

Eldin Donlagić *

MOGUĆNOST PRIMJENE AZIMUTALNIH METODA GEODETSKE ASTRONOMIJE ZA ODREĐIVANJE ELEMENATA EKSCENTRIČNOG SIGNALA TRIANGULACIONIH TAČAKA

REZIME. U radu se razmatra mogućnost primjene metoda geodetske astronomije za određivanje direkcionog ugla strane kada je otežano ili neizvodljivo računanje konvencionalnim načinom usljed nedogledanja tačaka.

1. UVOD

Prilikom proglašavanja postojeće trigonometrijske mreže (u svrhu premjera) triangulacionim ili tačkama nižeg reda, potrebnim za određivanje orijentacionih elemenata stereoparova aerofotogrametrijskog snimanja, vrlo često nailazimo na situaciju da data tačka na terenu egzistira, ali je praktično neupotrebljiva zbog nedogledanja sa susjednim tačkama.

Ovo nastaje iz dva razloga:

1. Što je tokom vremena vegetacija potpuno zatvorila nekada napravljene prosjeke ako je tačka prilikom određivanja imala i unutrašnje pravce i
2. Ako je tačka određena samo spoljašnjim pravcima na nekad postojeći signal, a zatim stabilizovana ispod, kakvih slučajeva je bilo u praksi.

Da bi se dobio direkcioni ugao strane "tačka - signal", potreban za računanje koordinata signala u prvom slučaju pribjegava se obnavljanju bar jedne od nekad postojećih prosjeka. Ovaj zahvat, pored utrošenog vremena koje zna biti znatno, prouzrokuje i veliku štetu šumskih kompleksa, dok u područjima nacionalnih parkova dolazi i u pitanje.

U drugom slučaju se uopšte ne može upotrijebiti, osim da se izvrši građnja piramide ili nekog adekvatnog signala.

Radi prevazilaženja navedenog problema razmotrimo mogućnost određivanja direkcionog ugla strane metodama geodetske astronomije sa instrumentima i ostalom opremom koju geodetski stručnjak posjeduje na terenu.

*

Sc ELDIN DONLAGIĆ, dipl.inž.geod.

Građevinski fakultet Sarajevo, Hasana Brkića 24

2. PRINCIP ODREĐIVANJA ASTRONOMSKOG AZIMUTA STRANE

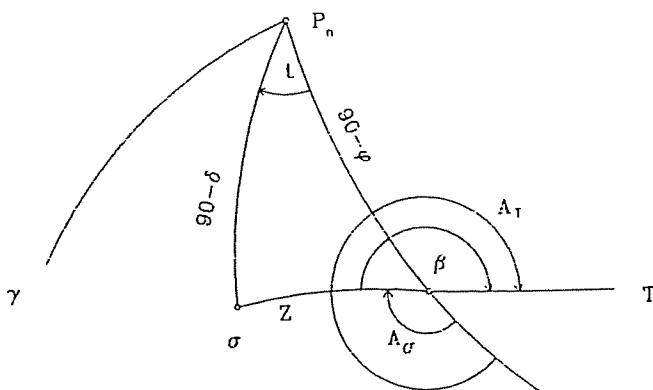
Astronomski azimut strane (slika 1) računa se po:

$$A_T = A_\sigma + \beta \quad (1)$$

gdje je:

A_σ - astronomski azimut opažanog nebeskog tijela i

β - horizontalni ugao između nebeskog tijela i terestričkog signala.



sl. 1

Azimut nebeskog tijela računamo iz izraza:

$$\operatorname{tg} A_\sigma = \frac{\sin t}{\sin \varphi \cdot \cos t - \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta} \quad (2)$$

gdje su:

- t - časovni ugao posmatranog nebeskog tijela
- φ - astronomska latituda stanice i
- δ - deklinacija nebeskog tijela.

Pošto se većina geodetskih mjerenja vrši danju, to je, za određivanje astronomskog azimuta strane, svrsishodno vršiti opažanje Sunca.

Metodološki razlikujemo:

- određivanje azimuta po časovnom uglu Sunca i
- određivanje azimuta po visini Sunca.

3. ODREĐIVANJE AZIMUTA PO ČASOVNOM UGLU SUNCA

Za korištenje ove metode potrebno je da pored sekundnog teodolita opažatelj posjeduje ručni sat sa koga se mogu očitavati sekunde i tamni filter na okularu ili objektivu za opažanje Sunca.

Poželjno je da se sat prije i poslije opažanja uporedi sa "tačnim vremenom" koje daju radio stanice svaki puni sat.

