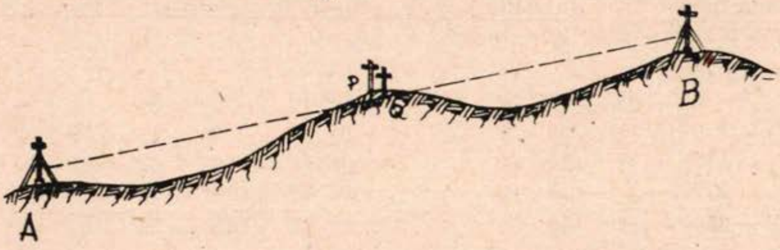
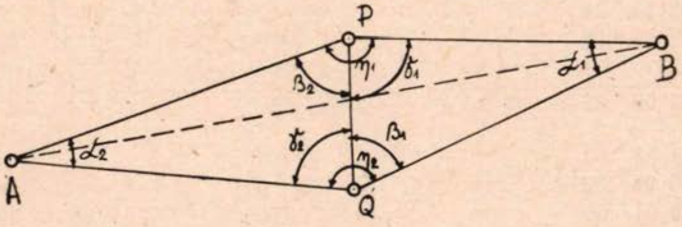
Ing. Gjurgjan Zvonimir — Zagreb

Indirektni pravci u triangulaciji

Prigodom razvijanja trigonometrijske mreže, često se dešava da nismo u stanju postići pojedine neophodne pravce uslijed konfiguracije terena. Tada se služimo indirektnom vezom. Određivanje pravca u triangulaciji na ovaj način prakticirao se i ranije, te o tome postoji brojna literatura. Na prošlogodišnjim radovima na triangulaciji imali smo nekoliko takovih slučaja. Iznosimo dva, na kojima želimo dati uvida u točnost ovakovog rješenja analizirajući njihove pogreške.

I. slučaj





Između točaka A i B ispriječio se je goli greben na kom se postavljene točke P i Q na blizini, 30 m jedna od druge, tako da se međusobno dogledaju. Obavljena su slijedeća mjerenja: u 20 girusa su izmjereni kutevi: α_1, α_2, η_1, i η_2, a u 10 girusa kutevi: β_1 β_2, γ_1 i γ_2. Nadalje je u 10 girusa mjereno sa točaka A i B na točku P sa tri orjentacije na točke I. ili dane točke II. reda.

Rezultati mjerenja su slijedeći:

$\alpha_1 = 0^0\,22'\,30.''36$ $\qquad$ $M = \pm\,0.''\,15$
$\alpha_2 = 0^0\,11'\,39.''\,37$ $\qquad$ $M = \pm\,0.''\,18$
$\eta_1 = 179^0\,52'\,29.''\,76$ $\qquad$ $M = \pm\,0.''\,31$
$\eta_2 = 179^0\,33'\,20.''\,02$ $\qquad$ $M = \pm\,0.''\,56$
$\beta_1 = 89^0\,35'\,16.''\,02$
$\beta_2 = 89^0\,50'\,06.''\,32$
$\delta_1 = 90^0\,02'\,23.''\,28$
$\delta_2 = 89^0\,58'\,04.''\,00$

Stajalište: A

$$\left.\begin{array}{l} C - \quad 0^0\,00'\,00.''\,00 \\ D - \quad 87^0\,36'\,52.''\,37 \\ P - 193^0\,25'\,37.''\,33 \\ E - 266^0\,44'\,31.''\,21 \end{array}\right\} \quad M = \pm\, 0.''\,37$$

Stajalište: B

$$\left.\begin{array}{l} D - \quad 0^0\,00'\,00.''\,00 \\ G - \quad 97^0\,26'\,24.''\,77 \\ H - 199^0\,57'\,39.''\,96 \\ P - 284^0\,43'\,37.''\,34 \end{array}\right\} \quad M = \pm\, 0.''55$$

Budući da je omjer stanica $\frac{AP}{PQ} = 295$, a $\frac{BP}{PQ} = 153$, vidimo, da kutevi, čiji je krak kratka strana PQ, ne mogu ući u izjednačenje istodobno kad i kutevi α_1, α_2, η_1 i η_2, te stoga moramo prvo zadovoljiti uslov četverokuta APBQ, a tek nakon toga uslove trokuta APQ i BQP, a da kod popravljanja kuteva trokuta ne diramo u već popravljene kuteve α_1, α_2, η_1 i η_2.

