

UDK 522.1(497.13)Maksimir
528.281
Originalni znanstveni članak

GEOGRAFSKA ŠIRINA OPSERVATORIJA MAKSIMIR ODREĐENA S DEKLINACIJAMA ZVIJEZDA U SUSTAVU FK5 I REDUCIRANA NA »CIO« POL

Predrag TERZIĆ — Zagreb*

SAŽETAK: Deklinacije svih zvijezda opažanih u drugom određivanju geografske širine Opservatorija Maksimir 1942. i 1943. godine prevedene su iz sustava FK3 u sustav FK5, izvedene nove širine iz svih Horrebow-Talcottovih parova i zenitnih zvijezda i nova širina Opservatorija, kao osnovne astrometrijske točke Republike Hrvatske. Opažanja su trajala jedanaest mjeseci, a da bismo utvrdili je li isključeno periodičko kolebanje pola, obavljen je prelazak na Međunarodno ugovorno ishodište, tzv. »CIO« pol.

1. UVOD

Istočni stup, tzv. nulti stup Opservatorija Maksimir Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu osnovna je astrometrijska točka u Republici Hrvatskoj. Prvo određivanje geografske širine te točke obavio je profesor Nikolaj Abakumov (Abakumov, 1941) opažanjem 2412 parova zvijezda Horrebow-Talcottovom metodom od 21. veljače 1938. do 27. travnja 1939. Opažanja su dakle trajala četrnaest mjeseci što se podudara s kružnim obilaženjem pola Zemlje koje je, prema američkom astronomu Chandleru, nazvano Chandlerovim periodom. Drugo određivanje širine te točke obavili su profesori Abakumov i Randić (Abakumov, Randić, 1948) Horrebow-Talcottovom metodom i metodom zenitnih zvijezda opažanjem 899 Horrebow-Talcottovih parova i 138 zenitnih zvijezda od 3. lipnja 1942. do 28. svibnja 1943. Tijekom tog određivanja instrument je bio prenijet na Sljeme, točku na vrhu Medvednice, na kojoj su obavljana opažanja mjesec dana, istim metodama i po istom programu, radi određivanja širine te točke u triangulaciji prvog reda.

U oba određivanja korišten je isti instrument, prijenosni pasažni instrument Askania, otvora objektivna od 90 mm, s tri povećanja od 60, 90 i 112 puta i dvije Horrebow libele. Instrument je bio postavljan na istočni stup, tzv. nulti stup Opservatorija.

U ovom radu govori se o drugom određivanju geografske širine Opservatorija Maksimir. Za sastav programa opažanja od ukupno 57 Horrebow-

* Prof. dr. Predrag Terzić, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, Zagreb.

Talcottovih parova i 9 zenitnih zvijezda korišten je Dritter Fundamental-katalog des Berliner Astronomischen Jahrbuchs (FK3), Bossov Preliminary Generalkatalog (PGC) i rad profesora Stjepana Horvata Određivanje absolutnih deklinacija 53 zenitalnih zvijezda. Deklinacije zvijezda PGC i zenitnih zvijezda Stjepana Horvata prevedene su na sustav FK3. U radu su predloženi svi rezultati, širine iz svih parova i zenitnih zvijezda i dnevne sredine. Određene su zatim sistematske pogreške, utjecaj periodičkoga kolebanja pola i izvedena vrijednost geografske širine nultog stupa Opservatorija i astronomske točke Sljeme na Medvednici za epohu 1942, 913.

Najtočniji katalog danas je FK5, pa je kao prva zadaća ovdje postavljeno prevođenje deklinacija svih opažanih zvijezda na sustav FK4, a zatim s toga na sustav FK5, te izvođenje novih širina iz svih opažanih parova zvijezda i nove geografske širine Opservatorija.

Elaborat opažanja i obrade nije pronađen, pa su korišteni rezultati iz rada Abakumova i Randića (1948).

Opažanja u tom određivanju trajala su jedanaest mjeseci. Moglo se zato postaviti pitanje, s obzirom na Chandlerov period, da li je uz takvo trajanje određivanja isključeno periodičko kolebanje pola odnosno da li bismo dobili isti rezultat ako bismo izveli popravke dnevnih širina za prelazak na Međunarodno ugovorno ishodište, tzv. »CIO« pol.

