\%$  na  $-1,67\%$ . Drugim riječima izmijenio bi se samo predznak rezultata, dok bi veličina ostala ista. A pošto je  $+1,67\%$  u principu jednako vjerojatan kao i  $-1,67$ , osim toga  $+1,67 - 1,67 = 0$ , vidimo, da se upliv runa kod metode 0, 5, 10 teoretski takorekući posve eliminira, makar se run i ne uzima posebno u obzir.

Pošto metoda 0, 5, 10 ima svojih slabih strana, nastaje pitanje, ne bi li se mogle naći za 3 girusa takove kombinacije, koje bi i dovoljno umanjile upliv runa i bile praktične.

Promotrimo kombinaciju, da se prva vizura započne s 0,00, pa što se na mikrometru očita za drugu (desnu) vizuru, da se to ostavi na mikrometru i s tim približno istim čitanjem uravna lijeva vizura u drugom girusu i tako započne drugi girus. Analogno, ono na mikrometru, što se čita na kraju drugog girusa, da se ostavi za čitanje na lijevu točku u trećem girusu. Dakle da se ne mora u svakom novom girusu naravnati mikrometar na izvjesno čitanje nego samo limb. Time se eventualno i nešto uštedi na vremenu a instrument manje dodiruje.

Neka jedinične minute kuta, koji se mjeri, iznose redom  $0', 1', 2' \dots 9'$ . Za prvi slučaj  $0'$  biti će u svim girusima na lijevu i desnu vizuru uglavnom  $0'$ , pa ako se uvijek i koincidira na  $0'$  (a ne na  $10'$ ), pogreška uslijed zanemarivanja runa biti će eliminirana, jer je za lijevu i desnu vizuru istoga iznosa,

U slučaju, da kut, koji se mjeri, za jedinične minute ima 1, 2,  $\dots$  9, kod rada u 3 girusa nastaje upliv runa na izmjeru kuta, kako je izneseno u tablici 2.

Tablica 2.

Čitanje na mikrometru						Razlika = po- greška u kutu % $\Delta$
lijeva			desna			
vizura						
girusi	sredina	upliv runa % $\Delta$	girusi	sredina	upliv runa % $\Delta$	
0 0 0	0	0	0 0 0	0	0,0	0,0
0 1 2	1	10	1 2 3	2	20,0	+10,0
0 2 4	2	20	2 4 6	4	40,0	+20,0
0 3 6	3	30	3 6 9	6	60,0	+30,0
0 4 8	4	40	4 8 2	4,67	46,7	+ 6,7
0 5 10	5	50	5 10 5	6,67	66,7	+16,7
0 6 2	2,67	26,7	6 2 8	5,33	53,3	+26,6
0 7 4	3,67	36,7	7 4 1	4	40,0	+ 3,3
0 8 6	4,67	46,7	8 6 4	6	60,0	+13,3
0 9 8	5,67	56,7	9 8 7	8	80,0	+23,3
Zbroj:						+149,9
Prosijek: $+149,9 : 10 = +14,99\% \Delta$						

Dakle taj drugi način znatno je nepovoljniji od prvog načina u pogledu eliminacije runa. Svi iznosi u zadnjoj rubrici su pozitivni. Kod poligonskog vlaka, kakovog smo prije zamislili, ne dolazi do eliminiranja runupliva. Uz iste ostale okolnosti taj upliv na 100 m prosječno iznosi ( $\Delta = 1''$ ):

$$0,1499 \cdot 24 \text{ mm} = 3,6 \text{ mm}$$

Za vlak od 10 takovih stranica 36 mm.

U tablici 1 su pozitivne pogreške (uslijed zanemarivanja runa) jednako česte kao i negativne a manji njihovi iznosi češći nego li veći. Dakle tamo pogreške uslijed zanemarivanja runa imaju izvjesne karakterne osobine slučajnih pogrešaka premda su sistematske. U tablici 2 to nije tako.

Promotrimo daljnju kombinaciju, donekle sličnu kombinaciji kakova je iznesena u tablici na str. 258 knjige prof. Ing. M. Jankovića: Poligonometrija, Zagreb 1951. Kod rada u tri girusa prvi da se opaža sa čitanjem mikrometra cca 2', drugi 4', treći 6'. Pripadne položaje odnosno čitanja mikrometra za desnu vizuru, ako kut, koji se mjeri, ima 0', 1', 2', ... 9' jediničnih minuta, daje tablica 3. Analogno kao u tablici 1 izračunan je upliv zanemarivanja runa na mjereni kut. Prosjek je + 15%  $\Delta$ .

