Ing. MITJA GRAŠIĆ — Beograd

PRIBLIŽNO IZRAVNANJE GRAVIMETRIJSKIH MREŽA

Poznato je, da se gravimetrijska merenja izvode već duže vremena u sve većim razmerama i u našoj zemlji kako za potrebe geofizičkih ispitivanja sastava Zemljine kore u cilju pronalaženja nafte, raznih solnih ležišta, mineralnih sirovina, gasova itd, tako i za geodetske potrebe u cilju računanja skretanja vertikala, određivanja profila geoida, redukcije osnovica i merenih uglova na elipsoid, računanje popravaka kod NVT itd. Ma da su anomalije sile teže na osnovu kojih se vrši interpretacija rezultata različite u primenjenoj geofizici od onih potrebnih za geodetska računanja, merene vrednosti (negde i anomalije transformirane na pogodan način) mogu se koristiti kako za jedne tako i za druge potrebe. Ovo je zbog toga, što su sva gravimetrijska merenja u našoj zemlji izvedena u jedinstvenoj meri, pošto se kalibracija gravimetara vrši na zajedničkim bazama, a apsolutni nivo određen je svim merenjima vezom na izravnatu gravimetrijsku mrežu I reda.

U cilju što bržeg prikupljanja potrebnih gravimetrijskih podataka i smanjenja broja posebnih merenja, gravimetriski premer zemlje treba da se izvodi sistematski i po napred određenim principima. Ostavljajući za sada na strani izbor najpovoljinje redukcije merene vrednosti sile teže kod geodetskih računanja, u ovome članku naveden je način najprikladnijeg dobijanja i obrade merenih gravimetrijskih podataka na osnovu kojih se mogu vršiti daljna računanja.

U našoj praksi (kod merenja za geodetske potrebe) uobičajeno je, da se gravimetrijske tačke dele na tačke I i II. reda, popunjuće i detaljne tačke. U gravimetriske tačke II reda spadaju tačke na međusobnom rastojanju 7—12 km merene duž puteva između tačaka I reda strožim metodama merenja (npr. step metod kod Vordenovog gravimetra), dok u popunjujuće spadaju one tačke koje se mere u cilju popunjavanja praznina — područja gravimetrijskim podacima između tačaka II reda, u cilju zadovoljavanja zahteva, da postoji na 100 km^2 barem po jedna gravimetriska tačka (na terenima sa većim promenama sile teže i više). Ove popunjujuće tačke obično se mere jednostavnijim načinima (A B A metod, uvrštavanjem merenja između dve poznate tačke itd.). Gravimetriske tačke II reda, zajedno sa popunjujućim čine osnovu za izradu opšte gravimetriske karte cele zemlje, pa zato treba i gustinu tih tačaka podesiti tako, da se obuhvate sve veće nepravilnosti u rasporedu sile teže. U detaljne gravimetrijske tačke spadaju sve ostale tačke koje se mere naknadno napr.

u cilju određivanja gravimetriskih skretanja vertikala, duž vlakova NVT ili slično.

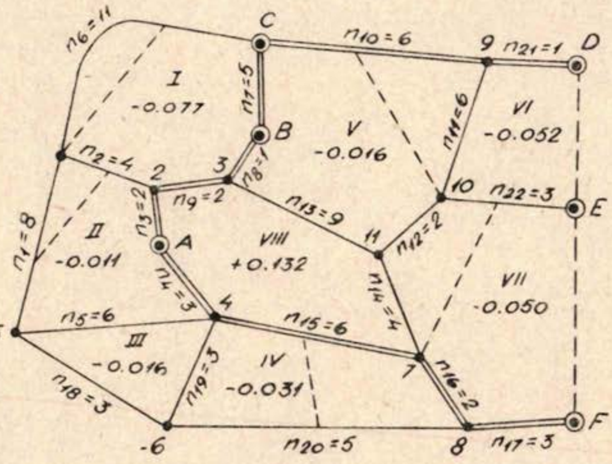
Gravimetrijska merenja u primenjenoj geofizici mogu se takođe razvrstati u gornju podelu, gde se tačke osnovne gravimetriske mreže mogu smatrati kao tačke II reda itd.

