Ing. Mato Janković, Zagreb

Izjednačenje poligonskog vlaka metodom uslovnih opažanja

(Nastavak)

Postupak kod izjednačenja i numerički primjer

Uobičajenim načinom sračunaju se koordinatne razlike u poligonskom vlaku, pošto smo kutnu nesuglasicu $f\beta$ raspodijelili podjednako na sve prelomne i vezne kutove.

Odstupanja f_y i f_x biti će:

$$f_y = \Delta Y - [\Delta y'] \qquad f_x = \Delta X - [\Delta x']$$

gdje su $\triangle Y$ i $\triangle X$ koordinatne razlike priključnih (zadanih) točaka, a $[\triangle y']$ i $[\triangle x']$ sume sračunatih koordinatnih razlika u vlaku.

Za naš primjer (tablica 1) je:

$$f_y = -0{,}034\,\text{m}: \quad f_x = -0{,}095\,\text{m}; \quad f_s = 0{,}101\,\text{m}$$

Uzdužno i poprečno odstupanje u vlaku možemo sračunati po formulama (5):

$$f_l = f_y \sin\varphi + f_x \cos\varphi \quad = +\,0{,}85\,\text{cm}$$
$$f_q = f_y \cos\varphi - f_x \sin\varphi \quad = -\,10{,}06\,\text{cm}$$

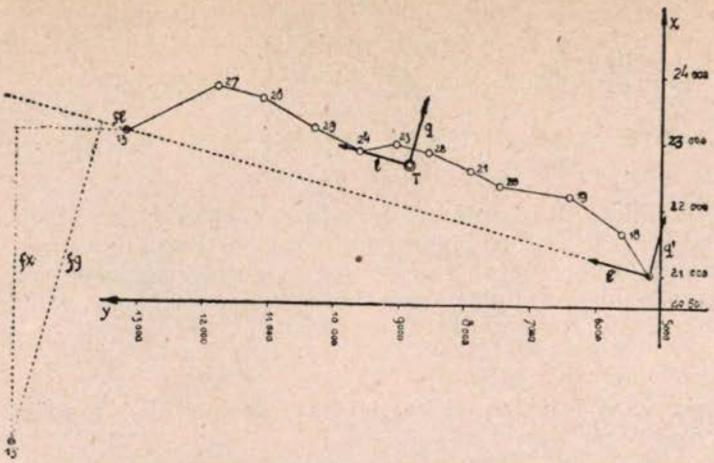
gdje je:

$$\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{[\Delta y']}{[\Delta x']}\,.$$

Međutim ove veličine možemo s dovoljno točnosti dobiti i grafički.

Za izjednačenje poligonskog vlaka potrebne su veličine l i q, koje ne računamo nego ih dobijemo također grafički. U pogodnom mjerilu 1:25.000 ili većem, nacrtamo vlak prema datim i sračunatim koordinatama. U točki 13 nanesemo paralelno s osovinama X iY veličine f_x i f_y u povećanom mjerilu prema veličini ovih odstupanja. Iz tako dobivene točke (13)′ spustimo okomicu na dijagonalu vlaka. Veličina f_q je ordinata, a f^l abscisa točke 13′ (vidi sl. 2.).

Ako spustimo okomice iz pojedinih točaka vlaka na dijagonalu, možemo u dotičnom mjerilu očitavati veličine l′ i q′ s točnošću do na 0,1 km, t. j. koordinate pojedinih točaka vlaka obzirom na početnu točku kao ishodište a dijagonalu vlaka kao abscisnu os. Ove vrijednosti upisujemo u određeni formular (tablica 1) u kojem se izvode sve računske operacije u vezi s izjednačenjem.



Slika 2.

