

Eldin Djonlagić, dipl.inž.geodezije
Gradjevinski fakultet, Sarajevo

ODREĐJIVANJE ASTRONOMSKIH LATITUDA NA TAČKAMA LOKALNOG PROFILA GEOIDA NA PODRUČJU SARAJEVA

UVOD

Na području grada Sarajeva u periodu 1985-1988.god. vršeno je određivanje profila lokalnog geoida duž meridijana. Obzirom da se radilo o meridijanskom profilu bilo je dovoljno na odabranim tačkama izvršiti određivanje astronomskih latituda, kako bi se kasnije, pomoću odstupanja vertikalna došlo do profila samog geoida.

1. INSTRUMENT I PRIBOR

Za opažanja je korišten instrument THEO 010 A koji je prilagodjen radnim uslovima.

Instrument je opremljen tzv. kompenzacionim uređajem za dovodjenje indeksa vert.kruga u horizontalan položaj, te je u prednosti nad instrumentima iste klase kod kojih se indeks horizontiše pomoću libele, kako zbog lošeg uticaja temperaturnih promjena na libelu, tako i zbog dosta dugog vremenskog perioda potrebnog za umirenje libele.

Obzirom da ni kompenzator nije imun na promjene temperature instrument je termički izolovan po preporuci prof. dr Vladete Milovanovića, a za vrijeme opažanja postavljena su platna oko stanice, kako bi se smanjio uticaj vazdušnih strujanja.

Za registraciju vremena korištena je štoperica

"HEUER Microsplit" čije je stanje tokom rada bilo određiva-
no putem radio-signalata UTC vremena.

Korišten je još zvjezdani hronometar "NARDIN", par
termometara i aneroid.

2. PRINCIP ODREĐIVANJA LATITUDE MJERENJEM ZENITSKIH ODSTOJANJA

Iz osnovnog sfernog trougla PZ δ imamo jednačinu:

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

Diferenciranjem jednačine i analizom zaključujemo da
su najpovoljniji uslovi za određivanje nepoznate φ kada je
nebesko tijelo u meridijanu.

Dakle, vršićemo određivanje latitude mjerenjem ze-
nitskih odstojanja nebeskih tijela u meridijanu.

Ukoliko mjerimo zenitska odstojanja para zvijezda u
meridijanu od kojih je jedna južna, a druga sjeverna, usred-
njavanjem tako određenih latituda dolazi do eliminacije kon-
stantnog dijela greške mjerenih zenitskih odstojanja.

Naime, mjerenjem zenitskih odstojanja para zvijezda
dobiju se dvije vrijednosti za širinu:

$$\varphi_s = z_s + \delta_s \quad \text{i} \quad \varphi_N = \delta_N - z_N$$

Pošto mjerenja nikad ne možemo vršiti tačno u meridi-
janu, već u njegovoj blizini, potrebno je mjerene veličine
redukovati na meridijan, kao i popraviti ih za astronomsku
refrakciju. Onda imamo:

$$\varphi_s = z'_s + \rho_s - r_s + \delta_s \quad \text{i} \quad \varphi_N = \delta_N - z'_N - \rho_N + r_N, \quad \text{gdje su:}$$

$z'_{s,N}$ - mjerena zenitska odstojanja

$\rho_{s,N}$ - astronomska refrakcija

$r_{s,N}$ - redukcija mjerenih zenitskih odstojanja na meridijan

$\delta_{s,N}$ - deklinacije zvijezda

Tako će izraz za određivanje širine iz jednog para zvijezda glasiti:

$$\varphi = \frac{\varphi_s + \varphi_N}{2} = \frac{\delta_s + \delta_N}{2} + \frac{z_s - z_N}{2} + \frac{\rho_s - \rho_N}{2} - \frac{r_s - r_N}{2}$$

Prilikom računanja astronomske refrakcije usljed anomalnih refrakcija griješimo za neku malu veličinu $\Delta\rho$. Medjutim, ova se greška eliminiše, tim više, što su manje razlike izmedju zenitskih odstojanja južne i sjeverne zvijezde, o čemu vodimo računa prilikom izbora parova zvijezda.

3. IZBOR PAROVA ZVIJEZDA

Prilikom izbora parova za opažanje usvojen je slijedeći kriterij:

1. Da zenitska odstojanja zvijezda budu manja od 45° , a da razlika zenitskih odstojanja u paru ne bude veća od 6° .
2. Da razlika rektascenzija opažanih zvijezda bude:
 $2.5 \text{ min.} < \Delta\alpha < 10 \text{ min.}$ kako bi se opažanja odvijala kontinuirano.
3. Da najveća razlika magnituda Δm zvijezda u paru bude $\Delta m \leq 2$.