Tako imamo:

$\alpha_1 =$	$0^0 - 22' - 30.''\,36$	$+\,0.''\,17 =$	$0^0 - 22' - 30.''\,53$
$\alpha_2 =$	$0^0 - 11' - 39.''\,37$	$+\,0.''\,16 =$	$0^0 - 11' - 39.''\,53$
$\eta_1 =$	$179^0 - 52' - 29.''\,60$	$+\,0.''\,16 =$	$179^0 - 52' - 29.''\,76$
$\eta_2 =$	$179^0 - 33' - 20.''\,02$	$+\,0.''\,16 =$	$179^0 - 33' - 20.''\,18$
$\Sigma =$	$359^0 - 59' - 59.''\,35$	$+\,0.''\,65 =$	$180^0 - 00' - 00.''\,00$

Ako sada zatvorimo trokute imamo:

$\alpha_1 =$	$90^0\,02'\,23.''\,28$		$=\ 0^0\,22'\,30.''\,53$
$\beta_1 =$	$89^0\,35'\,16.''\,02$	$-\,4.''\,92$	$=\ 89^0\,35'\,11.''\,10$
$\gamma_1 =$	$0^0\,22'\,30.''\,53$	$-\,4.''\,91$	$=\ 90^0\,02'\,18.''\,37$
$\Sigma_1 =$	$180^0\,00'\,09.''\,83$	$-\,9.''\,83$	$=\ 180^0\,00'\,00.''\,00$
$\alpha_2 =$	$0^0\,11'\,39.''\,53$		$=\ 0^0\,00'\,00.''\,00$
$\beta_2 =$	$89^0\,50'\,06.''\,32$	$+\,5.''\,07$	$=\ 89^0\,50'\,11.''\,39$
$\gamma_2 =$	$89^0\,58'\,04.''\,00$	$+\,5.''\,08$	$=\ 89^0\,58'\,09.''\,08$
$\Sigma_2 =$	$179^0\,59'\,49.''\,85$	$+\,10.''\,15$	$=\ 180^0\,00'\,00.''\,00$

Sa ovim rezultatima uđemo u račun, koji se radi po obrascu br. 2 V. Prema tome formularu, koji je priložen, izračunali smo kuteve: φ i ψ.

Sada nam još preostaje da izvršimo analizu srednje greške kuteva φ i ψ i pravaca AB. i BA. Za to će nam biti najzgodnije slijedeće rješenje:

$$\operatorname{ctg} \psi = \frac{c_2 + m}{n} \tag{1}$$

Iz trokuta BPR imamo:

$m = b_1 \cos (180^0 - \eta_1) = b_1 \cos \eta_1$;

$n = b_1 \sin (180^0 - \eta_1) = b_1 \sin \eta_1$,

te uvrstivši to u (1) dobijemo:

$$\operatorname{ctg} \psi = \frac{c_2}{b_1 \sin \eta_1} - \operatorname{ctg} \eta_1 \tag{2}$$