Koordinate težišta vlaka označili smo sa l_0 q_0.

$$l_0 = \frac{[l']}{n} = \frac{478,3}{12} = 39,9$$

Abscise pojedinih točaka vlaka obzirom na težište kao ishodište biti će:

$$l_i = l_i' - l_0 \tag{22}$$

Za kontrolu mora biti $[l] = \varnothing$

Veličine $[l_i]_{i=1}^{i=n}$ u jednadžbi za g označimo sa »p , a računamo ih na slijedeći način:

Tablica 1

Točka	$\bar{y}$ (Δy)	$\bar{x}$ (Δx)	l' hm	$l = l_i' - l_o$	p	ll	q' hm	Δq hm	s hm	$\frac{\Delta q}{s}$	$\frac{(\Delta q)^2}{s}$
227	— 5161,60	20973,38	0,	— 39,9		1590	0				
	— 434,023	+ 653,550			— 39,9			+ 5.1	7,8	+ 0,65	+ 3,33
18			5,8	— 34,0		1160	+ 5,1				
	— 814,560	+ 521,572			— 73,9			+ 3,0	9,7	+ 0,31	+ 0,93
19			15,1	— 24,8		616	+ 8,1				
	— 1048,222	+ 149,049			— 98,7			— 1,1	10,6	— 0,10	+ 0,11
20			25,7	— 14,1		202	+ 7,0				
	— 455,059	+ 232,475			— 112,8			+ 1,0	5,1	+ 0,20	+ 0,20
21			30,5	— 9,4		88	+ 8,0				
	— 640,780	+ 285,059			— 122,2			+ 1,2	7,0	+ 0,17	+ 0,20
22			37,5	— 2,3		6	+ 9,2				
	— 515,964	+ 132,034			— 124.5			— 0.1	5,3	— 0,02	0,00
23			42,8	+ 2.9		8	+ 9,1				
	— 555,565	— 131,788			— 121,6			— 2,6	5,7	— 0,46	+ 1,18
24			47,8	+ 7,9		62	+ 6,5				
	— 678,165	+ 316,694			— 113.6			+ 1,4	7,5	+ 0,19	+ 0.26
25			55.1	+ 15,2		231	+ 7,9				
	— 816,612	+ 438.286			— 98.3			+ 2,0	9,3	+ 0,22	+ 0.43
26			64,2	+ 24,3		590	+ 9,9				
	— 680,617	+ 193.786			— 74,0			+ 0,3	7,1	+ 0,04	+ 0,01
27			71,3	+ 31,4		986	+ 10,2				
	— 1339,049	— 690,222			— 42,6			— 10.2	15,1	— 0.68	+ 6,90
13	— 13140,25	23073,77	82,5	+ 42,6		1815	0,0				
	$f_y = -0.034$	$f_x = -0,095$	478,3	- 0,1		7356			90,2		13,15

$$p_1 = l_1$$
$$p_2 = l_1 + l_2$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$p_{n-1} = l_1 + l_2 + \ldots + l_{n-1}$$

Ordinatu točke težišta q_0 i ordinate pojedinih točaka vlaka obzirom na težište kao ishodište nije ni potrebno računati, jer one kao takove nigdje ne dolaze u računanju. Koordinatne razlike $\triangle q$ mogu se naći neposredno iz veličina q'. U navedenom formularu ćemo prema tome sračunati veličine $\frac{\Delta q}{s}$ i $\frac{\Delta q \cdot \Delta q}{s}$.

Konstanta vlaka [aa] je jedan od koeficienata normalnih jednadžbi, a izražena je ovom formulom:

$$[aa] = \left[\frac{\Delta q \cdot \Delta q}{s}\right]\mu^2 + [ll]\frac{m_\beta^2}{\varrho^2} \tag{24}$$

μ je srednja pogreška jedinice dužine, a možemo je računati po formuli:

$$\mu^2 = \frac{m_s^2}{s}$$

U formulama (14) ulazi faktor srednja pogreška mjerenja dužina m_s. Kako su u ovdje tretiranom primjeru dužine strana mjerene optički

