

ISTRAŽIVANJE MODELA UTICAJA TEMPERATURE PRI
ODREDJIVANJU RAZLIKA LONGITUDA IZ MERENJA ZENITNIH
DALJINA ZVEZDA DANŽONOVIM ASTROLABOM

Z. CVETKOVIĆ¹ i G. PEROVIĆ²

¹ *Astronomska opservatorija, Volgina 7, 11160-Beograd 74, Jugoslavija*
E-mail: zcvetkovic@aob.aob.bg.ac.yu

² *Gradjevinski fakultet, Kralja Aleksandra 73/I, 11000 Beograd, Jugoslavija*

Abstract. 1988. godine, u okviru Evropske mreže longituda, određivane su razlike longituda Minhen-Beč-Grac iz merenja zenitnih daljina zvezda Danžonovim astrolabom. Merenja su izravnata korišćenjem dva modela koji se razlikuju međusobno u opisivanju uticaja temperature na merenja zenitnih daljina. Model koji su predložili autori bolje opisuje sistematski uticaj temperature.

1. UVOD

Za uspostavljanje ELN (European Longitude Network) sprovedeno je nekoliko kampanja za određivanje razlika longituda između nacionalnih referentnih stanica u sedam evropskih zemalja (Kaniuth and Wende 1980, 1983, Wende 1992). Ova merenja su uradjena Danžonovim astrolabom, od 1977 do 1980. i 1988. godine. Primenjena je metoda jednakih zenitnih daljina, tj. vreme prolaza zvezde kroz almukantarat registrovano je na zenitnoj daljini $z \approx 30^\circ$.

Poslednja kampanja za određivanje razlika longituda u okviru ELN sprovedena je 1988. godine. Određivane su razlike longituda između dve austrijske stanice, Beča i Graca, i referentne stanice u Minhenu. Opažanja je uradio W. Wende. Opažane su odabrane zvezde iz FK5 kataloga, sa deklinacijama između 20° i 70° . Opis kampanje i analiza merenja dati su u Wende-ovom radu (Wende 1992).

Autori ovoga rada su neke rezultate obrade i analize ovih merenja objavili ranije (Perović and Cvetković 1998, Cvetković and Perović 1999). U ovom radu daju se rezultati dobijeni sa dva modela za izravnanje merenja. Jedan je zasnovan na Wende-ovom modelu, a drugi su predložili sami autori. Za redukciju merenja korišćeni su položaji zvezda iz Hipparcos kataloga.

Kampanja 1988. godine radjena je od 20. jula do 10. septembra. Ukupno je bilo **23 večeri opažanja**. Prvo je u Minhenu za 5 večeri opažano po dve grupe zvezda ili ukupno 10 serija, zatim u Beču za 6 večeri 15 serija, pa u Gracu za 7 večeri 17 serija i na kraju, ponovo u Minhenu za 5 večeri 10 serija zvezda.

2. PRVI MODEL IZRAVNANJA – MODEL I

Za **model I**, u suštini, korišćen je Wende-ov model izravnjanja (Wende, 1992) koji obuhvata obavezne i opcione parametre, ali ne i *a priori* nepoznati broj popravki po rektascenziji.

Za svaki zvezdani prolaz postavljena je sledeća jednačina popravaka:

$$\begin{aligned} l_p + v = & b_\varphi d\varphi_i + b_\lambda d\lambda_i - dz_k \\ & + \Delta T b_\varphi \Delta\varphi_G + \Delta T b_\lambda \Delta\lambda_G \\ & + b_{IT} dIT + b_{IA} dIA + b_{HD_2} dHD_2 \\ & + b_H dH1 + b_H^2 dH2 + b_F dF \end{aligned}$$

gde su:

a) *9 obaveznih parametara*: 3 parametra $d\varphi_i$ i 3 parametra $d\lambda_i$ – za svaku stanicu po jedan; 3 parametra dz_k – za svaku grupu zvezda, (10, 11 i 12), po jedan;

