

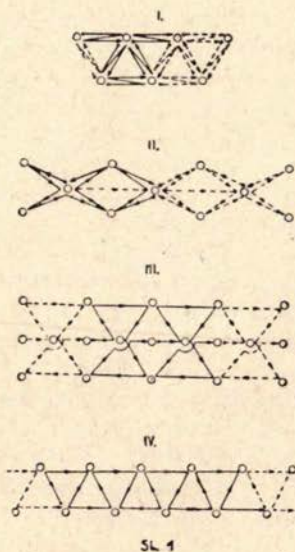
METODE OPAŽANJA GRAVIMETRIMA

Opažanja relativnog ubrzanja sile teže predstavljala su do pred cca 30 godina prilično dugotrajan i zamoran rad, obzirom na tadanje instrumente i metode rada (Pretežno njihalo). Neki radovi, nisu u većem opsegu ni izvađani, kao što je na primjer određivanje vrijednosti ubrzanja sile teže duž nivelmanskih vlakova, a za neke su pak potrebe korišteni drugi instrumenti, obrada čijih podataka je bila dugotrajna, a i ekonomičnost mala. Pojavom i konstrukcijom instrumenata gravimetara ta se situacija bitno izmjenila, jer su se promijenili ne samo principi određivanja ubrzanja sile teže, prema tome i metode rada, već su i sami instrumenti bili lakši, portativniji i prilagođeni praktičnim zahtjevima masovnog rada.

Razvojem, konstrukcijom i izradom gravimetara mijenjale su se i metode rada. Od prvotnih velikih, teško prenosivih gravimetara, do modernih — elegantnih — veoma portativnih i točnijih gravimetara prošlo je dosta vremena, kod čega se češće radilo o usavršavanju, a usprkos svemu još je uvijek ostao, kao glavni konstruktivni nedostatak, više ili manje promjenjivi hod gravimetra. Neosporno je, da su zapravo potrebe — zadaci — uvjetovali kako razvoj i konstrukciju takovih instrumenata tako i metoda rada. Kod toga mislimo na zadatke koji su uvjetovani potrebama različitih grana privrede i nauke. Površinska izmjera ili linijska izmjera, postavljanje osnovne gravimetrijske mreže ili ispitivanje rudnih ležišta, određivanje ortometrijskih, dinamičkih ili geopotencijalnih visina i slični zadaci iziskuju primjenu odgovarajućeg instrumentarija i metoda rada. Danas se u normalnoj praksi pa i na radovima veće točnosti ne koriste, u načelu, njihala već isključivo gravimetri. Na malom broju točaka — u velikim regionalnim okvirima — određuju se i danas njihalima relativna ubrzanja sile teže, radi stvaranja mogućnosti kalibracije gravimetara odnosno njihovog svodenja na zajednički miligal.

Metode opažanja gravimetrima možemo uglavnom podijeliti na 3 grupe: a) površinske, b) linijske, i c) linijske s dnevnim povratkom na početnu točku. Iz samih naziva su već vidljive osobine pojedinih grupa. Grupa a) smještajem i rasporedom točaka obuhvaća veće ili manje površine do grupe b) i c) linijski povezuju pojedine gravimetrijske točke — stajališta.

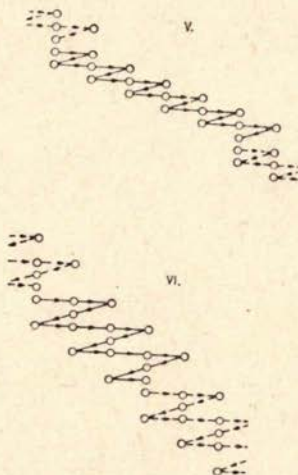
U grupu površinskih metoda ćemo svrstati: (I.) metodu određivanja pojedinačnih razlika ubrzanja sile teže; (II.) određivanje razlika sile teže po zvjezdastoj shemi; (III.) određivanje razlika sile teže u dvostrukom lancu i (IV.) u jednostrukom lancu, sl. 1. U grupi linijskih metoda ćemo razmotriti: (V.) trostruku i (VI.) peterostruku step metodu, sl. 2, a u grupu linijskih metoda s dnevnim povratkom na početnu točku ćemo uključiti: (VII.) metodu dvostrukog mjerenja neke dulje linije, (VIII.) trostruku skokovitu step metodu i (IX.) četverostruku skokovitu step metodu, sl. 3. Na slikama 1, 2 i 3, prema [2], vidimo grafički prikazane te metode, kod čega je punom linijom izvučen dnevni efekat, po nje-maćkom iskustvu, a crtkanom svršetak rada prethodnog ili početak rada idućeg dana.