Da bi se postigla što bolje povezanost i jednoznačnost u određenim vrednostima sile teže kod raznih gravimetriskih merenja, nameće se i ovde, kao kod ostalih geodetskih radova, potreba izravnanja merenih veličina. Kod toga se polazi od gravimetriske mreže II reda odnosno osnovne, dok se ostala merenja izravnaju naknadno, a detaljna merenja se obično i ne izravnavaju. Mereći razlike Δg između tačaka II reda duž puteva dobiće se niz tzv. gravimetriskih vlakova, koji prilikom sastavljanja mogu da formiraju zatvorene gravimetriske poligone. Suma ovih Δg u zatvorenom poligonu neće biti ravna nuli zbog grešaka kako u očitavanju gravimetra, određivanju hoda, tako i zbog promene konstante gravimetra. U pojedinim zemljama preporučuje se, da greška zatvaranja ne bude veća od $0.03\sqrt{n}$ mgal. gde je n broj tačaka u poligonu. Dužine poligona su obično dosta različite i kreću se od 100 do 300 km. U ovakvom slučaju najpovoljnije je izravnanje po metodu uslovnih opažanja sa uvođenjem i fiksnih uslova između tačaka sa ranije određenom apsolutnom vrednošću **g**, tako da bi sve novo određene tačke dobile jednoznačne vrednosti.

Ovakvo izravnanje mreže II reda, koja je izmerena tokom jednogodišnjih terenskih radova, pretstavlja u stvari izravnanje po delovima celokupne mreže II reda cele zemlje. Međutim čekati da ova mreža bude u potpunosti izmerena i izravnata kao celina nije najcelishodnije, pošto se popravke merenim veličinama ne bi mnogo razlikovale od ovako dobijenih, pogotovo kada su i onako male. Tačnost merenja sile teže modernim gravimetrima premašuje tačnost potrebnu za geodetsku interpretaciju, a u primenjenoj geofizici primarnu ulogu igraju u glavnome razlike Δg između tačaka, dok je sa druge strane onemogućeno suviše nagomilavanje grešaka, pošto su ovakve parcijalne mreže obično vezane na više gravimetriskih tačaka I reda ili ranije izravnatih tačaka II reda. Zbog toga se može bez daljneg prihvatiti ovakvo rešenje, a pored toga izvršiti samo izravnanje još i približnim načinom nasuprot strogom, pošto ovo ne samo zadovoljava u potpunosti postavljene zahteve, već je mnogo jednostavnije i brže.