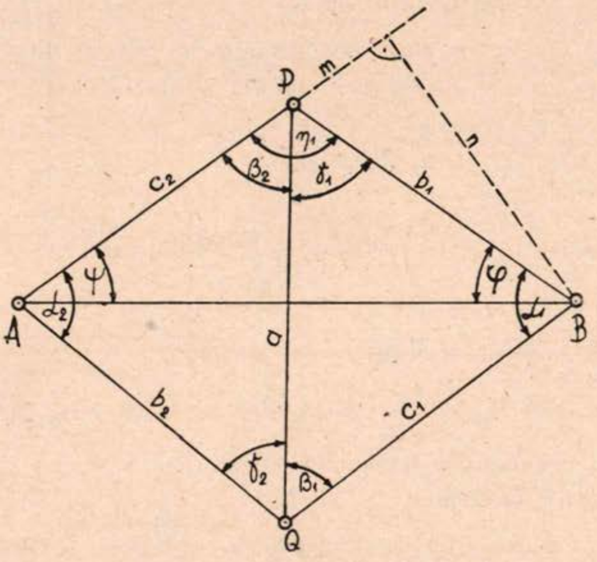
kako iz trokuta APQ i BQP imamo slijedeće odnose:

$$b_1 = a\,\frac{\sin\beta_1}{\sin\alpha_1} \quad i \quad c_2 = a\,\frac{\sin\gamma_2}{\sin\alpha_2}$$

te uvrstivši ih u jednadžbu (2) dobijemo:

$$\operatorname{ctg}\psi = \frac{\sin\gamma_2\,\sin\alpha_1}{\sin\beta_1\,\sin\alpha_2\,\sin\eta_1} - \operatorname{ctg}\eta_1 \tag{3}$$

Ako eksplicitni oblik jednadžbe (3) pretvorimo u implicitni, onda ta funkcija glasi:



$$F \equiv \operatorname{ctg}\psi + \operatorname{ctg}\eta_1 - \frac{\sin\alpha_1\,\sin\gamma_2}{\sin\alpha_2\,\sin\beta_1\,\sin\eta_1} = 0 \tag{4}$$

Deriviranjem gornje funkcije $F = F(\psi, \eta_1, \alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \gamma_2) = O$, po njenim varijablama ψ, η_1, α_1, α_2, β_1 i γ_1. dobijemo:

$$\frac{\partial F}{\partial\psi}\,d\psi + \frac{\partial F}{\partial\eta_1}\,d\eta_1 + \frac{\partial F}{\partial\alpha_1}\,d\alpha_1 + \frac{\partial F}{\partial\alpha_2}\,d\alpha_2 + \frac{\partial F}{\partial\beta_1}\,d\beta_1 + \frac{\partial F}{\partial\gamma_2}\,d\gamma_2 = O \tag{5}$$

ili u našem slučaju:

$$-\frac{d\psi}{\sin^2\psi} + \left(\frac{\sin\gamma_2\,\sin\alpha_1\,\cos\eta_1}{\sin\alpha_2\,\sin\beta_1\,\sin^2\eta_1} - \frac{1}{\sin^2\eta_1}\right)d\eta_1 - -\frac{\cos\gamma_2\,\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2\,\sin\beta_1\,\sin\eta_1}\,d\gamma_2 -$$

$$-\frac{\sin\gamma_2\,\cos\alpha_1}{\sin\alpha_2\,\sin\beta_1\,\sin\eta_1}\,d\alpha_1 + \frac{\sin\gamma_2\,\sin\alpha_1\,\cos\alpha_2}{\sin^2\alpha_2\,\sin\beta_1\,\sin\eta_1}\,d\alpha_2 +$$

$$+\frac{\sin\gamma_2\,\sin\alpha_1\,\cos\beta_1}{\sin\alpha_2\,\sin^2\beta_1\,\sin\eta_1}\,d\beta_1 = 0 \tag{6}$$