$g = 0{,}00132\,p$	$h = -0{,}0256\,\frac{\Delta q}{s}$	Δy	Δx	$h\Delta y$	$g\Delta x$	$dm\Delta y$	$d\Delta y$	$-g\Delta y$	$h\Delta x$	$dm\Delta x$	$d\Delta x$
− 0,053	− 0,0166	− 4,34	+ 6,54	+0,07	−0,35	− 0,03	− 0,3	− 0,23	− 0,11	+0,05	− 0,3
− 0,097	− 0,0079	− 8,15	+ 5,22	+0,06	−0,51	− 0,06	− 0,5	− 0,80	− 0,04	+0,04	− 0,8
− 0,130	+ 0,0026	−10,48	+ 1,49	−0,03	−0,19	− 0,08	− 0,3	− 1,36	0,00	+0,01	− 1,4
− 0,148	− 0,0051	− 4,55	+ 2,32	+0,02	−0,34	− 0,04	− 0,4	− 0,67	− 0,01	+0,02	− 0,7
− 0,161	− 0,0044	− 6,40	+ 2,85	+0,03	−0,46	− 0,05	− 0,5	− 1,03	− 0,01	+0,03	− 1,0
− 0,164	+ 0,0005	− 5,16	+ 1,32	0,00	−0,22	− 0,04	− 0,3	− 0,85	− 0,01	+0,01	− 0,8
− 0,160	+ 0,0118	− 5,56	− 1,32	−0,07	+0,21	− 0,05	+ 0,1	− 0,89	0,00	+0,01	− 0,9
− 0,149	− 0,0049	− 6,78	− 3,17	+0,03	−0,47	− 0,06	− 0,5	− 1,01	− 0,01	+0,02	− 1,0
− 0,129	− 0,0056	− 8,17	+ 4,38	+0,05	−0,57	− 0,06	− 0,6	− 1,06	− 0,02	+0,03	− 1,0
− 0,098	− 0,0010	− 6,81	+ 1,94	+0,01	−0,19	− 0,06	− 0,2	− 0,67	− 0,02	+0,01	− 0,7
− 0,056	+ 0,0174	−13,39	− 6,90	−0,23	+0,39	− 0,11	+ 0,1	− 0,75	− 0,12	−0,05	− 0,9
		−79,79	+21,01	−0,06	−2,70	− 0,64	− 3,4	− 9,32	− 0,34	−0,16	− 9,5

Zeiss-ovom invar letvom od tri metra, to bi bilo potrebno za svaku stranu računati srednje pogreške mjerenja i te veličine unijeti u računanje. Ovo bi svakako oduljilo računanje pa je prema ranije navedenim pretpostavkama umjesto računanja srednjih pogrešaka m_s uzeta srednja pogreška jedinice dužine $\mu = \frac{f_s}{\sqrt{[s]}}$.

Prema tome će koeficienat h u formulama (16) glasiti:

$$h = \frac{f_q}{[aa]} \mu^2 \frac{\Delta q}{s}$$

Ako uzmemo kao jedinice:

1 hm (100 m) za dužine pol. strana, koordinate i koord. razlike,

1 cm (0,01 m) za sva linearna odstupanja i popravke koordinatnih razlika,

onda će popravka kutova biti izražena u dužinskoj mjeri cm na 100 m (hm), ako je popravka kuta data formulom:

$$10^4 \frac{v'}{\varrho}$$

U našem primjeru biti će:

$$\mu = \pm \frac{f_s}{\sqrt{[s]}} = \sqrt{\frac{10^2{,}5}{90{,}^2}}\,; \quad \mu^2 = 1{,}138$$

Srednja pogreška mjerenog kuta $m\beta = \pm 5''$, i prema tome je:

$$\frac{m_\beta^2}{\varrho_2} = 5{,}88 \cdot 10^{-10}$$

Uzevši u obzir gore navedeni jedinični sustav biti će:

$$\frac{m_\beta^2}{\varrho^2} = 5{,}88 \cdot 10^{-10} \cdot 10^8 = 0{,}0588$$

Sada ćemo računati konstantu vlaka [aa]:

$[aa] = 13{,}57 \times 1{,}38 + 7355 \times 0{,}0588$

$[aa] = 447{,}97$

Popravke koordinatnih razlika računaju se po formulama (16):

$$[d\Delta y] = [\quad h\Delta y] + [g\Delta x] + [dm\Delta y] = fy$$
$$[d\Delta x] = [-g\Delta y] + [g\Delta x] + [dm\Delta x] = fx$$

dok se faktori h i g računaju po formulama:

$$h = \frac{f_q}{[aa]} \mu^2 \frac{\Delta q}{s} = -\frac{10{,}06}{447{,}97} \cdot 1{,}138 \cdot \frac{\Delta q}{s} = -\,0{,}0256 \cdot \frac{\Delta q}{s}$$
$$g = -\frac{f_q}{[aa]} \frac{m_\beta^2}{\varrho^2} \cdot p = +\frac{10{,}06}{447{,}97} \cdot 0{,}0588 \cdot p = +\,0{,}00\,132 \cdot p$$

Sva ostala računanja izvode se u formularu kako je prikazano u tabeli 1.