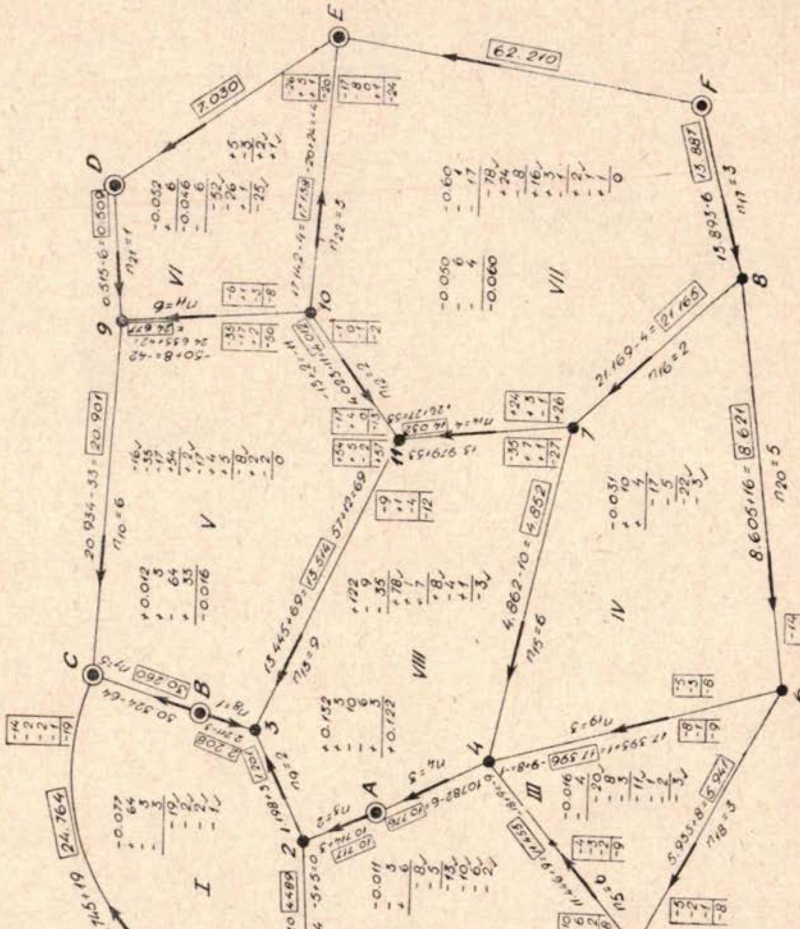
U ovom članku prikazan je jedan od načina približnog izravnanja. Na kraju, data su i upoređenja sa rezultatima dobijenim izravnanjem metodom najmanjih kvadrata. Izravnanju prilazi se na sledeći način: od svih izmerenih gravimetriskih vlakova II reda odaberu se oni koji obuhvataju područje na kome su izvršena merenja i za koje se smatra, da su najbolje izmerena. U donjem primeru odabrana je mreža od 8 zatvorenih poligona, gde se gravimetriski vlaci sustiču u 13 tačaka. Od ranije su poznate po apsolutnoj vrednosti tačke A, B, C, D, E i F na koje treba da se osloni dati premer. Gravimetriski vlaci sastoje se iz različitog broja merenih raspona-razlika Δg između tačaka, što je obeleženo na skici br. 1 ($n_6 = 11$ znači, da u vlaku br. 6 ima 11 raspona, tj. 11 merenih razlika Δg, odnosno između tačaka 1 i C nalazi se još 10 tačaka.) U svaki otvoreni poligon upisana je i greška zatvaranja. Isprekidanom linijom pokazani su ostali gravimetriski vlaci koji nisu ušli u glavno izravnanje, već će se izravnati kasnije kao umetnuti vlaci između izravnatih tačaka. Strane DE i EF nisu merene, pošto su im apsolutne vrednosti date, a između njih nema međutačaka. U donjem primeru uzete su u obzir i težine pojedinih vlakova, ma da to nije nužno potrebno. Za jedinicu težine uzeta je jedna merena razlika, tj. jedan raspon, dok su težine vlakova jednake recipročnoj vrednosti broja raspona u dotičnom vlaku. Ovo je opravdano iz razloga što će greške ukupne razlike čitavog jednog vlaka zavisiti od greške određivanja pojedinih Δg između »međutačaka« i kvadratnog korena iz njihovog broja, tj.

$$M = m\sqrt{n}\ , \text{ a } p = \frac{k}{n}.$$



skica 1

Najpre pristupamo izravnanju vlakova koji povezuju najbližim putem date tačke, tj. vlakove br. 17, 16, 15, 4, 3, 9, 8, 7, 10 i 21. Na skici br. 2 sa strelicom je označen smer porasta sile teže, a iznad nje data je merena vrednost razlike sile teže u miligalima. Od ranije poznatog Δg između tačaka A i F iznosi 50, 680 mgl. Ako saberemo prema odgovarajućim predznacima (pomoću strelica kao u nivelmanu) razlike Δg pojedinih vlakova (tj. br. 17, 16, 15 i 4), dobićemo $+13{,}893+21.169+4.862+10.782 = 50.706$. Otstupanje iznosi $+0.026$, pa gornjim vlacima moramo dodati odgovarajuće popravke prema broju njihovih raspona. Popravka za vlak 17 iznosiće: $\frac{0{,}026 \times 3}{3+2+6+3} = -0.006$, za vlak 16 $-0{,}004$ itd. Odgovarajuće popravke upisane su pored merenih vrednosti u hiljaditima miligala (zbog kratkoće pisanja), a popravljene definitivne vrednosti vlakova uokvirene su. (skica br. 2) Na isti način popravili smo i razliku između tačaka A i B, koja otstupa za $+0.0.64$. Pošto je ovde u pitanju samo jedan vlak on sam dobija celu popravku od $-0{,}064$ mgala. Između D i C imamo otstupanje



skica 2

za $+0.039$. Prema tome Δg u vlaku 10 treba da se smanji za -0.033, a u vlaku 21 za -0.006. Na taj način dobijene su definitivne vrednosti vlakova između datih tačaka, koje kod daljeg izravnanja ne smemo više dirati. Na skici br. 1 ovi vlaci izvučeni su duplom linijom. Međutim prilikom dodavanja popravaka gore spomenutim vlacima promenila se i greška zatvaranja poligona za veličine popravaka vlakova, koji ulaze u dotični poligon. Tako, nakon gornjeg izravnanja, greška zatvaranja poligona I nije više —0.077 mgala, već se promenila na —0.019. Pošto poligone uvek zatvaramo u smislu kretanja na satu, a sila teže između B i C raste u suprotnom smeru zatvaranja, to će popravka od —0.064 delovati sa suprotnim znakom na promenu greške zatvaranja, dok će popravka vlaka B-3 ući sa istim predznakom itd. Prema gornjem poligon II zatvara se sada na —0.008, zatvaranje poligona III ostaje nepromjenjeno, poligon IV zatvara se na —0.017, poligon V na —0.016, poligon VI na —0.046, poligon VII na —0.060 i poligon VIII na +0.122 mgala.