2. ODREĐIVANJE GEOGRAFSKE ŠIRINE OPSERVATORIJA PREVOĐENJEM DEKLINACIJA ZVIJEZDA NA SUSTAV FK5

U tablici 1. su datumi opažanja, broj opažanih parova odnosno zenitnih zvijezda, aritmetičke sredine širina $\varphi = 45^{\circ} 49' 30'' + \Delta\varphi_1$ za svaki dan s deklinacijama zvijezda u sustavu FK3 (Abakumov, Randić, 1948).

Za prelazak iz sustava FK3 na sustav FK4 korištene su tablice sistematskih razlika FK4 — FK3 kataloga FK4 (1963), pa su deklinacije i stogodišnja vlastita gibanja zvijezda

$$\begin{aligned}\delta_{(\text{FK4 sustav})} &= \delta_{(\text{FK3 sustav})} + \Delta\delta, \\ \mu'_{(\text{FK4 sustav})} &= \mu'_{(\text{FK3 sustav})} + \Delta\mu',\end{aligned}$$

gdje su:

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= \Delta\delta_{\delta} + \Delta\delta_{\alpha}, \\ \Delta\mu' &= \Delta\mu'_{\delta} + \Delta\mu'_{\alpha},\end{aligned}$$

sistematske razlike dane za epohu 1950.0. Za epohe $T = 1942.0$ i $T = 1943.0$:

$$\Delta\delta_T = (\Delta\delta_{\delta} + \Delta\delta_{\alpha})_{1950} + (\Delta\mu'_{\delta} + \Delta\mu'_{\alpha}) \Delta T,$$

gdje je:

$$\Delta T = (T - 1950.0) \text{ u jedinicama od stotinu godina.}$$

S razlikama $\Delta\delta_{\delta}$, $\Delta\delta_{\alpha}$, $\Delta\mu'_{\delta}$, $\Delta\mu'_{\alpha}$, koje su dane kao funkcije rektascenzije α i deklinacije δ zvijezde i s ΔT izračunani su popravci širine za sve opažane parove zvijezda i zenitne zvijezde. Naime, po metodi Horrebow-Talcotta je

$$\varphi = \frac{\delta_n + \delta_s}{2} + \frac{z_s - z_n}{2},$$

Tablica 1.