Na taj način dobili smo prvi dio popravaka koordinatnih razlika, koji je ovisan o točnosti mjerenja dužina i kutova u vlaku. Ukupni zbroj ovih popravaka ne će nam dati veličine odstupanja f_y i f_x, nego neke druge vrijednosti. Ostatak popravaka pada na pogrešku mjerila dm, koju možemo računati po formuli (17):

$$dm = \frac{f_y'}{[\Delta y]} = \frac{f_x'}{[\Delta x]}$$

U našem primjeru je:

$$f_y' = -3{,}4 + 2{,}76 = -0{,}64$$

$$dm = \frac{-0{,}64}{-79{,}79} = 0{,}0080$$

$$f_x' = -9{,}5 + 9{,}66 = +0{,}16$$

$$dm = \frac{+0{,}16}{+21.01} = 0{,}0076$$

Ovdje prikazan precizni poligonski vlak postavljen je na Rijeci između trig. točke 227 Dugi gat i 13 Volosko.

Obzirom na mala odstupanja u vlaku, nije baš sretno izabran za predočenje ove metode izjednačenja. Zato je bilo potrebno uzimati popravke čak na 0,01 cm, da bi se moglo prikazati računanje popravke mjerila. U ovom slučaju ova popravka nema praktičkog značenja, ali se odmah vidi, da može poslužiti kao stanovita kontrola računanja — mora biti jednake veličine i istog predznaka iz oba računanja. Mala razlika u veličini je u našem slučaju nastala uslijed zaokruživanja brojeva i može se zanemariti.

Međutim na ovom se primjeru može nešto drugo zorno prikazati, a to je jedan slučaj približnog izjednačenja poligonskog vlaka, pa je to razlog njegovog prikazivanja, da bi se mogle uporediti obadvije metode izjednačenja.

Približno izjednačenje poligonskog vlaka

Približna izjednačenja mogu se primijeniti prvenstveno kod vlakova specijalnog oblika, kod kojih će za takav slučaj to biti stroga metoda izjednačenja. U drugom redu će se približne metode moći primijeniti ako su jedne od srednjih pogrešaka male, pa se član u formuli za konstantu vlaka u kojemu takva pogreška dolazi može zanemariti.

a) Prvi slučaj približnog izjednačenja.

U našem primjeru vidimo odmah da su veličine u kojima ulazi faktor h malene, pa možemo smatrati da je $h = \varnothing$. Dovoljno je prema tome izjednačenje provesti, ako poprečnu pogrešku u vlaku eliminiramo popravkom samo kutova. Na riješenju konkretnog primjera vidjet ćemo kolike to ima praktične važnosti.

U jednadžbi za konstantu vlaka (24) možemo izostaviti prvi član, pa će ona onda glasiti:

$$[aa] = \frac{m^2}{\varrho^2}[ll]$$

$$g = -\frac{f_q}{[aa]}\frac{m_\beta^2}{\varrho^2}\cdot p = -\frac{f_q}{[ll]}\cdot p \tag{25}$$

Prema tome je korelata k izražena formulom:

$$k = -\frac{f_q}{[ll]} \tag{26}$$
$$g = \quad k \cdot p$$

Jednadžbe popravaka koordinatnih razlika biti će:

$$\begin{aligned}[d\,\Delta y] &= [g\,\Delta x] + [dm\,\Delta y] = f_y \\ [d\,\Delta x] &= -[g\,\Delta y] + [dm\,\Delta x] = f_x\end{aligned} \tag{27}$$

Veličine p računaju se prema formulama (22) i (23) dok ćemo dm računati također kao i u prvom slučaju:

$$dm = \frac{f_y'}{[\Delta y]} = \frac{f_x'}{[\Delta x]}$$

Numerički primjer s istim podacima kao i u prošlom slučaju naveden je u tablici 2.