Časovni ugao Sunca t_0 , računa se po:

$$t_0 = UT + E - \mu\Delta T - 12^h \quad (3)$$

gdje je: UT svjetsko vrijeme, a $E - \mu\Delta T = \eta$ tzv. vremensko izjednačenje. Za dalje računanje koriste se izrazi (1) i (2).

3.1. TAČNOST ODREĐIVANJA AZIMUTA PO ČASOVNOM UGLU SUNCA

Analiza tačnosti je pokazala da je najpovoljnije, sa naših širina, opažati Sunce kada su mu velika zenitska odstojanja, a to je ili rano ujutro ili kasno poslije podne. Na taj način se smanjuje uticaj grešaka u registraciji vremena i uticaj nagiba obrtne osovine.

Za smanjenje uticaja greške latituda, koja se očitava sa karte, najbolje je kombinovati jutarnja i popodnevna mjerenja.

Srednja greška azimuta jedne strane određenog iz jednog jutarnjeg i jednog popodnevnog girusa može se izračunati po:

$$m_A^2 = \frac{1}{8} \cos^2 \varphi (\operatorname{tg} \varphi - \cos A \cdot \operatorname{ctg} Z)^2 m_t^2 + \frac{1}{8} (m_v^2 + m_1^2) \operatorname{ctg} Z + \frac{1}{8} (m_v^2 + m_\beta^2) \quad (4)$$

gdje su:

m_t - srednja greška registrovanja vremena,

m_v - srednja greška viziranja Sunca,

m_1 - srednja greška nagiba alhidadne osovine i

m_β - srednja greška mjerenog ugla β bez greške viziranja Sunca.

Uzimajući vrijednosti srednjih grešaka primjercne opremi i instrumentima kojima operator raspolaže dobićemo srednju grešku određenog azimuta upotrebom formule (4).

Ako uzmemo da je: $Z = 60^\circ$, $m_t = 4''$, $m_v = 4''$,
 $m_1 = 10''$, $m_\beta = 6''$, dobićemo: $m_A = 4,7''$

3.2. PROGRAM OPAŽANJA

Eliminisanje sistematskih instrumentalnih grešaka generisalo je opažački program koji se sastoji iz tzv. duplih girusa. Za lakši rad izrađen je zapisnik za opažanje iz koga se vidi tačan redosljed opažanja, kao i veličine koje je potrebno izmjeriti.

Na slici 2 prikazan je zapisnik za jedan dupli girus.

Astronomski obrazac br. 1E

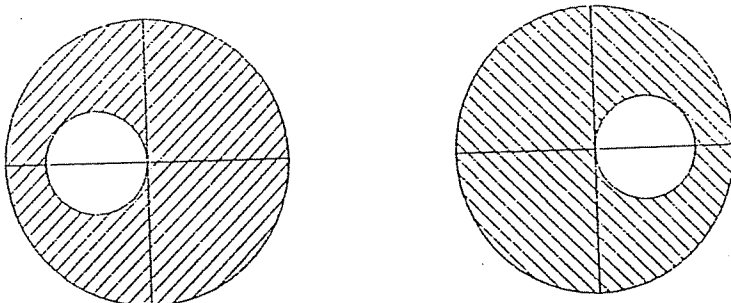
vizura pol. i.	pokazivanje sata			hor. limb				libela		primjedba
	h	m	s	o	'	"	"	L	R	
T KL										datum opaž.:
* KL										instrument:
* KL										opažać:
* KD										girus:
* KD										
T KD										p= mm Hg
T KD										
* KD										t= °C
* KD										
* KL										
* KL										
T KL										

sl. 2

Korišćene su sljedeće oznake:

- T - terestrički signal,
- * - nebesko tijelo,
- KL - prvi položaj durbina (krug lijevo),
- KD - drugi položaj durbina (krug desno),
- L - čitanje lijevog kraja alhidadne libele,
- D - čitanje desnog kraja alhidadne libele,
- p - pritisak izražen u mm Hg i
- t - temperatura izražena u °C.

Kako se obično ne raspolaze Roelofs prizmom Sunce se vizira tako što se vertikalnim koncem tangira lijeva, odnosno desna ivica (slika 3).



sl. 3. Obični način viziranja Sunca

Zbog ovakvog viziranja potrebno je dobiti azimut svesti na centar Sunca pomoću redukcije:

$$\Delta A = \pm R \operatorname{cosec} Z \quad (5)$$

gdje je R prividni radijus Sunca.