Tablica 3.

Lijeve vizura minuta			Sredina	Razlika do 4,00	Pogreška u kutu uslijed zanemarivanja runa % $\Delta$	
2	4	6				
Desna vizura minuta						
2	4	6	4,00	0,00	0,0	
3	5	7	5,00	+1,00	+10,0	
4	6	8	6,00	+2,00	+20,0	
5	7	9	7,00	+3,00	+30,0	
6	8	10	8,00	+4,00	+40,0	
7	9	1	5,67	+1,67	+16,7	
8	10	2	6,67	+2,67	+26,7	
9	1	3	4,33	+0,33	+ 3,3	
10	2	4	5,33	+1,33	+13,3	
1	3	5	3,00	-1,00	-10,0	
Zbroj:					+150,0	
Prosjek:					+150,0 : 10 = +15,0% $\Delta$	

U tablici 3 na tri mjesta dolazi 10. Ako se na ta mjesta umjesto 10 stavi 0 t. j. koincidira ne na 10 nego na 0, zbroj se smanjuje na + 50, a prosjek na + 5%  $\Delta$ . Pretpostavimo, da se polovicu puta koincidira na 0, a polovicu puta na 10, pa bi prosjek za tu metodu iznosio cca + 10%  $\Delta$ .

Spomenuta knjiga za početne vizure zapravo ne daje za tri girusa 2, 4, 6 nego ispravnije 2' 10", 4' 30" i 6' 50". Za tu ispravniju kombinaciju izračuna se kao prosjek također + 5%  $\Delta$ .

Analogno sam izračunao za opažanja u 3 girusa još i za druge kombinacije. Na pr. kombinacija 0', 1', 2' daje + 41,7  $\Delta$ , kombinacija 1, 2, 3, daje + 30%  $\Delta$ . Kombinacija 3, 5, 7 daje prosjek + 5%  $\Delta$  odnosno - 5%  $\Delta$  već prema tome da li se u slučaju nule koincidira s nulom ili desetkom. Kombinacija 4, 5, 6 daje

opet 5‰ i t. d. Očito su povoljnije one kombinacije, koje daju simetrički raspored oko sredine mikroskale.

Da se na što manju mjeru svede i upliv eventualnih unutrašnjih pogrešaka mikro-skale korisno je u raznim girusima i s tog gledišta opažati na raznim mjestima skale. Najbolje je, da su ta mjesta jednoliko razvrstana po skali. Za 3 girusa je simetrično obzirom na sredinu skale a jednoliko po krugu skale od 600" raspoređena kombinacija 1' 40", 5' 00", 8' 20". I za nju sam izračunao prosječan upliv zanemarivanja runa s posve istim rezultatom, koji je dobiven za kombinaciju 0, 5, 10. Dakle u prosjeku i ta kombinacija takorekući posve eliminira upliv zanemarivanja runa.

Prema tome smatram, da kod rada u tri girusa dolazi u obzir kombinacija 1' 40", 5' 00", 8' 20" umjesto kombinacija 0', 5', 10' ili 2' 10", 4' 30", 6' 50".

Kod opažanja u 4 girusa za kombinaciju 2' 10", 4' 20", 6' 40, 8' 50" (vidi Janković ibidem) izračuna se prosjek — 5‰  $\Delta$ , dok za raspored 1' 15", 3' 45", 6' 15", 8' 45" izlazi 0‰  $\Delta$  t. j. kao teoretska puna eliminacija runa.

Naravno kod najtočnijih radova dobro bi ipak bilo svaku pojedinu vizuru popravljati s pripadnom run-korekcijom.

## 2.

Kod teodolita Wild T 2 br. 21875 ispitao sam run na slijedeći način. Naravno sam 0' 00' mikroskale na 0° 50', glavne skale. Zatim sam mikroskopom koindicerio crticu 359° 50', pa ponovno 0° 00' i 359° 50' i tako 5 puta taj isti interval završnih 10 minuta glavne skale. Potpuno analogno sam po 5 puta koindicerio intervale 30° do 29° 50', 60° do 59° 50' i t. d. 330° do 329° 50' i 360° do 359° 50'.