U želji pojednostavljenja gornjeg izraza možemo izvršiti slijedeću supstituciju:

$$\left.\begin{aligned} k_1 &= \left(\frac{\sin\psi}{\sin\eta_1}\right)^2 \left(1 - \frac{\sin\gamma_2 \sin\alpha_1 \cos\eta_1}{\sin\alpha_2 \sin\beta_1}\right) \\ k_2 &= \frac{\cos\gamma_2 \sin\alpha_1 \sin^2\psi}{\sin\alpha_2 \sin\beta_1 \sin\eta_1} \\ k^3 &= \frac{\sin\gamma_2 \cos\alpha_1 \sin^2\psi}{\sin\alpha_2 \sin\beta_1 \sin\eta_1} \\ k_4 &= \frac{\sin\gamma_2 \sin\alpha_1 \cos\alpha_2 \sin_2\psi}{\sin^2\alpha_2 \sin\beta_1 \sin\eta_1} \\ k_5 &= \frac{\sin\gamma_2 \,\mathrm{ain}\,\alpha_1 \cos\beta_1 \sin^2\psi}{\sin\alpha_2 \sin^2\beta_1 \sin\eta_1} \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

Ako izraze supstitucije iz (7) uvrstimo u (6), odbijemo:

$$-d\psi = -k_1 d\eta_1 - k_2 d\gamma_2 - k_3 d\alpha_1 + k_4 d\alpha_2 + k_5 d\beta_2 \tag{8}$$

Pređemo li sada na srednje greške imamo:

$$M_\psi = \pm\sqrt{(k_1 M_{\eta 1})^2 + (k_2 M_{\gamma 2})^2 + (k_3 M_{\alpha 1})^2 + (k_4 M_{\alpha 2})^2 + (K_5 M_{\beta 1})^2} \tag{9}$$

Uvrstimo li vrijednosti izračunate u obrascu 2. V. u izraze za supstituciju dane pod (7) dobijemo:

$k_2 = 0.343$, $k_2 = 0.143 \times 10^{-5}$, $k_3 = 0.075$, $k_4 = 0.144$ i $k_5 = 0.351 \times 10^{-5}$

te odmah vidimo da u našem slučaju greške kuteva γ_2 i β_1 neće praktički utjecati na kut ψ, budući da bi te greške, da praktički dođu do izražaja morale biti veće barem 10.000 puta od grešaka kuteva α_1, α_2 i η_1, što nije ni u kom slučaju. Izraz (9) možemo za naš slučaj pisati:

$$M_\psi = \pm\sqrt{(k_1 M_{\eta 1})^2 + (k_3 M_{\alpha 1})^2 + (k_4 M_{\alpha 2})^2} \tag{10}$$

Budući da smo prvotno zatvarali četverokut, APBQ to imamo:

$M_{\eta 1} = M_{\alpha 1} = M_{\alpha 2} = \pm \frac{\omega}{4}\sqrt{3} = \pm \frac{0.65}{4}\sqrt{3} = \pm 0.''28$, a izraz (10) glasi:

$$M_\psi = \pm M_{\alpha 1}\sqrt{k_1^2 + k_2^2 + k_3^2} = \pm 0.''28\sqrt{0.144} = \pm 0.''11$$

srednja greška direktnog pravca A B je tada:

$$M_{\overline{AB}} = \pm\sqrt{M^2_{\overline{AP}} + M^2_\psi} = \pm\sqrt{(0.37)^2 + (0.11)^2} = \pm 0.''39$$

Analogno, kao za kut ψ, dobiju se i i za kut φ slijedeći izrazi:

$$\left.\begin{aligned}
k_6 &= \left(\frac{\sin\varphi}{\sin\eta_1}\right)^2\left(1-\frac{\sin\beta_1\ \sin\alpha_2\ \cos\eta_1}{\sin\alpha_2\ \sin\gamma_2}\right)\\
k_7 &= \frac{\cos\beta_1\ \sin\alpha_2\ \sin^2\varphi}{\sin\alpha_1\ \sin\gamma_2\ \sin\eta_1}\\
k_8 &= \frac{\sin\beta_1\ \cos\alpha_2\ \sin^2\varphi}{\sin\alpha_1\ \sin\gamma_2\ \sin\eta_1}\\
k_9 &= \frac{\sin\beta_1\ \sin\alpha_2\ \cos\alpha_2\ \sin^2\varphi}{\sin^2\alpha_1\ \sin\gamma_2\ \sin\eta_1}\\
k_{10} &= \frac{\sin\beta_1\ \sin\alpha_2\ \cos\gamma_2\ \sin^2\varphi}{\sin\alpha_1\ \sin^2\gamma_2 \sin\gamma_2\eta_1}
\end{aligned}\right\} \qquad (11)$$

$$M_\varphi = \pm\sqrt{(k_6 M_{\eta 1})^2 + (k_7 M_{\beta 1})^2 + (k_8 M_{\alpha 2})^2 + (k_9 M_{\alpha 1})^2 + (k_{10} M_{\gamma 2})^2} \qquad (12)$$