Objašnjenje toka opažanja kod pojedinih metoda nije posebno ističano, jer su na slikama 1, 2, 3 strelicama označeni smjerovi opažanja, pa je način, redosljed rada i količina rada jasna iz samih slika. Da bismo mogli usporediti te metode uzet ćemo kao radnu jedinicu 1 radni dan od 8 sati, za koje se vrijeme može proći cca 16 strana i postići dnevni efekat označen na slikama 1, 2, 3. — Osim toga pretpostavljamo da kod svakog dolaska na stajalište — točku — vršimo na gravimetru isti broj čitanja — kod svih metoda — tako da ne postoji razlika u broju očitavanja.

Kod ocjenjivanja ovih metoda interesira nas: a) ekonomičnost, b) točnost, c) homogenost i d) mogućnost računanja hoda gravimetra. Kod uspoređivanja efekta različitih metoda pretpostavlja se isti međusobni razmak točaka. Prosječni međusobni razmak glavnih točaka bi iznosio — prema prethodno iznesenom cca 16 km odakle slijedi, da je utrošak vremena po stajalištu uključujući i vožnju 25—30 minuta.

Karakteristika metode određivanja pojedinačnih razlika ubrzanja sile teže (I.) je neovisnost u određivanju takovih razlika. Hod gravimetra se određuje iz ponavljanih opažanja, a zatvaranjem figura se postiže kontrola mjerenja — obzirom na grube pogreške. Metoda postaje neekonomična kod velikog broja točaka (male udaljenosti između točaka), jer se veoma povećava obim mjerenja i računanja (izjednačenje), a kod velikih udaljenosti između točaka može biti nesigurno određivanje hoda.

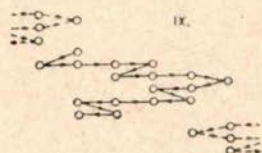
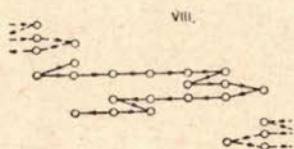
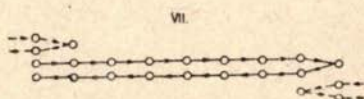


Sl. 2

Određivanje razlika sile teže po zvjezdastoj shemi (II.) je proširenje metode (I.) na veće udaljenosti, kod čega se umeću po dvije međutočke. Hod se određuje iz podataka mjerenja na centralnim točkama. Kontrolu mjerenja dobivamo dvostrukim računanjem razlika ubrzanja sile teže između perifernih točaka preko centralne točke. To je jednostruka zvjezdasta shema. Kod dvostruke zvjezdaste sheme povezujemo međusobno direktno i obodne točke jednostrukim mjerenjem. Ako obodne točke spojimo direktnim dvostrukim mjerenjem dobivamo trostruku zvjez-

dastu shemu. Nedostatak jednostruke zvjezdaste metode je u tome, što se na novim točkama vrši mali broj mjerenja, koja su nedostatna za sigurno određivanje hoda gravimetra; kod dvostruke zvjezdaste sheme se može hod kontrolirati, a kod trostruke se hod određuje sa sigurnošću. Neekonomičnost zvjezdaste metode se očituje u čestom vraćanju na centralnu točku. Trostruka zvjezdasta metoda je veoma pogodna — radi homogenosti — za određivanje lokalnih osnovnih mreža.

Određivanje razlika ubrzanja sile teže u dvostrukom lancu (III.) naziva se još i metoda Bollo. Kod nje se teži povećanju ekonomičnosti i što bržem razvijanju mreže u površinskom ili linijskom smislu. Zbog toga ona predstavlja kombinaciju pojedinačnog mjerenja i mjerenja po zvjezdastoj shemi. Hod se određuje iz podataka na centralnoj točki (vo-deći računa o utjecaju privlačnog djelovanja Sunca i Mjeseca). Upore-



SL.3

đujući razlike ubrzanja sile teže, na perifernim točkama dobivenim različitim dana i zatvaranjem figura dobiva se kontrola unutarnje točnosti.

Određivanje ubrzanja sile teže po metodi jednostrukog lanca (IV.) predstavlja modificiranu metodu (III.). Napuštanje principa površinske izmjere i prelaz na linijsko mjerenje predstavlja trostruka step metoda (V.) i peterostruka step metoda (VI.). Težnja i zahtjev kod tih metoda je, osim brzog linijskog napredovanja, u točnijem određivanju hoda gravi-

metara. Prema tome se hod gravimetara ne određuje iz mjerenja samo na glavnim točkama već iz svih mjerenja. Kod trostruke step metode se neovisna mjerenja na svakoj točki vrše po tri puta, a kod peterotruke pet puta. Krivulja hoda gravimetra se dobiva sastavljanjem pojedinačnih dijelova, a svako mjerenje služi za konstrukciju krivulje hoda. Međutim postepeno dobivanje hoda gravimetra — kod trostruke step metode — dozvoljava mogućnost nekih pogrešaka, pa mjerenja izvršena unutar jednog dana čine homogenu cjelinu i ta je metoda zbog toga zgodna za opažanje dnevnih zatvorenih poligona.