Prema tablici 1. [ll]) = 7356

$$k = +\frac{f_q}{[ll]} = +\frac{10{,}06}{7356} = 0{,}00137$$
$$g = k \cdot p = 0{,}00137 \cdot p$$

Tablica 2

Točka	p	Δy	Δx	g=k.p	gΔx	dmΔy	dΔy	gΔy	dmΔx	dΔx
227	— 39,9	— 4,34	+ 6,54	— 0,055	— 0,36	— 0,03	— 0,4	— 0,24	+ 0,05	— 0,2
18	— 73,9	— 8,15	+ 5,22	— 0,101	— 0,53	— 0,06	— 0,6	— 0,92	+ 0,04	— 0,8
19	— 98,7	—10,48	+ 1,49	— 0,135	— 0,20	— 0,08	— 0,3	— 1,41	+ 0,01	— 1,4
20	— 112,8	— 4,55	+ 2,32	— 0,154	— 0,36	— 0,03	— 0,4	— 0,68	+ 0,02	— 0,7
21	— 122,2	— 6,40	+ 2,85	— 0,167	— 0,48	— 0,05	— 0,5	— 1,07	+ 0,02	— 1,0
22	— 124,5	— 5,16	+ 1,32	— 0,170	— 0,22	— 0,04	— 0,3	— 0,88	+ 0,01	— 0,9
23	— 121,6	— 5,56	— 1,32	— 0,167	+ 0,22	— 0,04	+ 0,2	— 0,93	— 0,01	— 0,9
24	— 113,6	— 6,78	+ 3,17	— 0,155	— 0,49	— 0,05	— 0,5	— 1,05	+ 0,02	— 1,0
25	— 98,3	— 8,17	+ 4,38	— 0,135	— 0,59	— 0,06	— 0,6	— 1,10	+ 0,03	— 1,1
26	— 74,0	— 6,81	+ 1,94	— 0,101	— 0,20	— 0,05	— 0,3	— 0,69	+ 0,01	— 0,7
27	— 42,6	—13,39	— 6,90	— 0,058	+ 0,40	— 0,10	+ 0,3	— 0,78	— 0,05	— 0,8
		—79,79	+21,01		— 2,81	— 0,59	— 3,4	— 9,65	+ 0,15	— 9,5

$$f_y = -3{,}4 \qquad\qquad f_x = -9.5$$
$$f_y' = -0{,}59 \qquad\qquad f_x' = +0{,}15$$
$$dm = \frac{-0{,}59}{-79{,}79} = 0{,}0074; \qquad dm = \frac{+0{,}15}{+21{,}01} = 0{,}0072$$

U tablici 2 izostavljeni su radi štednje prostora one rubrike, koje su zajedničke s tablicom 1, a nijesu neophodne radi prikaza približne metode izjednačenja.

Ako usporedimo rezultate izjednačenja jednim i drugim načinom vidjet ćemo da su razlike minimalne i da nemaju uopće nikakvog praktičnog značenja. Zato ćemo prije nego se odlučimo za način izjednačenja ispitati dali je praktičnije primijeniti približni način. U sličnim slučajevima ćemo svakako primijeniti približni način izjednačenja.

b) Drugi slučaj približnog izjednačenja.

Neka imamo vlak ili potpuno ispružen ili toliko iskrivljen, da ga prema razmatranjima u teoriji pogrešaka možemo smatrati ispruženim. Praktički će to biti u onom slučaju ako je $\frac{[s]}{L} \leq 1,1$, gdje je [s] suma strana, a L dijagonala vlaka.

Osim toga treba da bude $q \approx O$, $\Delta q \approx O$, da bi se moglo smatrati da je $\Delta l_i = s_i$.