Rezultati izneseni su u tablici 4. Kod pojedinih čitanja indeks mikrometra opetovano je naravno dolazio i u prazno. U ovakovim slučajevima sam odoka

Tablica 4.

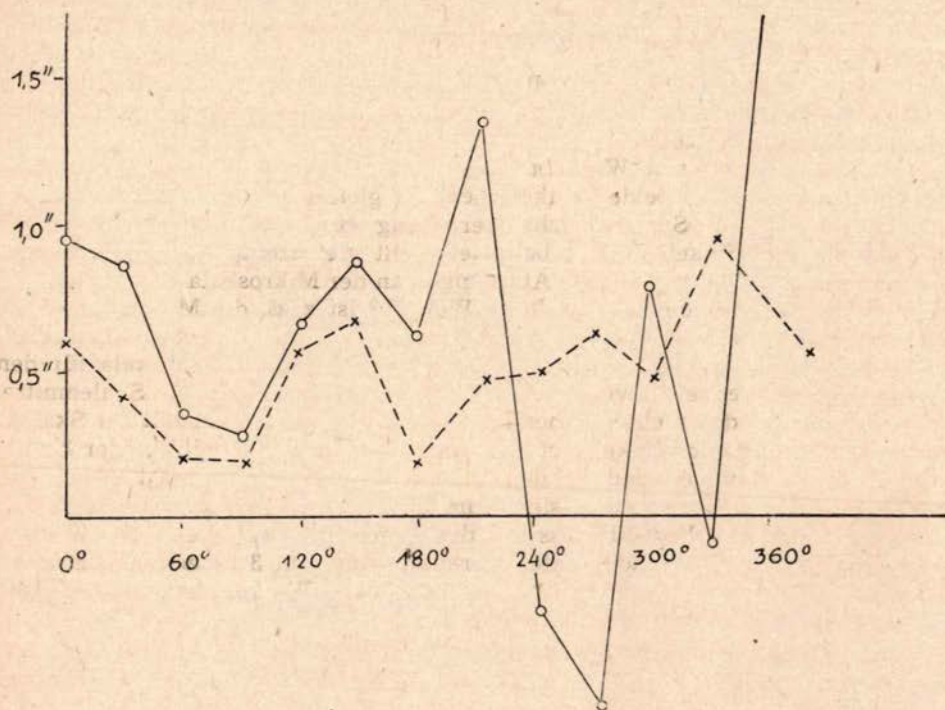
Interval		Srednja pogreška
od	do mlade crtice	
10' + sekunda		
0°	0,94"	0,60
30°	0,86"	0,41
60°	0,34"	0,20
90°	0,28"	0,19
120°	0,64"	0,54
150°	0,84"	0,66
180°	0,60"	0,19
210°	0,32"	0,47
240°	—0,32"	0,49
270°	—0,66"	0,61
300°	0,78"	0,46
330°	—0,10"	0,91
360°	1,76"	0,26
Zbroj:	+7,28	
Prosječno: +7,27 : 13 = +50,56"		

procijenio koliko je indeks udaljen od svršetka odnosno početka mikroskale.

Prosječno je interval glavne podjele izmjeren mikrometrom ispao za  $0,56'' \pm 0,15''$  prevelik odnosno skala mikrometra za toliki iznos prekratka. Run korekcija na  $600''$  iznosi dakle  $-0,56''$ .

Iznosi tablice 4 prikazani su i grafički u slici 2. Točkicama rubrika 2, križićima rubrika 3.

Naravno da su iznosi iz rubrike 2 opterećeni i s pogreškama podjele limba. Ako su te pogreške na nekim mjestima pozitivne, na drugima moraju biti negativne. Prosjek rubrike 2 dakle ipak uglavnom daje podatak za  $\Delta$ . Vidimo, da kod konkretnog instrumenta iznosi nešto manje od  $1\%$  dužine mikroskale ( $0,56'' : 600'' \sim 1 : 1000$ ).



Slika 2

U prvome poglavlju izračunano je longitudinalno odstupanje teoretski zamišljenog poligonskog vlaka, dugačkog  $1000\text{ m}$  uz pretpostavku  $\Delta = 1''$ . Kod konkretnog ispitivanog teodolita je  $\Delta = 0,56''$ . Prema tome se uslijed zanemarivanja runa mogu i u longitudinalnom linearnom odstupanju vlaka teoretski odnosno prosječno očekivati iznosi od prilike nešto veći od polovice tamo navedenih iznosa.