Zbog rasporeda datih tačaka našu celokupnu mrežu možemo sada izravnati u dve nezavisne grupe tj. levo i desno od linije 8—7—4—2—3—C, tj. u prvu grupu ulaze poligoni I, II, III, IV, a u drugu poligoni V, VI, VII i VIII. Ovo je ispalo u našem primeru slučajno, no principi izravnanja ne menjaju se u drugim slučajevima. Prvu grupu poligona izravnaćemo na sledeći način: grešku zatvaranja poligona delimo na pojedine vlakove proporcionalno broju raspona u dotičnom vlaku. Grešku zatvaranja I poligona od —0.019 delimo na —0.014 za vlak br. 6 i na —0.005 za vlak br. 2. Ova otstupanja upisujemo u pravougaonik na vanjskom delu odgovarajućeg vlaka. Pošto vlak 2 pripada i poligonu II, njegova greška zatvaranja menja se od —0.008 još za veličinu popravke —0.005, koju upisujemo takođe i ispod broja —0.008, tako da nova greška zatvaranja iznosi —0.013, a tu veličinu delimo: na vlak br. 2 dolazi —0.002, na vlak br. 1 —0.007 i na vlak br. 0 —0.004. Popravkom vlaka br. 2 kvari se zatvaranje poligona I, a zbog popravke od —0.004 poligon br. III zatvara se sada na —0.020. Ovu veličinu opet delimo na sledeći način: vlak br. 5 dobija —0.010, vlak br. 19 —0.005. Greška poligona II biće za sada —0.010, a poligona IV —0.022. Ovo podelimo vlakovima br. 19 i br. 20 i to po —0.008 i —0.014, stim da odmah upisujemo i u sredinu poligona III —0.008. Ovo bi bilo prvo približenje u izravnanju. Sada idemo opet istim redom od poligona I. Pogrešku zatvaranja —0.002 pripisujemo celu vlaku br. 6, pošto je njegova težina mnogo manja od težine vlaka br. 2. U poligonu II grešku zatvaranja od —0.010 delimo na vlak br. 2 —0.002, na vlak br. 1 —0.005 i na vlak br. 5 —0.003. Poligon III zatvara se sada na —0.011. Vlak br. 5 dobija —0.006, vlak br. 18 — 0.002, a vlak br. 19 —0.003. U poligonu IV greška zatvaranja iznosi —0.003. Od toga dolazi na vlak br. 19 —0.001, a na vlak br. 20 —0.002. Sada vršimo ponovno izravnanje (treće približenje), kao što vidimo, već sa svim malim greškama zatvaranja. U poligonu I otstupanje od —0.002 opet pripisujemo samo vlaku br. 6. U poligonu II otstupanje od —0.006 pripisujemo sledećim vlacima: vlaku br. 2 —0.001, vlaku br. 1 —0.003, a vlaku br. 5 —0.002. U poligonu III otstupanje od —0.003 delimo na sledeći način: vlaku br. 5 —0.002, vlaku br. 18 —0.001. U poligonu IV nema sada više nikakvog otstupanja. U četvrtom zadnjem približenju, grešku zatvaranja u poligonu I pripisujemo vlaku br. 6. U poligonu II otstupanje —0.002 pripisujemo vanjskom vlaku br. 1. Na ovaj način raspodelili smo sva otstupanja i ostaje nam samo da sračunamo ukupne popravke pojedinih vlakova. Za vanjske vlakove to je vrlo jednostavno. Algebarski saberemo u pravougaoniku sve popravke odnosno otstupanja, koje je dobio dotični vlak kod svih izravnanja i dodamo ih sa suprotnim predznakom veličini merenog vlaka i to u slučaju ako sila teže raste u pozitivnom smislu zatvaranja poligona, inaće dodamo popravku sa direktnim predznakom. U našem primeru imamo uvek prvi slučaj. Tako je definitivna vrednost Δg u vlaku br. 6 ravna 24.745+0.019 = 24.764 i ovu vrednost zaokružimo kao definitivnu. Slično radimo i sa vlacima br. 1, 18, 20, kao što se vidi iz skice br. 2. Popravke vlakova koji pripadaju dvema poligonima dobijamo na sledeći način: saberemo opet najpre sve popravke u pravougaonicima. Zbir popravaka unutar poligona kojeg momentalno obrađujemo i zbir popravaka vlaka van poligona sa suprotnim predznakom saberu se i ako sila teže dotičnog vlaka raste u pozitivnom smjeru zatvaranja poligona, ta se popravka dodaje merenoj vrednosti istim predznakom, inače suprotnim. Tako je u vlaku br. 2: —0.005+0.005 = 0, pa definitivna vrednost vlaka ostaje i dalje 4.489. Za vlak br. 5 imamo: —0.018+0.0.009 = —0.009. Pošto imamo suprotan smer porasta sile teže imamo: 11.446+0.009 = 11.455. U vlaku br. 19 je isti slučaj kao kod vlaka br. 5.