Prema tome će opet formula za konstantu vlaka glasiti:

$$[aa] = \frac{m_\beta^2}{\varrho^2}[ll]$$

Budući da je:

$$[ll] = [l'l'] - \frac{[l']^2}{n}$$

gdje je $l'_1 = \Delta l'_1$, $l'_2 = \Delta l'_1 + \Delta l'_2$ i t. d., odnosno za ispruženi vlak:

$$\left.\begin{array}{l} \Delta l'_1 = l'_1 = s_1 \\ \Delta l'_1 + \Delta l'_2 = l'_2 = s_1 + s_2 \\ \dots\dots\dots\dots\dots \\ l'_{n-1} = s_1 + s_2 + \ldots + s_{n-1} \end{array}\right\} \quad (28)$$

Na taj način su u potpuno ili približno ispruženom poligonskom vlaku abscisne razlike ($\Delta l'$) u lq sistemu jednake dužinama poligonskih strana $s_1, s_2, \ldots\ldots s_{n-1}$. Jasno je da u tom slučaju nije potrebno niti praviti crtež poligonskog vlaka, radi očitavanja abscisa pojedinih točaka l', nego se one mogu računati neposredno iz mjerenih dužina prema jednadžbama (28).

Jednadžbe popravaka koordinatnih razlika će biti iste kao i u predhodnom slučaju približnog izjednačenja.

Pogreška mjerila računa se po formuli (10) kako je prikazano u prvom dijelu ovog članka:

$$dm = \frac{f_l}{[\Delta l]} - \frac{[ab]}{[aa]}\frac{f_q}{[\Delta l]}$$

Prema najprijed navedenim pretpostavkama za $q = \emptyset$ i $\Delta . = \emptyset$, biti će $[ab] = \emptyset$, a formula za dm će onda glasiti:

$$dm = \frac{f_l}{[\Delta l]} = \frac{f_l}{[s]} \qquad (29)$$

Ako ovo uvedemo u formule za popravke koordinatnih razlika one će glasiti:

$$\left.\begin{aligned} d\,\Delta y &= \quad g\,\Delta x + \frac{f_l}{[s]}\,\Delta y \\ d\,\Delta x &= -g\,\Delta y + \frac{f_l}{[s]}\,\Delta x \end{aligned}\right\} \quad (30)$$

Naš primjer ne možemo računati po ovim formulama iz razloga što Δq nije svuda približno nula ($\Delta q^{18}_{227} = 5{,}1$hm, $\Delta q^{13}_{27} = -10{,}2$ hm), pa bi mogla nastati neslaganja u dm, ili bi mogao biti različitog predznaka.

c) Treći slučaj približnog izjednačenja.

Ovo je u stvari jedan specijalni slučaj predhodnog izjednačenja t. j. ako su pored ostalog još i strane u poligonskom vlaku jednake. Drugim riječima ako imamo ispruženi jednakostrani poligonski vlak gdje je

$$q = 0,\ \Delta q = 0,\ \Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_3 = \ldots\ldots = \Delta l_{n-1} = s.$$

I ovdje će biti $h = \varnothing$, a jednadžbe popravaka koord. razlika u općenitom obliku će glasiti:

$$\begin{aligned} d\,\Delta y &= \quad g\,\Delta x + dm\,\Delta y \\ d\,\Delta x &= -g\,\Delta y + dm\,\Delta x \end{aligned}$$

gdje je:

$$\begin{aligned} g &= -\frac{f_q}{[ll]} \cdot [l_i]_{i=1}^{i=n} \\ [ll] &= [l'l'] - \frac{[l']^2}{n} \\ l'_1 &= \Delta l_1 = s \\ l'_2 &= \Delta l_1 + \Delta l_2 = 2s \end{aligned} \qquad (31)$$

i t. d.