Ako sada uvrstimo u formule (12) vrijednosti dobivene u obrascu 2 imamo:

$k_6 = 0{,}660$, $k_7 = 0{,}351 \times 10^{-5}$

$k_8 = 0{,}144$, $k_9 = 0{,}075$ i $k_{10} = 0{,}143 \times 10^{-5}$

odnosno analogno ranijem:

$$M_\varphi = \pm M_{\alpha 1}\sqrt{k_6^2 + k_8^2 + k_9^2}$$

$$M_\varphi = \pm 0.''19$$

A srednja greška pravca BA

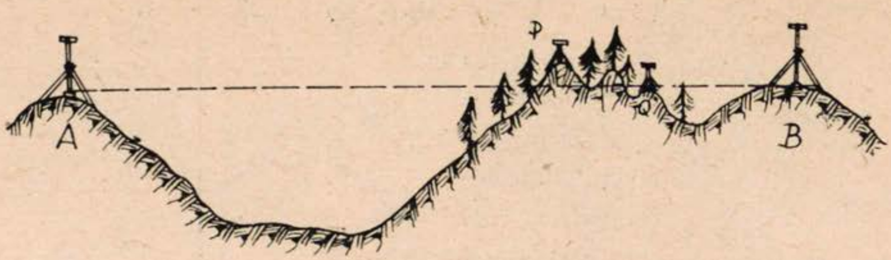
$$M_{BA} = \pm\sqrt{M^2_{\overline{BP}} + M^2_\varphi} = \pm\sqrt{(0.55)^2 + (0.19)^2} \qquad M_{\overline{BA}} = \pm 0.''58.$$

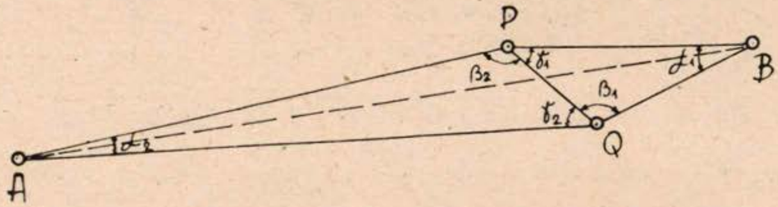
Dakle vidimo iz gornjih srednjih grešaka indirektno dobivenih pravaca $M_{\overline{AB}} = \pm 0.''39$ i $M_{\overline{BA}} = \pm 0.''58$, da su rezultati dobri, i da u cijelosti zadovoljavaju, budući da je po sadašnjim propisima dozvoljeno za II. o. red $M_{max} = \pm 1.''00$,, te se indirektni pravac u oba smjera može uvrstiti sa istom težinom, kao i mjereni pravci.

II. slučaj:

Između točaka A i B ispriječio se je pošumljeni greben bliže točki B, i konfiguracija terena nije dozvlojavala drugi, povoljniji način postavljanja točaka P i Q. Na terenu su izmjereni kutevi α_2, β_1, β_2, γ_1 i γ_2 u 10 girusa, a kut α_1 u 16 girusa. Isto tako je izmjeren u 10 girusa sa točaka A i B pravac na P sa 3 orjentacije na dane točke sa srednjim greškama $M_{\overline{AP}} = \pm 0.''51$ i $M_{BP} = \pm 0.''41$ Ovdje se obzirom na figuru nije moglo pristupiti prvo izjednačenju četverokuta APBQ, pa tek onda izjednačenju trokuta APQ i BQP, jer bi nam kutevi γ_1, γ_2 β_1 i β_2 previše kvarili kuteve φ i ψ, nego su odmah izjednačeni trokuti APQ i APQ, samo su pojedinim kutevima dane težine pro-