Datum	Broj parova	$\Delta \varphi_1$	$\Delta \varphi_2$	$\Delta \varphi_3$	k_2	$\Delta \varphi$	k_3	$\Delta \varphi_4$
3.06.42.	3	2,27	2,26	2,49	-0,07	2,33	0,01	2,39
4. " "	2	2,62	2,62	2,95	-0,06	2,89	-0,01	2,94
5. " "	13	2,18	2,18	2,24	-0,06	2,18	-0,01	2,23
6. " "	8	2,30	2,30	2,35	-0,06	2,29	-0,01	2,34
7. " "	1	2,15	2,16	2,39	-0,06	2,33	-0,01	2,38
8. " "	18	2,11	2,10	2,16	-0,05	2,11	-0,01	2,15
9. " "	9	2,30	2,30	2,29	-0,05	2,24	-0,01	2,28
14. " "	18	2,48	2,48	2,47	-0,04	2,43	0,00	2,47
16. " "	15	2,37	2,38	2,33	-0,03	2,30	0,00	2,33
19. " "	3	2,33	2,32	2,53	-0,03	2,50	0,00	2,53
21. " "	2	2,03	2,02	2,25	-0,02	2,23	0,00	2,25
22. " "	19	2,33	2,33	2,33	-0,02	2,31	0,00	2,33
23. " "	25	2,39	2,38	2,41	-0,01	2,40	0,00	2,41
24. " "	25	2,34	2,33	2,33	-0,01	2,32	0,00	2,33
" "	3	2,36	2,37	2,46	0,00	2,46	0,00	2,46
30. " "	21	2,34	2,33	2,34	0,00	2,34	0,00	2,34
5.07.42.	26	2,30	2,28	2,28	0,01	2,29	0,00	2,28
6. " "	28	2,15	2,14	2,13	0,01	2,14	0,00	2,13
7. " "	28	2,33	2,31	2,31	0,02	2,33	0,00	2,31
9. " "	29	2,29	2,27	2,28	0,02	2,30	0,00	2,28
17. " "	2	2,52	2,53	2,34	0,03	2,37	0,01	2,35
21. " "	5	2,52	2,52	2,33	0,03	2,36	0,01	2,34
22. " "	3	2,76	2,76	2,64	0,03	2,67	0,01	2,65
25. " "	5	2,82	2,83	2,59	0,02	2,61	0,01	2,60
26. " "	5	2,47	2,48	2,23	0,02	2,25	0,01	2,24
29. " "	6	2,41	2,42	2,21	0,01	2,22	0,01	2,22
30. " "	7	2,60	2,61	2,41	0,01	2,42	0,01	2,42
2.08.42.	8	2,52	2,53	2,32	0,00	2,32	0,01	2,33
3. " "	9	2,69	2,70	2,52	0,00	2,52	0,01	2,53
8. " "	10	2,27	2,28	2,14	-0,01	2,13	0,01	2,15
9. " "	1	2,71	2,73	2,47	-0,01	2,46	0,01	2,48
11. " "	11	2,54	2,54	2,43	-0,01	2,42	0,01	2,44
12. " "	11	2,44	2,44	2,33	-0,01	2,32	0,01	2,34
15. " "	10	2,39	2,39	2,29	-0,01	2,28	0,01	2,30
16. " "	9	2,20	2,20	2,11	-0,01	2,10	0,01	2,12
17. " "	3	2,97	2,98	2,73	-0,01	2,72	0,01	2,74
1.10.42.	19	2,25	2,22	2,33	0,00	2,33	0,03	2,36
2. " "	7	2,55	2,52	2,54	0,00	2,54	0,03	2,57
4. " "	37	2,36	2,34	2,34	0,00	2,34	0,03	2,37
5. " "	11	2,25	2,23	2,31	0,00	2,31	0,03	2,34
6. " "	19	2,38	2,36	2,42	0,00	2,42	0,04	2,46
7. " "	19	2,22	2,19	2,25	0,00	2,25	0,04	2,29
10. " "	6	2,32	2,31	2,49	0,00	2,49	0,04	2,53
30. " "	35	2,23	2,21	2,17	-0,01	2,16	0,04	2,21
3.11.42.	12	2,25	2,22	2,21	-0,02	2,19	0,04	2,25
18. " "	4	2,68	2,65	2,68	-0,05	2,63	0,04	2,27
22. " "	3	2,51	2,48	2,42	-0,01	2,41	0,04	2,46
23. " "	6	2,43	2,39	2,47	-0,01	2,46	0,04	2,51
26. " "	33	2,37	2,37	2,37	0,02	2,39	0,04	2,41
30. " "	1	1,95	1,92	1,86	0,05	1,91	0,04	1,90
2.12.42.	6	2,42	2,39	2,46	0,07	2,53	0,04	2,50