Na temelju toga će biti:

$$[l'l'] = (\Delta l'_1)^2 + (\Delta l'_1 + \Delta l'_2)^2 + (\Delta l'_1 + \Delta l'_2 + \Delta l'_3)^2 + \ldots.$$

Za $\Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_3 = \ldots. = \Delta l_{n-i} = s$ biti će:

$$[l'l'] = s^2\,[1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots + (n-1)^2] = s^2\,\frac{n(n-1)(2n-1)}{6}$$

$$\frac{[l']^2}{n} = \frac{s^2}{n}\,[1 + 2 + 3 + \ldots + (n-1)] = s^2\,\frac{(n-1)^2 n}{4}$$

$$[ll] = s^2\,\frac{n(n^2-1)}{12} \qquad (32)$$

Za jednakostrani ispruženi poligonski vlak je $s = \frac{L}{n-1}$, i ako to uvrstimo u formulu (32) imat ćemo:

$$[ll] = L^2 \frac{n(n^2-1)}{12(n-1)^2} = L^2 \frac{n(n+1)}{12(n-1)} \tag{33}$$

$[l_i]_{i=1}^{i=n}$ predstavlja u formuli za g težinu i računa se na slijedeći način:

$$p_1 = l_1 = \varnothing - \frac{[l']}{n}$$

$$p_2 = \quad \Delta l_1 - \frac{[l']}{n} \text{ i t. d.}$$

$$[l_i]_{i=1}^{i=n} = \Delta l\,[(i-1)+(i-2)+\ldots+2+1) - \frac{i}{n}\Delta l\,[1+2+\ldots+(n-1)].$$

Budući da smo postavili da je $\Delta l = s$, to će gornja jednadžba poslije stanovite uprave glasiti:

$$[l_i]_{i=1}^{i=n} = \frac{s}{2} i(i-n) = \frac{L}{2}\frac{i(i-n)}{n-1} \tag{34}$$

Zamjenom veličina (33) i (34) u formulu za g biti će:

$$g = -\frac{f_q}{L^2}\frac{12(n-1)}{n(n+1)} \cdot \frac{L}{2}\frac{i(i-n)}{n-1}$$

$$g = \frac{f_q(n-1)}{L} \cdot \frac{6i(n-i)}{n(n^2-1)} \tag{35}$$

Uvrstimo sada ovu vrijednost za g u jednadžbe popravaka pa ćemo dobiti jednadžbe popravaka prestavljene ovim formulama:

$$\left.\begin{aligned} d\Delta y &= \frac{f_q(n-1)}{L}\Delta x \frac{6i(n-1)}{n(n^2-1)} + \frac{f_l}{[s]}\Delta y \\ d\Delta x &= -\frac{f_q(n-1)}{L}\Delta y \frac{6i(n-1)}{n(n^2-1)} + \frac{f_l}{[s]}\Delta x \end{aligned}\right\} \tag{36}$$

$[s] = (n\text{-}l) \cdot s = L$, i ako drugi član u jednadžbama (36) pomnožimo i podijelimo sa (n-l) biti će $(n\text{-}l) \cdot \Delta x = [\Delta x]$, a $(n\text{-}l) \cdot \Delta y = [\Delta y]$. Faktor $\frac{6i(n-1)}{n(n^2-1)}$ označimo prema Förstneru sa t, pa će jednadžbe (36) konačno glasiti:

$$\left.\begin{aligned} d\Delta y &= \frac{[\Delta x]}{L} f_q \cdot t + \frac{[\Delta y]}{L}\frac{f_l}{n-1} \\ d\Delta x &= -\frac{[\Delta y]}{L} f_q \cdot t + \frac{[\Delta x]}{L}\frac{f_l}{n-1} \end{aligned}\right\} \tag{37}$$

Težinu t možemo sračunati unaprijed i prestaviti tabelarno. U tablici 3 prikazane su veličine t preuzete iz Gruber: Optische Streckenmessung und Polygonierung. U vertikalnom stupcu nalaze se vrijednosti »t« za argumenat n = 5 do n = 30. U tablicama su uvedene do vodoravne crte prva polovica ovih vrijednosti. Dalja polovica je prema sredini simetrična ovim prvim vrijednostima. Na pr. za n = 7 vrijednosti t jesu: 0,107, 0,179 0,214 0,214, 0,179 0,107.

Težine t koordinatnih razlika. Tablica 3.