Kao definitivna kontrola rada je ponovno zatvaranje poligona. Tako dobijamo:

I poligon

+24.764	—30.260
2.208	1.201
4.489	—31.461
+31.461	

II poligon

+37.437	—4.489
	10.717
	11.455
	10.776
	—37.437

III poligon

+11.455	—17.396
5.941	
+17.396	

IV poligon

+ 8.621	—4.852
17.396	21.165
+26.017	—26.017

Kao što se vidi, uslov zatvaranja poligona u potpunosti je zadovoljen.

Prelazimo sada na izravnanje poligona V, VI, VII, VIII. Popravke dobijaju vlaci br. 11, 12, 13, 14, 22. Razbacivanje grešaka zatvaranja vrši se na isti način kao ranije. Otstupanje —0.016 u poligonu V delimo na sledeće vlakove: na vlak br. 11 —0.006, na br. 12 —0.001, na br. 13 —0.009. U poligonu VI greška zatvaranja je —0.052, od koje —0.035 pripisujemo vlaku br. 11, a 0.017 vlaku br. 22. U poligonu VII otstupanje iznosi: —0.060—0.001—0.017=—0.078 i to delimo na vlak br. 14 —0.035, na br. 12 —0.017 i na vlak br. 22 —0.026. Nova greška zatvaranja poligona VIII je +0.078. Od toga vlak br. 14 dobija +0.024, a vlak br. 13 +0.054. U drugom približenju poligon V zatvara se na +0.002. Vlacima br. 13 i br. 11 podelićemo po +0.001. Poligon VII zatvara se sa —0.025, što delimo: —0.017 vlaku br. 11 i —0.008 vlaku br. 22. U poligonu VII +0.016 delimo: vlaku br. 14 +0.007, vlaku br. 12 +0.004 i vlaku br. 22 +0.005. Otstupanje od +0.008 u poligonu VIII podelimo na vlak br. 13 +0.005 a na vlak br. 14 +0.003. U trećem približenju imamo sledeću situaciju: u V poligonu —0.008 delimo: vlaku br. 13 —0.004, vlaku br. 12 —0.001 i vlaku br. 11 —0.003. Greška zatvaranja poligona VI iznosi +0.002, što dobija vlak br. 11. U poligonu VII +0.002 delimo vlacima br. 14 i br. 22 po +0.001. —0.003 u poligonu VIII podelimo na —0.002 vlaku br. 13 i na —0.001 vlaku br. 14 U četvrtom približenju greška zatvaranja poligona V jednaka je 0. U poligonu VI otstupanje je +0.001. Ako to dodelimo vlaku br. 22, imaćemo i u poligonu VII zatvaranje nula. Na taj jednostavan način, sa celokupnim računanjem samo na skici, završeno je izravnanje i ovog dela mreže. Popravke vlakova dobijamo na isti način kao ranije. Na primjer za vlak br. 13 u poligonu V, zbir popravaka sa vanjske strane je —0.012, što prenosimo na unutarnju stranu poligona i saberemo sa +0.057 i dobijamo +0.069. Pošto imamo u tome vlaku pozitivan smer porasta sile teže s obzirom na zatvaranje poligona V, to popravku dodajemo istim predznakom. Na isti način dobijamo sve definitivne vrednosti vlakova i konačna kontrola je potpuno zatvaranje poligona.