4. ODREĐIVANJE AZIMUTA PO VISINI SUNCA

I kod ove metode za računanje A_T koristi se relacija (1), dok se astronomski azimut Sunca računa po:

$$\cos A_{\odot} = \frac{\sin \delta_{\odot} - \sin \varphi \cdot \cos Z_{\odot}}{\cos \varphi \cdot \sin Z_{\odot}} \quad (6)$$

gdje je:

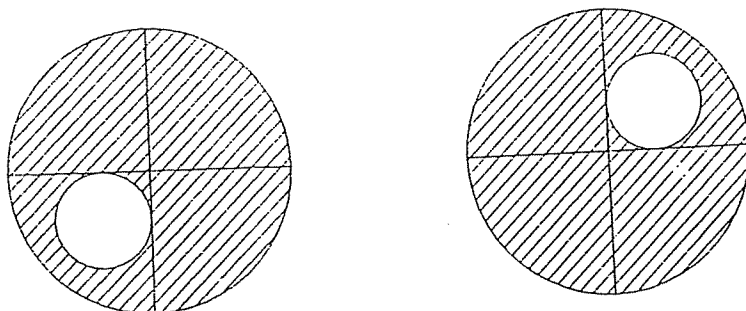
$$Z_{\odot} = Z'_{\odot} + \rho \quad (7)$$

U (6) Z'_{\odot} je mjereno zenitsko odstojanje Sunca a ρ je astronomska refrakcija koja je u funkciji temperature i pritiska.

Dakle, kod ove metode potrebno je jednovremeno mjeriti i zenitsko odstojanje i horizontalni pravac.

Međutim, za postizanje iste tačnosti kao kod metode određivanja azimuta po časovnom uglu, dovoljno je vrijeme registrovati sa tačnošću od $30''$, što je u nekim situacijama znatna prednost.

Postupak opažanja je sličan kao kod prethodne metode, a način viziranja na Sunce, kada ne raspoložemo Roelofs prizmom prikazan je na slici 4.



sl. 4. Obični način viziranja Sunca kada se mjeri i Z. odstojanje.

Prilikom obrade, opažanja se svode na centar Sunčeva diska i uvode ostale potrebne korekcije o kojima ovdje neće biti govora.

5. RAČUNANJE DIREKCIONOG UGLA

Prije svega, potrebno je sa astronomskog preći na geodetski azimut strane. Kao što je poznato između astronomskog i geodetskog azimuta jednog pravca postoji veza:

$$A = \alpha + \Delta\alpha \quad (8)$$

gdje su:

A - astronomski azimut pravca
 α - geodetski azimut pravca
 $\Delta\alpha$ - Laplasova korekcija.

Računanje Laplasove korekcije u punom iznosu računa se po:

$$\Delta\alpha = (\xi \cdot \sin\alpha - \eta \cdot \cos\alpha) \cdot \text{ctg}Z + \eta \cdot \text{tg}\varphi \quad (9)$$

gdje su:

ξ - komponenta vertikalnog otklona u meridijanu,
 η - komponenta vertikalnog otklona u I vertikalnu,
 Z - zenitsko odstojanje vizure pri određivanju astronomskog azimuta pravca i
 φ - astronomska latituda stanice.

Razlika između astronomskog i geodetskog azimuta pravca uslovljena je i greškama geodetskih i geodetsko - astronomskih određivanja, greškama pozicioniranja geodetskog horizontalnog

datuma odnosno pozicioniranjem i orijentacijom referenc-elipsoida, ali najčešće vertikalnim otklonima.

Sa geodetskog azimuta na direkcionu ugao ν prelazimo koristeći relaciju:

$$\nu = \alpha - C \quad (10)$$

gdje je:

C konvergencija meridijana koja se računa na poznati način.

Kako se astronomski azimut računa od južne tačke, to je ovako izračunati direkcionu ugao potrebno promijeniti za 180° , te se onda može koristiti za računanje koordinata signala.

Tabela I daje položajnu grešku signala izraženu u centimetrima, a u funkciji dužine izražene u metrima i greške određivanja direkcionog ugla.

T A B E L A I

$\frac{m}{p}$	20	40	60	100	150	200
30"	0,3	0,6	0,9	1,5	2,2	2,9
60"	0,6	1,2	1,7	2,9	4,3	5,8
90"	0,9	1,8	2,6	4,4	6,5	8,7

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog može se zaključiti da navedene metode mogu sa dovoljnom tačnošću zamijeniti konvencionalni način određivanja koordinata signala, pa se može preporučiti primjena u praksi.

Kompletna obrada podataka vrši se odgovarajućim programom na računaru, a neposredni podaci koje daje operator su zapisnik opažanja u formi kakva je navedena u radu i koordinate Y i X stajališta.

Što se tiče visine signala ona se određuje uobičajenim načinom.

LITERATURA

- [1] Ševarlić B., Milovanović V. Geodetska astronomija I Predavanja, Beograd 1989.
- [2] Muminagić A. Viša geodezija II. Naučna knjiga, Beograd 1987