

Sa razmjerom kao važnim elementom nije načisto ni investitor koji finansira radove, niti geodetski stručnjak jer mu to nikakvi dosadašnji propisi nisu regulisali, a ova kao i mnoga druga pitanja iz oblasti primijenjene geodezije nikad nisu tretirana bilo kakvim propisima Savezne geodetske uprave, bez obzira što u tom domenu radi 40-50% geodetskih stručnjaka.

Za izvjesne geološke radove mogu poslužiti planovi razmjere 1:5.000 i 1:2.500, a za neke druge radove takodje mogu da posluže planovi 1:2.5000 i 1:1.000 što vremenski i finansijski nije jedno te isto, dok su pravilnicima Savezne geodetske uprave jasno precizirani i pojmovi i propisi kod premjera i izrade katastarskih planova.

Ovim se hoće ukazati potreba za povlačenjem granica između čisto geoloških planova (gdje neće doći do eksploatacije) i geološko-rudarskih planova (gdje je u perspektivi eksploatacija ruda), tako da se vremenska i finansijska razlika u izradi jednih i drugih kreće i do 30%, a to nije svejedno.

Jamsko-geološki planovi ili tzv. jamsko-geološke karte (u geološkoj terminologiji udomaćen je izraz geološka karta, pa makar bili u pitanju i planovi 1:250) predstavljaju specifičnu vrstu geodetskih planova krupnijih razmjera (1:250 i 1:200) u koje se unose geološki detalji, litološke promjene, padni uglovi i dr. gdje geodetski stručnjak snimanju mora posvetiti posebnu pažnju pošto se u većini slučajeva radi o slijepim vlačima i do 2 km sa neravnomjernim dužinama strana (od 3 m pa dalje).

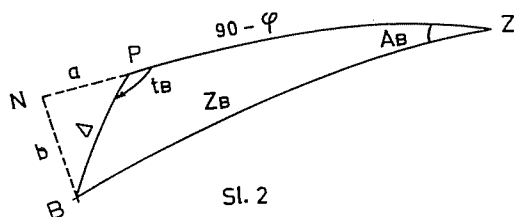
ITERACIONA METODA ODREĐIVANJA GEOGRAFSKE ŠIRINE, DUŽINE I AZIMUTA

Mr Ing. Smail Pašalić

Za primjenu ove metode potrebno je u jednom vremenskom trenutku izmjeriti zenitnu daljinu na jednu zvijezdu blisku polu, najbolje sjevernjaču, označimo je sa "B" i u drugom vremenskom trenutku zenitnu daljinu na drugu zvijezdu dovoljno daleko od pola, najbolje neku zvijezdu iz velikih kola, jer se ove zvijezde za naše širine uvijek vide i nebu. Ovu zvijezdu označimo sa "D". Na osnovu ovako dobijenih mjerenja moguće je metodom iteracije sračunati geografsku širinu, dužinu i azimut.

Ovdje je dobro uočiti da su pokreti zvijezde B malo osjetljivi na vrijeme, te zato vrijeme opažanja ove zvijezde ne treba naročito precizno mjeriti.

Izdvojimo sa slike 1 trougao PBZ i nacrtajmo ga.



Ako je naša zvijezda B jako blizu pola, recimo da je to sjevernjača, onda pravougli sferni trougao PBN, za praktične potrebe, možemo aproksimirati ravnim trouglom i sračunati njegove katete: $a = -\Delta \cos t_B$ i $b = \Delta \sin t_B$. Dalje rješavamo sferni pravougli trougao ZNB primjenom Neperova pravila pa dobijamo:

$$\begin{aligned} \cos Z_B &= \cos (-\Delta \cos t_B + 90 - \varphi) \cdot \cos(\Delta \sin t_B) \\ \text{odavde je} \quad -\Delta \cos t_B + 90 - \varphi &= \arccos \left[\frac{\cos Z_B}{\cos(\Delta \sin t_B)} \right] \\ \text{i konačno} \quad \varphi &= 90 - \Delta \cos t_B - \arccos \left[\frac{\cos Z_B}{\cos(\Delta \sin t_B)} \right] \dots\dots(1) \end{aligned}$$

U slučaju da zvijezda B nije dovoljno bliska polu te ne možemo pravougli sferni trougao PBN smatrati ravnim, odgovarajući obrazac možemo dobiti direktno iz sfernog trougla PBZ, na slijedeći način:

$$\cos Z_B = \sin \varphi \sin \delta_B + \cos \varphi \cos \delta_B \cos t_B$$

Uvodjenjem novih varijabli m i M kako slijedi $m \sin M = \sin \delta_B$ i $m \cos M = \cos \delta_B \cos t_B$, dobijemo veze:

$$\operatorname{tg} M = \frac{\operatorname{tg} \delta_B}{\cos t_B} \text{ i } m = \frac{\sin \delta_B}{\sin M}$$