Izravnanjem metodom najmanjih kvadrata ispunjeni su isti uslovi kao kod približne metode tj. zatvaranje 8 poligona i zadovoljenje 4 fiksna uslova između datih tačaka. Kod toga su kao težine pojedinih vlakova uzete iste veličine kao kod približnog izravnanja tj. p = 1/n.

Jednačine pogrešaka bile su sledeće:

$$
\begin{array}{lllll}
1. & n_6 - n_7 + n_8 - n_9 + n_2 & & = & -0.077 \\
2. & n_1 - n_2 - n_3 - n_4 - n_5 & & = & -0.011 \\
3. & n_5 - n_{19} + n_{18} & & = & -0.016 \\
4. & -n_{15} - n_{16} + n_{20} + n_{19} & & = & -0.031 \\
5. & -n_{10} - n_{11} + n_{12} + n_{13} - n_8 + n_7 & & = & +0.012 \\
6. & -n_{21} - n_{22} + n_{11} & - \ 7.030 & = & -0.052 \\
7. & n_{22} + n_{17} + n_{16} + n_{14} - n_{12} & - \ 62.210 & = & -0.050 \\
8. & -n_{13} - n_{14} + n_{15} + n_4 + n_3 + n_9 & & = & +0.132 \\
9. & n_{17} + n_{16} + n_{15} + n_4 & - \ 50.680 & = & +0.026 \\
10. & n_3 + n_9 - n_8 & - \ 9.710 & = & -0.009 \\
11. & n_7 & - \ 30.260 & = & +0.064 \\
12. & -n_{10} - n_{21} & - \ 21.410 & = & -0.039
\end{array}
$$

U priloženoj tabeli u koloni 2 date su merene vrednosti Δg svih 22 vlaka, koje su ušle u izravnanje, u koloni 3 popravke v dobijene približnim izravnanjem, a u koloni 4 popravke v, iz strogog izravnanja. U koloni 5 date su — upoređenja radi — razlike v—v'. Iz tabele se vidi, da je sredina iz apsolutnih razlika 0.007, dok su svega dve razlike veće od 0.02 mgala. Najveće su razlike između popravaka u središnjem poligonu VIII. Srednja greška jedinice težine m_0 računata je po formuli $m_0 = \pm \sqrt{\frac{[pvv]}{t}}$, gde je t broj uslovnih jednačina. Ona zadovoljava kod strogog načina postavljeni minimum, ali je srednja greška približnog načina — računata po istoj formuli — samo neznatno veća.

Kao što je poznato, mogućnost čitanja sa gravimeterom iznosi 0.01 mgal, dok je tačnost apsolutno određene vrednosti sile teže ovakvih tačaka zbog ranije navedenih razloga, još daleko manja i iznosi od $\pm$ 0.05 do $\pm$ 0.1 mgl. U vezi time pokazane razlike između popravaka su takoreći beznačajne i kreću se u granicama tačnosti čitanja sa gravimetrom. Iz

Broj gravim. vlaka	Δg mereno	Popravke v (približno izr.)	Popravke v' (strogo izr.)	v' — v	v · v	v' . v'	$n = \frac{1}{p}$	p
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	37.420	+ 0.017	+ 0.008	— 9	289	64	8	0.125
2	4.489	0	+ 2	+ 2	0	4	4	0.250
3	10.714	+ 3	+ 2	— 1	9	4	2	0.500
4	10.782	— 6	— 14	— 8	36	296	3	0.333
5	11.446	+ 9	+ 7	— 2	81	49	6	0.167
6	24.745	+ 19	+ 18	— 1	361	324	11	0.092
7	30.324	— 64	— 64	0	4096	4096	5	0.200
8	2.211	— 3	— 6	— 3	9	36	1	1.000
9	1.198	+ 3	+ 1	— 2	9	1	2	0.500
10	20.934	— 33	— 29	+ 4	1089	841	6	0.167
11	24.635	+ 42	+ 33	— 9	1764	1089	6	0.167
12	4.023	— 11	— 5	+ 6	121	25	2	0.500
13	13.445	+ 69	+ 54	—15	4761	2916	9	0.111
14	13.979	+ 53	+ 34	—19	2809	1156	4	0.250
15	4.862	— 10	— 32	—22	100	1024	6	0.167
16	21.169	— 4	+ 6	+ 10	16	36	2	0.500
17	13.893	— 6	+ 14	+ 20	36	296	3	0.333
18	5.933	+ 8	+ 7	— 1	64	49	3	0.333
19	17.395	+ 1	— 2	— 3	1	4	3	0.333
20	8.605	+ 16	+ 8	— 8	256	64	5	0.200
21	0.515	— 6	— 10	— 4	36	100	1	1.000
22	17.142	— 4	— 9	— 5	16	81	3	0.333