Run nije konstantna veličina. U vezi s raznim promjenama (temperatura i t. d.) mijenja se i tokom dana. Ipak rezultat od  $0,56''$  za konkretan instrument daje izvjesnu sliku o stepenu njegove veličine. Polumjer limba kod toga instrumenta iznosi  $50\text{ mm}$ . Veličina  $0,56''$  na takovom krugu odgovara samo  $0,000136\text{ mm}$ .



Na kraju bi želio još nešto navesti u vezi izgradnje mikroskale teodolita T2. Da indeks mikroskale ne može pasti »u prazno« (gdje više nema podjele), zar se ne bi moglo uvesti kratke produžne pomoćne skale na pr. u drugoj boji analogno produžnim skalama na logaritamskom računalu ili produžnim crticama na noniusu?

### Beitrag zur Kenntnis der Elimination des Run-einflusses in der Parallaktischen Polygonometrie

Moderne Theodolite zeigen auch gewisse Unterschiede  $\Delta$  zwischen Intervall  $i$  der Glaskreishauptteilung und zugehörigem  $i'$  der Teilung des optischen Mikrometers. Bei einer einzigen Beobachtung nach einem einzigen Ziele kann dieser Einfluss Werte von 0 bis  $\Delta$  einnehmen. Bei Beobachtung nach einem Ziele, aber in mehreren an der Mikroskala symmetrisch zur Skalenmitte verteilten Sätzen, bleibt das Satzmittel jedoch mit  $0,5 \Delta$  behaftet (ohne Rücksicht auf die Zahl der Sätze).

Bei Berechnung von *Winkeln* wird dieser Einfluss vollkommen nur dann behoben, wenn er für beide Winkelschenkeln gleich ist. Das kommt aber nur ausnahmsweise vor. Symmetrische Verteilung verschiedener Satzablesungen für den linken Winkelschenkel bedeutet nicht gleichzeitig auch eine gleiche symmetrische Verteilung solcher Ablesungen an der Mikroskala für den rechten Winkelschenkel. Bei einem Theodolite Wild T 2 ist z. B. die Mikroskala in 10 Minuten mal 60 Sekunden also in  $600''$  geteilt. Endet der Wert des gemessenen Winkels zufällig mit  $O'$  und sind die Ablesungen an der Mikroskala für den linken Winkelschenkel in verschiedenen Sätzen symmetrisch zur Skalenmitte, so bleiben sie für den rechten Schenkel soeben symmetrisch verteilt zur Skalenmitte. Endet aber der Winkelwert nicht mit  $O'$  sonder z. B. mit  $1'$ , oder  $2', \dots$ , oder  $9'$ , die Ablesungen sind für den rechten Winkelschenkel nicht mehr symmetrisch zur Skalenmitte, weil sie ja um  $1', 2', \dots 9'$  verschoben werden.

Tab. 1 gibt den Rest-Einfluss auf den Winkel in  $\% \Delta$ , wenn der Winkelwert mit  $O', 1' \dots 9'$  endet unter Voraussatzung von 3 Sätzen und Einstellungen  $O', 5', 10'$  der einzelnen Sätze für den linken Winkelschenkel. Am Ende der Tabelle ist der Durchschnitt angegeben (nur  $1,67\% \Delta$ ).

Tab. 2 zeigt den Run-Einfluss unter Voraussatzung von 3 Sätzen und folgender Arbeitsweise. Wass an der Mikroskala für den rechten Winkelschenkel abgelesen würde, bleibe an der Skala stehen für den linken Winkelschenkel im nächsten Satze u. s. w. Bei solcher Methode würde der Run-Einfluss viel weniger eliminiert.

Es werden auch andere Kombinationen betracht. Für den genannten Theodolit und die Arbeit in 3 Sätzen empfiehlt der Autor links auf ungefähr  $1'40''$ ,  $5'00''$ ,  $8'20''$  einzustellen und bei 4 Sätzen auf cca  $1'15''$ ,  $3'45''$ ,  $6'15''$ ,  $8'45''$ .

Die Untersuchung eines konkreten Instrumentes (Wild T2 Nr. 21 875) gab  $\Delta = +0,56$  sexagesimale Sekunden.