$n=5$	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
2000	1428	1071	0833	0666	0545	0454	0384	0329	0285	0250	0220	0197
3000	2286	1786	1428	1167	0970	0818	0699	0605	0528	0464	0412	0268
3000	2572	2143	1786	1500	1272	1091	0944	0824	0725	0643	0573	0514
2000	2286	2143	1906	1667	1455	1273	1119	0989	0879	0785	0706	0636
		1786	1786	1667	1516	1364	1224	1099	0989	0893	0809	0735
				1500	1455	1364	1260	1154	1055	0965	0882	0809
0498	0512					1273	1224	1154	1078	1000	0927	0857
0502	0518	0533	0550					1099	1055	1000	0942	0884
0498	0518	0538	0556	0575	0593					0965	0927	0884
0492	0512	0533	0556	0578	0600	0623	0642					0857
0480	0503	0526	0550	0575	0600	0626	0663	0678	0701			
0465	0487	0512	0537	0564	0593	0623	0663	0684	0715	0745	0772	
0445	0478	0492	0519	0547	0577	0610	0642	0678	0715	0752	0790	0826
0419	0444	0468	0494	0523	0554	0588	0622	0660	0701	0745	0790	0836
0391	0413	0438	0464	0492	0523	0557	0583	0633	0675	0722	0772	0826
0358	0380	0402	0428	0455	0484	0519	0564	0593	0636	0684	0737	0795
0321	0340	0362	0384	0410	0439	0470	0504	0542	0584	0631	0684	0743
0278	0295	0314	0336	0359	0384	0414	0444	0480	0520	0564	0614	0671
0231	0246	0253	0281	0301	0323	0348	0376	0406	0441	0482	0526	0577
0180	0193	0205	0220	0236	0254	0275	0296	0322	0351	0383	0421	0465
0125	0133	0142	0152	0164	0177	0191	0206	0226	0247	0271	0299	0330
0064	0068	0074	0079	0085	0092	0100	0108	0118	0129	0142	0157	0175
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
$n=30$	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18

Slične formule ovima uveo je F. G. Gauss (vidi Gauss: Die trigonometrischen und polygonometrischen Rechnungen in der Feldmesskunst), koje su preuzete i u našem pravilniku. One su se kod naših praktičara udomaćile kao metoda »strogog« izjednačenja poligonskog vlaka za slučaj velike poprečne pogreške. Pri tome se nije nikada vodilo računa kakav oblik ima dotični poligonski vlak. U stvari kako se vidi iz ovih objašnjenja, ovo će izjednačenje biti pravilno samo za ispruženi jednakostrani poligonski vlak i za takav oblik vlaka predstavljati će strogu metodu izjednačenja.

Međutim bilo bi pogrešno misliti da ova metoda izjednačenja vrijedi za sve slučajeve s velikom poprečnom pogreškom. Ako je vlak jedamput ili više puta iskrivljen, onda poprečna pogreška nije više rezultat samo pogrešaka u mjerenju kutova, nego i pogreška u mjerenju strana, i u tom slučaju treba primijeniti strogo izjednačenje metodom uslovnih jednadžbi.

Jedno od približnih izjednačenja u slučaju iskrivljenog vlaka bilo bi prestavljeno formulama:

$$\left.\begin{aligned} d\Delta y &= \frac{f_q \cos\varphi}{S} + \frac{f_l}{L}\Delta y \\ d\Delta x &= -\frac{f_q \sin\varphi}{S} + \frac{f_l}{L}\Delta x \end{aligned}\right\} \qquad (38)$$

Prema ovim formulama poprečno odstupanje odstranjuje se proporcionalno dužinama strana, do kuzdužno odstupanje proporicionalno koordinatnim razlikama. Ove formule se mogu upotrebiti za slučaj da je f_q malo a f_l veliko. U ovim formulama je $S = [s]$; L = dijagonala vlaka, a φ je smjerni kut dijagonale sračunat po formuli $\operatorname{tg}\varphi = \frac{[\Delta y]}{[\Delta x]}$.

Naša mlada geodetska služba stoji pred vrlo velikim zadacima. Naš novi društveni sistem, odnosno ekonomska i politička struktura tog sistema, stavlja pred našu geodetsku službu nove zadatke. Staro katastarsko premjeravanje naše površine ne odgovara više današnjim potrebama. Naši geodeti moraju riješiti taj krupan zadatak.

(Iz ekspozea Maršala Tita prilikom pretresa prijedloga općedržavnog budžeta za 1949. g.)