Datum	Broj parova	$\Delta \varphi_1$	$\Delta \varphi_2$	$\Delta \varphi_3$	k_2	$\Delta \varphi$	k_3	$\Delta \varphi_4$
7.12.42	12	2,14	2,11	2,15	0,11	2,26	0,04	2,19
8. " "	17	2,57	2,54	2,57	0,12	2,69	0,04	2,61
10. " "	15	1,99	1,97	1,98	0,14	2,12	0,04	2,02
11. " "	12	1,78	1,75	1,81	0,15	1,96	0,04	1,85
18. " "	11	2,14	2,12	2,12	0,18	2,30	0,04	2,16
22. " "	15	2,05	2,03	2,06	0,19	2,25	0,03	2,09
4.01.43.	8	2,05	2,04	2,00	0,23	2,23	0,03	2,03
5. " "	16	2,37	2,38	2,24	0,23	2,47	0,03	2,27
11. " "	8	1,89	1,87	1,83	0,24	2,07	0,02	1,85
26. " "	1	1,64	1,65	1,82	0,16	1,98	0,01	1,83
29. " "	12	2,20	2,21	2,06	0,12	2,18	0,01	2,07
4.02.43.	26	2,26	2,28	2,29	0,04	2,33	0,01	2,30
5. " "	10	2,56	2,57	2,42	0,03	2,45	0,01	2,43
6. " "	5	2,78	2,80	2,78	0,01	2,79	0,01	2,79
11. " "	9	2,52	2,54	2,35	-0,06	2,29	0,00	2,35
12. " "	2	2,86	2,85	2,89	-0,06	2,83	0,00	2,89
15. " "	1	2,48	2,46	2,37	-0,07	2,30	0,00	2,37
18. " "	11	2,60	2,63	2,47	-0,06	2,41	0,00	2,47
19. " "	11	2,44	2,47	2,31	-0,06	2,25	0,00	2,31
21. " "	10	2,41	2,43	2,29	-0,06	2,23	-0,01	2,28
22. " "	10	2,57	2,60	2,43	-0,06	2,37	-0,01	2,42
23. " "	4	2,55	2,61	2,47	-0,06	2,41	-0,01	2,46
24. " "	9	2,42	2,44	2,28	-0,06	2,22	-0,01	2,27
1.03.43.	5	2,60	2,61	2,39	-0,05	2,34	-0,01	2,38
2. " "	10	2,71	2,74	2,56	-0,04	2,52	-0,01	2,55
4. " "	28	2,38	2,40	2,38	-0,04	2,34	-0,02	2,36
8. " "	7	2,15	2,18	2,15	-0,04	2,11	-0,02	2,13
9. " "	1	2,35	2,36	2,53	-0,03	2,50	-0,02	2,51
10. " "	7	2,31	2,35	2,32	-0,03	2,29	-0,02	2,30
11. " "	7	2,29	2,32	2,30	-0,03	2,27	-0,02	2,28
12. " "	7	2,21	2,25	2,22	-0,03	2,19	-0,02	2,20
16. " "	6	2,21	2,25	2,23	-0,03	2,20	-0,03	2,20
17. " "	6	2,47	2,52	2,50	-0,03	2,47	-0,03	2,47
18. " "	6	2,39	2,43	2,42	-0,03	2,39	-0,03	2,39
23. " "	4	2,03	2,10	2,10	-0,04	2,06	-0,04	2,06
24. " "	4	2,14	2,20	2,21	-0,04	2,17	-0,04	2,17
5.04.43.	22	2,32	2,34	2,33	-0,05	2,28	-0,05	2,28
14. " "	2	2,33	2,39	2,68	-0,06	2,62	-0,06	2,62
17. " "	2	2,36	2,42	2,70	-0,07	2,63	-0,06	2,64
18. " "	2	1,93	1,99	2,27	-0,07	2,20	-0,06	2,21
27. " "	3	1,94	1,98	2,39	-0,09	2,30	-0,08	2,31
1.05.43.	3	1,73	1,77	2,18	-0,10	2,08	-0,08	2,10
7. " "	3	2,05	2,09	2,50	-0,11	2,39	-0,09	2,41
11. " "	3	2,48	2,51	2,70	-0,12	2,58	-0,10	2,60
12. " "	3	2,37	2,40	2,59	-0,12	2,47	-0,10	2,49
13. " "	25	2,40	2,41	2,40	-0,13	2,27	-0,10	2,30
14. " "	6	2,47	2,49	2,64	-0,13	2,51	-0,10	2,54
17. " "	4	2,14	2,15	2,10	-0,14	1,96	-0,11	1,99
20. " "	3	2,77	2,77	2,65	-0,14	2,51	-0,11	2,54
25. " "	2	3,02	3,02	2,79	-0,15	2,64	-0,12	2,64
28. " "	2	2,20	2,20	2,16	-0,16	2,00	-0,12	2,04

a po metodi zenitnih zvijezda:

$$\varphi = \delta_s + z_s \text{ za južnu zvijezdu,}$$

$$\varphi = \delta_n - z_n \text{ za sjevernu zvijezdu,}$$

pa je popravak širine za svaki par zvijezda jednak sredini popravaka deklinacija za par zvijezda po izrazu $\Delta\delta_T$, a popravku deklinacije za južnu ili sjevernu zvijezdu u metodi zenitnih zvijezda.

Za prelazak iz sustava FK4 na sustav FK5 korištene su tablice sistematskih razlika FK5 — FK4 kataloga FK5 (1988).

Tako je dobivena širina za svaki par i svaku zenitnu zvijezdu u sustavu FK5 i zatim sredina $45^\circ 49' 30'' + \Delta\varphi_2$ za svaki dan i $\Delta\varphi_2$ u tablici 1.

3. ODREĐIVANJE SISTEMATSKIH POGREŠAKA

Za svaki par i svaku zenitnu zvijezdu određena je sistematska pogreška, koja je još sadržana u izračunanoj širini. Izračunani su otkloni svakog para od dnevne sredine u danima u kojima je opažano deset ili više parova. Određene su zatim sredine tih otklona za svaki par zvijezda s težinama prema broju opažanih parova u dotičnom danu, a u tablici 2. dane su korekcije k_1 za sistematske pogreške u sustavima FK3 i FK5. Sve širine popravljene su za korekcije k_1 iz tablice 2, izračunane dnevne sredine i predočene u tablici 1. u stupcu $\Delta\varphi_3$.