II. slučaj





procionalne broju girusa u kom je kut mjeren i kvadratnom korjenu dužine kraće strane kraka kuta:

te su dobivene slijedeće težine: $p_{\beta 1} = p_{\beta 2} = p_{\gamma 1} = p_{\gamma 2} = 10\sqrt{1} = 10$

$p = n\sqrt{d_{min}}$ $\qquad p_{\alpha 1} = 16\sqrt{2.5} = 35$ $\qquad p_{\alpha 2} = 10\sqrt{5,7} = 24$

te su s tim težinama izjednačeni trokuti:

I. trokut

mjereni kut	M	$\frac{10}{p}$	$\omega \frac{\frac{1}{p}}{\left[\frac{1}{p}\right]}$	definitivni kut	M
$\alpha_1 = 7^0\ 59'\ 08.''30$	$\pm\ 0.''26$	0.29	$-0.''24$	$= 7^0\ 59'\ 08.''\ 06$	$\pm\ 0.''\ 61$
$\beta_1 = 152^0\ 07'\ 23.''46$	$\pm\ 0.''63$	1.00	$-0.''81$	$= 152^0\ 07'\ 22.''\ 65$	$\pm\ 0.''\ 92$
$\delta_2 = 16^0\ 53'\ 30.''10$	$\pm\ 1.''35$	1.00	$-0.''81$	$= 19^0\ 53'\ 29.''\ 29$	$\pm\ 0.''\ 92$
$\Sigma_1 = 180^0\ 00'\ 01.''86$		2.29	$-1.''86$	$= 180^0\ 00'\ 00.''\ 00$	

$$M_{\alpha 1} = \pm \frac{\omega}{\left[\frac{1}{p}\right]} \sqrt{\frac{1}{p\alpha_1}\left(\frac{1}{p\beta_1} + \frac{1}{p\gamma_1}\right)} = \pm \frac{1.''86}{2.29} \sqrt{0.29 \times 2.00} = \pm\ 0.''61$$

$$M_{\beta 1} = M_{\gamma 1} = \pm \frac{\omega}{\left[\frac{1}{p}\right]} \sqrt{\frac{1}{p\beta_1}\left(\frac{1}{p\alpha_1} + \frac{1}{p\gamma_1}\right)} = \pm \frac{1.''86}{2.29} \sqrt{1.00 \times 1.29} = \pm\ 0.''92$$

II. Trokut

Mjereni kut	M	$\frac{10}{p}$	$\omega \frac{\frac{1}{5}}{\left[\frac{1}{p}\right]}$	definitivni kut M	M
$\alpha_2 = 2^0\ 33'\ 36.''78$	$\pm\ 0.''24$	0.34	$-0.''68$	$= 2^0\ 33'\ 36.''\ 10$	$\pm\ 1.''\ 67$
$\beta^2 = 158^0\ 15'\ 44.''58$	$+\ 1.''29$	1.00	$-2.''03$	$= 158^0\ 15'\ 42.''\ 55$	$\pm\ 2.''\ 35$
$\delta_2 = 19^0\ 10'\ 43.''38$	$\pm\ 1.''00$	1.00	$-2.''08$	$= 19^0\ 10'\ 41.''\ 35$	$\pm\ 2.''\ 35$
$\Sigma_2 = 180^0\ 00'\ 04.''74$		2.34	$-4.''74$	$= 180_0\ 00'\ 00.''\ 00$	

$$M_{\alpha 2} = \pm \frac{4.''74}{2.34} \sqrt{0.34 \times 2.00} = \pm\ 1.''67$$

$$M_{\beta 2} = M_{\gamma 2} = \pm \frac{4.''74}{2.34} \sqrt{1.00 \times 1.34} = \pm\ 2.''35.$$