b) *8 opcionih parametara*: $\Delta\varphi_G, \Delta\lambda_G$ – vremenska promena latituda odnosno longituda izmerenih od strane jednog posmatrača; dIT – parametar promene temperature instrumenta isti za sva merenja kampanje; dIA – parametar promene razlike temperatura instrumenta i vazduha isti za sva merenja kampanje; dHD_2 , – parametar adaptacije ljudskog oka; $dH1, dH2$ – parametri za uticaj prividne veličine zvezde, i dF – parametar za uticaj boje zvezde.

Radi određivanja težina opažanja (prolaza zvezda) izvršeno je ocenjivanje komponenti disperzija korišćenjem modela:

$$\sigma_i^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 \cdot (\cos \varphi \sin A)^2 + \sigma_3^2 \cdot m_v^2 .$$

i metode ocenjivanja komponenti PERKDV1 (Perović 1999).

Za otkrivanje grubih grešaka u opažanjima korišćen je Popeov tau-metod (Pope 1976) sa nivoom značajnosti testa $\alpha_o = 0.05$. Broj prolaza zvezda sa kojim se ušlo u izravnjanje iznosio je 1601. Po primeni testa grubih grešaka odbačeno je oko 14% prolaza i sa preostalih 1378 merenja sračunata je ocena disperzionog koeficijenta m_o^2 – Tabela 1.

Posle izravnjanja, grafički su predstavljene ocene popravaka \hat{v} po različitim regresorima (uticajima): serijama, večerima, azimutu, prividnoj veličini zvezda, spoljašnjoj temperaturi tokom opažanja, atmosferskom pritisku i temperaturi instrumenta. Od svih grafika, jedino je grafik po večerima ukazivao na promene popravaka (Grafik 1.a.), uzrok čega je mogla biti temperatura koja je bila različita po večerima. Radi toga je uveden drugi model kojim se temperaturni uticaji bolje opisuju.

3. DRUGI MODEL IZRAVNANJA – MODEL II

Umesto dva parametra uticaja temperature, dIT i dIA , korišćenih u modelu I za sva merenja kampanje, u **model II** uvedena su *po dva parametra*, dIT i dIA , *za merenja u pojedinoj večeri*. Zbog ovoga model II ima ukupno 46 parametara za opisivanje uticaja temperature i glasi:

$$\begin{aligned}
 l_p + v &= b_\varphi d\varphi_i + b_\lambda d\lambda_i - dz_k \\
 &+ \Delta T b_\varphi \Delta\varphi_G + \Delta T b_\lambda \Delta\lambda_G \\
 &+ b_{IT} dIT_h + b_{IA} dIA_h + b_{HD_2} dHD_2 \\
 &+ b_H dH1 + b_H^2 dH2 + b_F dF
 \end{aligned}$$

gde indeks h označava broj večeri, ($h = 1, \dots, 23$). U ovom modelu broj obaveznih parametara je 9 – isti kao u modelu I, a opcionih 52, tako da ukupan broj parametara iznosi 61.

Težine opažanja su određivane istim postupkom kao kod modela I. Za testiranje grubih grešaka u opažanjima takodje je korišćena Popeova tau-metoda na isti način kao kod prvog modela. Odgovarajući rezultati dobijeni na osnovu izravnjanja ovim modelom dati su u Tabeli 1.

Ocene popravaka \hat{v} dobijene iz izravnjanja pomoću modela II grafički su predstavljene po istim regresorima kao pri modelu I. Sada ni grafik popravaka po večerima ne pokazuje zavisnost – Grafik 1.b.