$$\frac{\Sigma|v'-v|}{22} = \frac{154}{22} \approx 7 \qquad \frac{\Sigma|v|}{22} = \frac{387}{22} \approx 18 \qquad \frac{\Sigma|v'|}{22} = \frac{365}{22} \approx 17$$

$$m_{o_{pr.}} = \pm\sqrt{\frac{2851}{12}} = \pm\sqrt{238} = \pm 15{,}4$$

$$m_{o_{str.}} = \pm\sqrt{\frac{2396}{12}} = \pm\sqrt{200} = \pm 14{,}5$$

$$[kf] = -2337$$

toga sledi zaključak da ovaj metod izravnanja u pogledu tačnosti potpuno zadovoljava, stim da je kudikamo prostiji i brži. Što se tiče samog rasporeda popravaka napr. u poligonu VIII, vidi se da su one lokalizovane čak i bolje nego kod strogog metoda, jer najveće pogreške leže najverovatnije u vlacima br. 13 i 14 i ne raspoređuju se dalje na ostale vlakove.

Treba naglasiti da su hiljaditi delovi miligala uzeti u račun više manje kao fiktivne veličine bez neke naročite važnosti i moglo se vršiti izravnanje i bez njih. Hiljaditi se dobiju iz računanja sredine iz nekoliko očitavanja na gravimetru, što se izvodi, kao što je rečeno, na stote delove od miligala. Uzimanje u obzir težina takođe nije nužno potrebno, Račun pokazuje, da se veličine izravnatih vlakova menjaju jedino za po koji stoti deo miligala. Takvo izravnanje je još jednostavnije, jer grešku zatvaranja poligona delimo podjednako svakom vlaku u dotičnom poligonu.

Kada je završeno izravnanje ovakve osnovne mreže, treba izravnati raspone, tj. merene razlike Δ g između pojedinih gravimetriskih tačaka u izravnatim vlacima. Popravku pojedinog vlaka podelimo ravnomerno na svaki raspon i na taj način dobijamo konačne vrednosti Δ g. Deljenje popravke prema veličini razlike Δ g između pojedinih tačaka nema nikakvog smisla niti opravdanja. Apsolutne vrednosti g tačaka dobićemo na taj način, da na napsolutnu vrednost jedne poznate tačke dodajemo redom definitivne razlike Δ g preko bilo kojih poligona. Kao kontrola služe nam ostale date tačke. Ako ima između određenih tačaka još sporednih vlakova, koji nisu ušli u izravnanje (skica br. 1 — crtkani), onda se oni izravnaju opet po principu umetanja.

Na kraju treba reći, da će ovakav način izravnanja sigurno zadovoljiti, ako su merenja dobra tj. ako su greške zatvaranja poligona relativno male, o čemu treba naročito voditi računa kod razvijanja ovakvih osnovnih mreža II reda. Takva merenja, kao što pokazuje i naš primer, moguće je postići bez većih poteškoća sa dobrim gravimetrima, kao što su napr. Vordenovi gravimetri. Pri tome treba svakako voditi računa o sledećem: da se konstanta gravimetra menja dosta nepravilno po vremenu, naročito u jesen (hladnije vreme) i da treba zbog toga kalibrirati instrumenat češće i za vreme terenske sezone, da rasponi tj. rastojanja između pojedinih tačaka nisu predugački, da se čuva instrumenat od naglih temperaturnih promena i iznenadnih potresa, da se resetiranju tj. promeni dohvata posveti naročita pažnja kao i da se očitavanja izvode samo onda, kada se gravimetar već smirio tj. kada je njegova poluga zauzela konačan položaj. Svaki dobar merač treba da poznaje svoj gravimetar, njegovo reagovanje na vanjske prilike i uslove, jer će jedino tako moći postići dobre i sigurne rezultate i često i veliku uštedu u vremenu.

Literatura: V. E. Golomb: Gravimetrijski premer (ruski) Moskva 1954.