Radi jednostavnijeg računa uvršteno je

$\eta_1 = \beta_2 + \gamma_1$ i $\eta_2 = \beta_1 + \gamma_2$, a srednja greška tih kuteva je

$$M_{\eta 1} = M_{\eta 2} = \pm \sqrt{(0.92)^2 + (3.35)^2} = \pm\ 2.''52$$

Sa izjednačenim kutevima na gornji način pristupilo se računu u obrascu br. 2. $\sqrt{}$. i dobiveni su slijedeći rezultati:

$\varphi = 1^0\ 16'\ 01.''\ 05$

$\psi = 0^0\ 34'\ 47.''\ 11$

Po formulama (7) i (11) dobivene su slijedeće vrijednosti: $k_1 = 0.316$, $k_2 = k_{10} = 0.020$, $k_3 = k_9\ 0.049$, $k_4 = k_8 = 0.155$, $k_5 = k_7 = 0.013$ i $k_6 = 0.684$, te uvrstivši te vrijednosti u formule (10 i (12) imamo:

$$M_\psi = \pm\sqrt{(0.316 \times 2.52)^2 + 0.020 \times 2.35)^2 + (0.049 \times 0.61)^2 + (0.156 \times 1.67)^2 +}$$
$$\sqrt{+ (0.013 \times 0.92)^2} =$$

$M_\psi = \pm\ 0.''84$, i

$$M_\varphi = \pm\sqrt{(0,684 \times 2.52)^2 + (0\ 013 \times 0.92)^2 + (0,155 \times 1.67)^2 + (0.049 \times 0.61)^2 +}$$
$$\sqrt{+ 0.020 \times 2.35)^2} =$$

$M_\varphi = \pm\ 1.''74$

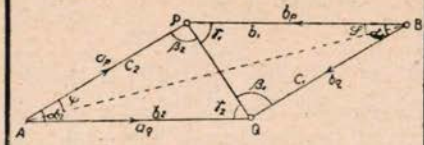
Ako sada izračunamo srednju grešku indirektnih pravaca $\overline{AB}$ i $\overline{BA}$ dobijemo:

$$M_{\overline{AB}} = \pm \sqrt{M^2_{\overline{AP}} + M^2_\psi} = \pm \sqrt{(0.51)^2 + (0.84)^2} = \pm\ 0.''98, \text{ i}$$

$$M_{\overline{BA}} = \pm \sqrt{M^2_{\overline{BP}} + M^2_c} = \pm \sqrt{(0.41)^2 + (1.74)^2} = \pm\ 1.''79$$

Računanje indirektno merenih pravaca

Tačka A: .... Tačka B: ....



Tro-ugao	Uglovi su uzeti:	Mereni uglovi		Popravljeni uglovi	Primedba
1		α_1	0 22 30.53		
		β_1	89 35 11.10		
		γ_1	90 02 18.37		
		Σ	180 00 00.00		
2.		α_2	0 11 39.53		
		β_2	89 50 11.39		
		γ_2	89 58 09.08		
		Σ	180 00 00.00		

Formule:

$$\operatorname{tg}\mu = \frac{\sin\alpha_2 \cdot \sin\beta_1}{\sin\gamma_2 \cdot \sin\alpha_1}$$

$$\frac{\varphi+\psi}{2} = 90^\circ - \left(\frac{\beta_1+\gamma_1}{2}\right)$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi-\psi}{2}\right) = \operatorname{tg}\left(\frac{\varphi+\psi}{2}\right)\cdot \operatorname{ctg}(45^\circ+\mu)$$

$$\varphi = \frac{\varphi+\psi}{2} + \frac{\varphi-\psi}{2}$$

$$\psi = \frac{\varphi+\psi}{2} - \frac{\varphi-\psi}{2}$$

Formule za kontrolno računanje razlike uglova φ i ψ:

$$b_1 = \frac{\sin\beta_1}{\sin\alpha_1}$$

$$c_2 = \frac{\sin\gamma_2}{\sin\alpha_2}$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi-\psi}{2}\right) = -\frac{c_2-b_1}{c_2+b_1}\cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\varphi+\psi}{2}\right)$$