Medjutim, pravi odgovor na pitanje opravdanosti uvođenja modela proširenog za temperaturne uticaje po večerima – model II, daje nam F -test. Statistika testa glasi:

$$F = m_{o,I}^2 / m_{o,II}^2 .$$

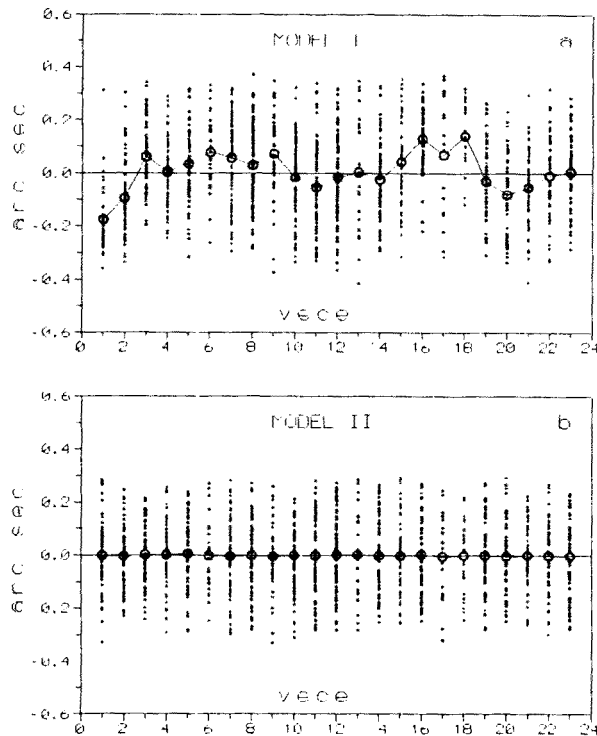
Na osnovu uporedjenja test veličine F sa kvantilom F -rasporeda:

$$F = 0.02565/0.01578 = 1.625 > 1.184 = F_{0,999}(1361; 1335)$$

zaključujemo da se modelom II značajno bolje opisuju uticaji temperature u merenjima, što se, sa druge strane, direktno odražava na tačnije određivanje razlika longituda.

Tabela 1. Vrednosti $R = \hat{v}^T P \hat{v}$ i m_o^2 dobijene pomoću modela I i II. (n – broj prolaza (posle eliminacije merenja sa grubim greškama); u – broj parametara; f – broj stepeni slobode.

Model	n	u	R [°] ²	m_o^2 [°] ²	f
I	1378	17	34.9085	0.02565	1361
II	1396	61	21.0608	0.01578	1335



Grafik 1. Ocene popravaka u zavisnosti od večeri dobijene: a) modelom I; b) modelom II. Kružići predstavljaju srednje vrednosti popravaka po večerima.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati analize potvrđuju da se temperaturni uticaji u merenjima zenitnih daljina zvezda Danžonovim astrolabom značajno bolje opisuju modelom sa dva parametra po jednoj večeri – model II, u odnosu na model uticaja temperature sa dva parametra za celu kampanju – model I.

Literatura

- Cvetković Z. and Perović G.: 1999, *Publ. Astron. Obs. Belgrade*, **65**, 131-134.
 Kaniuth K. and Wende W.: 1980, *Weröff. Deutsche Geod. Komm., Reihe B*, München, **250**, 1-44.
 Kaniuth K. and Wende W.: 1983, *Weröff. Bayer. Komm. f.d. Int. Erdmessung, Astronom.-Geod. Arbeiten*, München, **44**, 5-35.
 Perović G. and Cvetković Z.: 1998, *Serb. Astron. J.*, **157**, 1-6.
 Perović G.: 1999, *Metod najmanjih kvadrata, Monografija 1*, (u štampi).
 Pope A.J.: 1976, *The statistics of residuals and the detection of outliers. NOAA Technical Reprt, NOS65 NGS1, National Geodetic Information Center. NOS/NOAA*, Rockville, Md.
 Wende W.: 1992, *Weröff. Bayer. Komm. f.d. Int. Erdmessung, Astronom.-Geod. Arbeiten*, München, **50**, 7-25.