Sada smijenimo u cosinusnom obrazcu $\sin \delta_B$ i $\cos \delta_B$ sa $m \sin M$ i $m \cos M$ pa dobijamo:

$$\cos Z_B = m \sin \varphi \sin M + m \cos \varphi \cos M = m \cos (M - \varphi),$$

odavde je

$$\cos (M - \varphi) = \frac{\cos Z_B}{m}, \text{ odnosno}$$

$$M - \varphi = \arccos \left(\frac{\cos Z_B}{m} \right) \text{ i konačno}$$

$$\varphi = M - \arccos \left(\frac{\cos Z_B}{m} \right) \dots\dots\dots(1')$$

Dalje ćemo iz trougla P D Z (Sl. 1) pomoću cosinusnog obrazca dobiti t_D .

Naime: $\cos Z_D = \sin \varphi \sin \delta_D + \cos \varphi \cos \delta_D \cos t_D$, odavde je

$$t_D = \arccos \left(\frac{\cos Z_D - \sin \varphi \sin \delta_D}{\cos \varphi \cos \delta_D} \right) \dots\dots\dots (2)$$

I konačno treću relaciju za računanje t_B dobićemo prema slici 1

$$t_B = t_D + \alpha_D - \alpha_B + r \dots\dots\dots (3)$$

Sada ćemo skupiti formule (1) odnosno (1'), (2) i (3) i na njih primjeniti metod iteracije za određivanje veličina φ , t_D i t_B :

$$\varphi = 90 - \Delta \cos t_B - \arccos \left[\frac{\cos Z_B}{\cos(\Delta \sin t_B)} \right] \text{ ili}$$

$$\varphi = M - \arccos \left(\frac{\cos Z_B}{\cos \varphi} \right)$$

$$t_D = \arccos \left(\frac{\cos Z_D - \sin \varphi \sin \delta_D}{\cos \varphi \cos \delta_D} \right) \dots\dots\dots (2)$$

$$t_B = t_D + \alpha_D - \alpha_B + r \dots\dots\dots (3)$$

Obzirom da je zvijezda B blizu pola, to sa slike (1) i (2) se vidi da je $Z_B \approx 90 - \varphi$, odnosno za početnu vrijednost se može uzeti $\varphi_0 = 90 - Z_B$. Zatim primjenom formule (2) se dobije početna vrijednost t_D , i primjenom formule (3) početna vrijednost t_B .

OVAKO DOBIJENA približna vrijednost t_B se unosi u formulu (1) odnosno (1') te se dobije bolja približna vrijednost φ_1 , koja se potom unosi u formulu (2) te se dobije t_{D1} i na kraju pomoću t_{D1} se dobije t_{B1} . Ako se radi o zvijezdi blizu pola, recimo sjevernjači, iteracija sa ovim korakom bi bila završena. Naravno podrazumjevajući da u toku rada nismo osjetnije griješili. Inače proces iteracije se produžava sve dotle dok nas tačnost ne zadovolji. Usput ćemo spomenuti da kod iteracionog procesa može se i griješiti u računu a da ipak dodjemo do ispravnih rezultata. Pošto smo sračunali φ , t_D i t_B , možemo preći na računanje geografske dužine λ i azimuta A_B .

Sa slike 1 se vidi da je dužina

$$\lambda = \alpha_D + t_D - S_{gr} \dots\dots\dots (4)$$

gdje je

$$S_{gr} = S_{gro} + T_D + 9,856 \frac{\text{sek}}{h} T_D^h$$

S_{gro} se dobije iz astronomske godišnjaka kao zvjezdano vrijeme u nula sati svjetskog vremena za određeni mjesec

i datum opažanja zvijezde D. Azimut A_B se dobije primjenom sinusne teoreme na trougao PBZ (sl. 2) na slijedeći način:

$$\frac{\sin AB}{\sin \Delta} = \frac{\sin t_B}{\sin Z_B}, \quad \text{odavde je}$$

$$A_B = \arcsin \left(\frac{\sin \Delta \sin t_B}{\sin Z_B} \right) \dots\dots\dots (5)$$

Treba imati na umu da trougao PDZ može se nalaziti na istočnoj i zapadnoj strani neba, te da bi izbjegli dvoznačnost rješenja potrebno je, pored recimo Z_D , napisati ista odnosno zapadna strana.