4. Da magnitude m budu u intervalu $2 \leq m \leq 7$.

Opažački program napravljen je uz upotrebu kataloga FK 4 u slijedećem obliku:

PAR	br.zv.	N(s)	M	R.A.			Z.	
				h	m	s	o	'
125	1135	S	5.12	4	50	23	25	03
	178	N	4.38	4	52	51	22	27
126	181	S	2,90	4	55	53	10	44
	182	N	4.22	5	01	54	16	33
127	185	S	3.28	5	05	19	2	39
	193	N	0.21	5	15	26	2	07

Ovakav program omogućava opažanja tokom cijele godine u bilo kojem trenutku, dakle omogućava neprekidan rad.

4. OCJENA TAČNOSTI A PRIORI.

Teoretsku tačnost odredjivanja širine iz opažanja jednog para možemo dobiti iz izraza:

$$m_{\varphi}^2 = \frac{1}{2} (m_g^2 + \frac{b_o^2}{n u^2} + m_k^2 + m_{IP}^2 + m_{cL}^2 + m_{cD}^2 + m_p^2), \quad \text{gdje je :}$$

m_g = srednja greška deklinacije,

$\frac{b_o}{u}$ = srednja greška viziranja,

n = broj poentiranja,

m_k = srednja greška kompenzatora za indeks vertikalnog limba,

m_{LP} = srednja greška podjele vertikalnog limba,

$m_{\bar{c}L}$ = srednja greška koincidiranja limbove podjele,

$m_{\bar{c}D}$ = srednja greška čitanja doboša mikrometra i

m_{ρ} = srednja greška refrakcije.

Uticaj savijanja durbina nije uzet u obzir jer se može smatrati zanemarljivim obzirom na metodologiju rada i izbor parova.

Ako uzmemo da je :

$$m_{\delta} = \pm 0''1, \quad \frac{b_0}{u} = \frac{60''}{30}, \quad n=5,$$

$$m_k = \pm 0''1, \quad m_{LP} = \pm 0''3, \quad m_{\bar{c}L} = \pm 0''15,$$

$$m_{\bar{c}D} = \pm 0''1, \quad m_{\rho} = \pm 0''1, \quad \text{dobićemo}$$

$$m_{\varphi} = \pm 0''63.$$

Dakle, ako želimo tačnost od napr. $\pm 0''22$ potrebno je opažati osam parova zvijezda.

5. OPAŽANJA I OBRADA PODATAKA SA OCJENOM TAČNOSTI

Opažanja su vršena sa jednodjelnog drvenog tronošca na koji je postavljan instrument jedan sat prije početka opažanja zbog adaptiranja prema spoljnim uslovima. Nakon temperiranja instrumenta vršeno je dovodjenje durbina u meridijan datog stajališta pomoću αUM_i .

Upotrebom opažačkog programa i korištenjem zvjezdanog časovnika zauzimani su elementi za opažanje nebeskog ti-

jela, a prilikom "prolaza kroz meridijan" vršeno je, obično po pet poentiranja, po mogućnosti, simetrično raspoređenih u odnosu na meridijan. Trenuci prolaza zvijezda kroz vertikalni konac registrovani su pomoću ručnog kontakta štoperice i zapisivani u obrazac.

Opažano je osam profilnih tačaka u osam večeri, a opažanja su bila raspoređena u dvije ili tri grupe koje su se sastojale od, prosječno, osam parova zvijezda.

Obrada podataka vršena je džepnim računarom TEXAS TI 59S uz odgovarajuće programe tako što je sračunata širina svakog para kao aritmetička sredina širina sjeverne i južne zvijezde.

Usrednjavanjem svih širina pojedinih grupa dobijene su srednje vrijednosti širine grupa, a usrednjavanjem širina svih parova opažane tačke dobijena je definitivna vrijednost širine stajališta.

U slijedećoj tabeli dat je pregled latituda po grupama za jednu opažanu tačku.

Tačka "STOJČEVAC"

Y = 6 523 474.22	B = 43° 48' 38".3916
X = 4 851 850.84	L = 18 17 30.5218
H = 509.34	C = 0 12 07.2559

Datum opažanja: 17/18.10.1986.god.