Kod peterotruke step metode (VI.) je moguće bolje obuhvaćanje eventualnih promjena u hodu gravimetra, ali ona iziskuje i veći broj mjerenja. Metoda dvostrukog mjerenja — u oba smjera — (VII.) s dnevnim povratkom na početnu točku isključuje jednostrane pogreške i kontrolira skokove u hodu gravimetra. Primjenjuje se za radove manje točnosti.

Težnja za spajanjem prednosti zvjezdaste sheme i step metode došla je do izražaja kod skokovitih step metoda (VIII.) i (IX.). Metoda (IX.) je već primjenjivana u osnovnoj gravimetrijskoj mreži Savezne Republike Njemačke i kod gravimetrijskih mjerenja duž nivelmanskih vlakova (za računanje ortometrijskih, dinamičkih ili geopotencijalnih visina). Trostruka skokovita step metoda (VIII.) dolazi do punog izražaja kod gravimetara s malim vlastitim hodom, kod kojih se dnevni hod ravna prema privlačnom djelovanju Mjeseca i Sunca. Ta je metoda proširenje metode dvostrukog mjerenja i step metode.

Četverostruka skokovita step metoda ima, prema njemačkom iskustvu, slijedeće prednosti: a) jednoznačno određivanje hoda, jer su mjerenja raspoređena u većem vremenskom razmaku, a ne kao kod obične step metode; b) mjerenja su iste težine — na svakom se stajalištu vrše 4 neovisna mjerenja dva u odlasku i dva u povratku; c) djelomično poništavanje jednostranih pogrešaka, jer se na stajališta dolazi iz različitih smjerova; d) sama se opažanja mogu koristiti za ispitivanja hoda gravimetra, a preklapanja u mjerenju različitih dana za ocjenu točnosti. Ta se metoda može upotrebiti korisno i za površinsku izmjeru.

Kratak pregled dosad opisanih metoda i njihovih osobina dat će nam podaci u slijedećoj tablici, koja je preuzeta iz [2], i dopunjena. Uspoređivanjem pojedinih elemenata iz rubrika 1, 2, 3, 4 dobivaju se karakteristični pokazatelji za pojedine metode. Međutim kod uspoređivanja pojedinih pokazatelja treba redovito paziti na mogućnost određivanja hoda gravimetra. U rubrici 4 je uključen broj mjerenja, koja mogu služiti za određivanje hoda, a kod stajališta samo s dva mjerenja uzeta je težina $\frac{1}{2}$. Kod metode (IV.) i (VII.) treba hod gravimetra postepeno računati.

Ekonomičnost pojedine metode ovisi o utrošku vremena (broju pređenih strana) kod utvrđene točnosti, ali i kod toga je odlučujući faktor hod gravimetra, jer linearni hod gravimetra iziskuje manje mjerenja

nego hod koji se naglo mijenja. U rubrici 5 su izračunate težine pojedinih strana pretpostavljajući, da razliku ubrzanja sile teže između dviju točaka dobivamo razlikom definitivnih mjerenja na pojedinim točkama.

TABLICA

Metoda	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1) Broj pređenih strana	15	15	16	16	17	15	16	16	16
2) Broj opaženih točaka	4.5	6	11	10	7	5	9	7	6
a) starih	2	1.5	3	2	2	2	2	2	2
b) novih	2.5	4.4	8	8	5	3	7	5	4
3) Broj mjerenja	20	14	18	17	18	16	17	17	17
a) na starim toč.	8	2.5	3	3	5	5	4	4	5
b) na novim toč.	12	11.5	15	14	13	10	13	13	12
c) po novoj točki	8	2-5	2-3	2	3	5	2	3	4
4) Mjerenja za računanja hoda	12 + $\frac{4}{2}$	8 + $\frac{4}{2}$	6 + $\frac{4}{2}$	0 + $\frac{14}{2}$	15	13	0 + $\frac{16}{2}$	15	15
5) Težine pojedinih strana	$\frac{8}{5}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{6}{5}$	1	1.5	2.5	1	1.5	2

Za težinu na pojedinom stajalištu ćemo uzeti broj mjerenja, pa će prema tome težina jedne razlike biti:

$$p = \frac{p_a \cdot p_b}{p_a + p_b}$$

Kod metode (I.), (II.), (III.), računate su težine između centralne i periferne točke (na kojoj je mjereno dva puta) unutar jednog dnevnog sistema. Uspoređivanjem težina unutar pojedinih grupa vidi se prednosti metoda (I.), (VI.) i (IX.), ali uvijek treba voditi računa o hodu gravimetra i njegovim osobinama.

LITERATURA:

- [1] N. P. Abakumov: Viša geodezija II
 [2] H. Watermann: Über systematische Fehler bei Gravimetermessungen.