$\beta_2+\gamma_1$ =	179 52 29.76	$\sin\alpha_2$ ...	7.530 3804	$\sin\beta_1$ ...	9.999 9887	(c_2-b_1) ...	2.152 7099
$\frac{\beta_2+\gamma_1}{2}$ =	89 56 14.88	$\sin\beta_1$ ...	9.999 9887	$1/\sin\alpha_1$ ...	2.183 9241	$\frac{1}{c_2+b_1}$ ...	7.349 1226
$\frac{\varphi+\psi}{2}$ =	0 03 45.12	$1/\sin\gamma_2$ ...	0.000 0001	b_1 ...	2.183 9128	$\operatorname{tg}\frac{\varphi+\psi}{2}$ ...	7.037 9887
$\frac{\varphi-\psi}{2}$ =	0 01 11.49	$1/\sin\alpha_1$ ...	2.183 9241	$\sin\gamma_2$ ...	9.999 9999	$\operatorname{tg}\frac{\varphi-\psi}{2}$ ...	6.539 8212
φ =	0 04 56.61	$\operatorname{tg}\mu$ ...	9.714 2933	$1/\sin\alpha_2$ ...	2.469 6196	$\frac{\varphi-\psi}{2}$ =	0 01′ 11.″49
ψ =	0 02 33.63	μ =	27 22 55.89	c_2	2.469 6195		
		$\operatorname{tg}\frac{\varphi+\psi}{2}$ ...	7.037 9887	b_1 =	152.7245		
		$\operatorname{ctg}(45^\circ+\mu)$ ...	9.501 8270	c_2 =	294.8624		
		$\operatorname{tg}\frac{\varphi-\psi}{2}$ ...	6.539 8157	c_2-b_1 =	+ 142.1379		
		$\frac{\varphi-\psi}{2}$ =	0° 01′ 11.″49	c_2+b_1 =	+ 447.5869		

Vizurna tačka Uglovi	Pravci su uzeti:	Mereni pravci / Pravci određeni indirektnim merenjem	Vizurna tačka Uglovi	Pravci su uzeti	Mereni pravci / Pravci određeni indirektnim merenjem
Stanica A:			**Stanica B:**		
P.	M=±0.″37	193 25 37.33	Q		
$+\psi$	M=±0.″11	0 02 33.63	$+(\alpha_1-\varphi)$		
B	M=±0.″39	193° 28′ 10.96	A:		
Q			P	M=±0.″55	284 43 37.34
$-(\alpha_2-\psi)$			$-\varphi$	M=±0.″49	0 04 56.61
B:			A:	M=±0.″58	284 38 40.73

Uz istu pretpostavku, kao i ranije pravac $\overline{AB}$ zadovoljava uslove za II. p. red, međutim pravac $\overline{BA}$ ne zadovoljava uslov za II. p. red budući da je $(M_{\overline{BA}}) > 1.''50$, stoga će trebati uvesti težinu za taj pravac.

$$p_{\overline{BA}} = \frac{M^2_{max}}{M^2_{\overline{BA}}} = \left(\frac{1.''50}{1.''79}\right)^2 = 0.7$$

i s tom težinom treba ući u izjednačenje za pravac BA.

Udaljenost točaka $\overline{AB}$ je kratka za II. p. red, i iznosi svega oko 3,5 km, a udaljenost BP iznosi oko 1,0 km, što je manje od prosječne udaljenosti točke IV. reda, te uslijed toga dolazi do slabog zatvaranja trokuta, usprkos pažnje kod opažanja i velikog broja girusa. Trebalo je svakako upotrebiit kod gornjeg slučaja pribor za preciznu poligonometriju sa prisilnim centriranjem, pa bi i rezultati bili daleko bolji.