U narednoj tabeli dat je pregled svih opažanih tačaka sa ocjenom tačnosti

Tačka	Datum opažanja	Grupa	Br. parova	m_{og}	m_o	Δ	M_g	M
Crni vrh	17.08. 1985.	1	6	$\pm 0,87$	$\pm 0,50$	-0,05 0,07	$\pm 0,36$ $\pm 0,25$	$\pm 0,15$
		2	5	$\pm 0,55$				
Glavnjatic	6.10. 1985.	1	7	$\pm 1,04$	$\pm 0,75$	0,27 -0,13 -0,12	$\pm 0,39$ $\pm 0,20$ $\pm 0,25$	$\pm 0,16$
		2	8	$\pm 0,56$				
		3	7	$\pm 0,65$				
Bijele vode	16.10. 1986.	1	9	$\pm 0,33$	$\pm 0,47$	0,28 -0,28	$\pm 0,11$ $\pm 0,15$	$\pm 0,11$
		2	9	$\pm 0,43$				
Stojčevac	17.10. 1986.	1	8	$\pm 0,28$	$\pm 0,41$	-0,13 0,11	$\pm 0,10$ $\pm 0,16$	$\pm 0,10$
		2	9	$\pm 0,48$				
Vrelo Bosne	23.09. 1985.	1	9	$\pm 0,52$	$\pm 0,76$	-0,11 0,36	$\pm 0,17$ $\pm 0,22$	$\pm 0,18$
		2	8	$\pm 0,64$				
Auto-kamp	16.9. 1985.	1	9	$\pm 0,75$	$\pm 0,93$	0,29 -0,27	$\pm 0,25$ $\pm 0,36$	$\pm 0,22$
		2	9	$\pm 1,08$				
Zabosna	24.09. 1986.	1	9	$\pm 0,50$	$\pm 0,51$	0,03 -0,04	$\pm 0,16$ $\pm 0,18$	$\pm 0,12$
		2	9	$\pm 0,54$				
Sastavci	14.10. 1986.	1	8	$\pm 1,11$	$\pm 0,99$	-0,24 0,24	$\pm 0,39$ $\pm 0,30$	$\pm 0,25$
		2	8	$\pm 0,86$				

gdje su:

m_{og} = srednja greška jednog para grupe

m_o = srednja greška jednog para

Δ = odstupanje vrijednosti širine pojedinih grupa od definitivne vrijednosti

M_g = srednja greška određene širine iz jedne grupe

M = srednja greška određene širine (svi parovi)

Iz tabele vidimo da grupa prosječno broji osam parova, a da je prosječna srednja greška širine jedne grupe $\pm 0,23$, što je blisko unaprijed proračunatoj tačnosti od $\pm 0,22$ za isti broj parova.

Ako se uzmu prosječne srednje greške širine stanice dobijene iz svih parova dobijemo vrijednost $\pm 0,16$, što u potpunosti zadovoljava kriterij o tačnosti odredjivanja geoidnih tačaka.

6. ZAKLJUČAK

U periodu 1985.-1988.god. izvršeno je odredjivanje astronomskih latituda na osam tačaka meridijanskog profila lokalnog geoida na području Sarajeva korištenjem instrumenta THEO 010 A. Opažana su zenitska odstojanja parova zbijezda u istom položaju durbina pri prolazu kroz meridijan.

Za opažanje jedne profilne tačke, uz povoljne meteo-uslove, dovoljna je jedna noć. Opažanjem više od dvije grupe, odnosno više od 16 parova iste noći dolazi do zamora opažaća, tako da nije svrsishodno opažati veći broj parova.

Iz prethodne tabele vidimo da pojedine srednje greške širine grupa odstupaju do 75% od predviđene greške, ali mislim da je ta odstupanja moguće smanjiti kvalitetnijom zaštitom instrumenta od atmosferskih uticaja, prije svega uticaja vjetra.

Instrumentom THEO 010 A mogu se uspješno vršiti odredjivanja astronomske latitute u svrhu odredjivanja oblika geoida sa aspekta potrebne tačnosti.

LITERATURA

- [1] Astronomisches rechen-Institut:
Apparent places of fundamental stars, Heidelberg,
1985, 1986.
- [2] Milovanović, S.V.:
Metode odredjivanja pravca vertikalne. Umnóžena predava-
nja
- [3] Muminagić, A.:
Ispitivanje realnog geoida u Jugoslaviji. Disertacija,
Bgd. 1971.
- [4] Östereichische Kommission für die Internationale
Erdmessung:
Das geoid in Östereich. Graz 1983.
- [5] Savez geodetskih inženjera i geometara Jugoslavije:
Savjetovanje Osnovni geodetski radovi i oprema za nji-
hovo izvodjenje. Zbornik radova, Struga 1987.god.

REZIME

U radu je dat prikaz odredjivanja astronomskih lati-
tuda na tačkama lokalnog profila geoida na području Sarajeva
uz upotrebu instrumenta THEO 010 A sa odgovarajućom opremom.
Izvršena je analiza dobijenih rezultata obzirom na zahtjeva-
nu i postignutu tačnost, kao i efikasnost i udobnost pri ra-
du.