Primjer:

Na brdu Smiljivača pored Jajca 15. IX 1966. godine izmjereno je vrijeme i zenitna odstojanja na sjevernjaču ($\alpha_{UMi} = B$) i zvijezdu iz velikih kola $\delta_{UMa} = D$, te su dobijeni slijedeći podaci:

Za zvijezdu B:

$$\begin{aligned} T_B &= 19^h 06^m 30^s \\ Z_B &= 45^\circ 50' 02'' \end{aligned}$$

Za zvijezdu D:

$$\begin{aligned} T_D &= 19^h 00^m 00^s \\ Z_D &= 68^\circ 41' 58'' \text{--zapadna} \\ &\hspace{10em} \text{strana} \end{aligned}$$

$$t = 10^\circ C \quad b = 650 \text{ mm}$$

Koordinate ovih zvijezda za trenutke T su uzete iz astronomskog godišnjaka za 1966. godinu (Astronomičeskih ježegodnik SSSR na 1966. god.) i to:

Za zvijezdu B:

$$\begin{aligned} \alpha_B &= 2^h 01^m 09^s \\ \delta_B &= 89^\circ 06' 25'' \end{aligned}$$

Za zvijezdu D:

$$\begin{aligned} \alpha_D &= 11^h 52^m 03^s \\ \delta_D &= 53^\circ 52' 59'' \end{aligned}$$

Rješavanje:

$$Z_B = Z_B + \rho_B = 45^\circ 50' 02'' + 00' 50'' = 45^\circ 50' 52''$$

$$Z_D = Z_D + \rho_D = 68^\circ 41' 58'' + 02' 02'' = 68^\circ 44' 00''$$

Za računanje refrakcija ρ_B i ρ_D korištene su tabele za refrakciju, koje se nalaze u Gaussovim tablicama sa 5 decimala na str. 173 i 174 (Sarajevsko izdanje 1966. god.).

Dalje ćemo sračunati početnu vrijednost

$$\varphi_0 = 90^\circ - Z_B = 90^\circ - 45^\circ 50' 52'' = 44^\circ 09' 08''$$

Zatim se na osnovu ovako dobijenog φ_0 po obrazcu (2) sračuna t_{D0} i po obrazcu (3) t_{B0} . Rezultati ovog računanja su:

$$t_{D0} = 118^{\circ} 07' 00'' \quad i \quad t_{B0} = 267^{\circ} 21' 00''$$

Potom se t_{B0} unosi u formulu (1) i dobije nova bolja vrijednost φ_1 , koja se zatim unese u formulu (2) i dobije t_{D1} i na kraju pomoću t_{D1} se preko formule (3) dobije t_{B1} .

Rezultati ovih računanja su:

$$\varphi_1 = 44^{\circ} 12' 00''$$

$$t_{D1} = 118^{\circ} 19' 12''$$

$$t_{B1} = 267^{\circ} 33' 12''$$

U slijedećem koraku dobijamo:

$$\varphi_2 = 44^{\circ} 12' 00''$$

$$t_{D2} = 118^{\circ} 19' 12''$$

$$t_{B2} = 267^{\circ} 33' 12''$$

Pošto razlike u dva zadnja koraka nema, iteracija je završena.

Sada računamo geografsku dužinu λ i azimut sjevernjače A_B .

$$\lambda = \alpha_D + t_D - S_{gr} = 11^h 52^m 03^s + 7^h 53^m 17^s - (42^h 37^m 08^s)$$

$$\lambda = 1^h 08^m 12^s = 17^{\circ} 03' 00''$$

$$A_B = \arcsin \left(\frac{\sin 0^{\circ} 53' 35'' \sin 267^{\circ} 33' 12''}{\sin 45^{\circ} 50' 52''} \right) = \arcsin (-0,02170)$$

$$A_B = 358^{\circ} 45' 21''$$

Cilj ovog primjera je da principijelno pokaže praktičnu primjenu metoda iteracije. Svakako da su podaci mjerenja (pogotovo mjerenje vremena) dosta grubo, te zbog toga i rezultati (naročito dužina) su dosta grubo.

Treba napomenuti da je za određivanje širine dovoljno precizno mjeriti samo Z_B . Tačnost ostalih mjerenih veličina kako se vidi iz formula (1) malo utiče. Za određivanje azimuta A_B kako se vidi iz formule (5) nije potrebno ni jednu veličinu naročito precizno mjeriti.

LITERATURA

- 1) S.N.Blažko: Kurs praktičeskoj astronomiji. Gosudarstvennoje izdateljstvo, Moskva, 1940.
- 2) K.A.Dvetkov i N.F.Polak: Kurs sferičeskoj i običesoj astronomii. Geodezizdat, Moskva, 1945.
- 3) Akademii nauk SSSR: Astronomičeskij ježegodnik SSSR na 1966.godini. Moskva 1963.