Tablica 2. Korekcije k_1 za sistematske pogreške

Broj para	k_1		Broj para	k_1		Broj para	k_1	
	FK3	FK5		FK3	FK5		FK3	FK5
1	-0,01	0,00	23	0,83	0,79	45	0,20	0,20
2	-0,06	-0,05	24	0,32	0,29	46	0,18	0,20
3	0,17	0,18	25	0,18	0,17	47	0,01	0,01
4	-0,02	-0,02	26	0,12	0,11	48	0,35	0,35
5	-0,13	-0,13	27	-0,27	-0,27	49	0,33	0,33
6	-0,23	-0,25	28	-0,17	-0,20	50	0,01	0,00
7	-0,12	-0,14	29	0,12	0,11	51	-0,22	-0,20
8	0,09	0,07	30	-0,25	-0,21	52	-0,05	-0,03
9	0,05	0,02	31	0,45	0,47	53	0,34	0,36
10	-0,96	-1,12	32	-0,03	-0,02	54	0,11	0,11
11	-0,13	-0,11	33	0,19	0,18	55	-0,23	-0,21
12	-0,38	-0,39	34	0,25	0,23	56	0,06	0,08
13	0,17	0,17	35	-0,12	-0,13	57	-0,16	-0,14
14	-0,12	-0,09	36	-0,06	-0,07	58	0,05	0,06
15	0,25	0,29	37	-0,24	-0,26	59	-0,11	-0,10
16	-0,23	-0,24	38	-0,05	-0,05	60	0,34	0,35
17	-0,16	-0,24	39	-0,19	-0,20	61	0,09	0,10
18	0,30	0,25	40	-0,28	-0,30	62	-0,09	-0,06
19	-0,27	-0,33	41	-0,37	-0,40	63	0,10	0,12
20	0,40	0,35	42	-0,09	-0,12	64	0,08	0,09
21	0,26	0,22	43	-0,24	-0,26	65	-0,06	-0,06
22	0,34	0,28	44	0,08	0,07	66	0,21	0,22

4. UTJECAJ PERIODIČKOGA KOLEBANJA POLA

Utjecaj periodičkoga kolebanja pola odnosno geografske širine na položaj nultog stupa Opservatorija Maksimir određen je na sljedeći način. S pomoću veličina $\Delta\varphi_3$ iz tablice 1. izračunane su mjesečne sredine širina i određena srednja vrijednost tih rezultata s težinama prema broju opaženih parova i zenitnih zvijezda i predočene su u tablici 3.

Tablica 3. Mjesečne sredine širina u sustavima FK3 i FK5

Mjeseci u godinama 1942. i 1943.	Mjesečna sredina širine 45° 49' 30" +		Težina
	FK3	FK5	
6	2,351	2,344	185
7	295	279	144
8	334	327	72
10	333	312	153
11	374	363	59
12	175	158	88
1	077	067	45
2	377	381	108
3	335	345	98
4	372	378	31
5	446	444	54
Sredina	2,321	2,313	1037

Mjesečne sredine nanijete su potom na milimetarski papir i grafički neznatno izjednačene te dobivene korekcije širina k_2 za periodičko kolebanje pola prema srednjoj vrijednosti 2,313 u sustavu FK5 za svaki dan opažanja. One su predočene u tablici 4. zajedno s dnevnim korekcijama širine u sustavu FK3.

Sve dnevne sredine $\Delta\varphi_3$ popravljene su s korekcijama k_2 , dobivene su nove veličine $\Delta\varphi$ u tablici 1. i onda nove mjesečne sredine širina u tablici 5, i nova srednja vrijednost kao opća aritmetička sredina 2,315. Ta sredina oslobođena je od svih sistematskih pogrešaka i od utjecaja kolebanja pola. Prema tomu, geografska širina nultog stupa Opservatorija Maksimir iz tih opažanja je

$$\varphi = 45^\circ 49' 32,315''$$

u sustavu FK5 i za epohu 1942.913. Srednja pogreška jednog para ili jedne zenitne zvijezde određena je na jednak način kao i u radu Abakumova i Randića (1948). Zbroj kvadrata otklona širina $[vv]$ iz svih 1037 parova zvijezda koje su ispravljene za sistematske pogreške od definitivne vrijednosti 32,32 jednak je 156, pa je srednja pogreška širine određena iz jednog para zvijezda

$$\varepsilon_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{156}{1036}} = \pm 0,39.$$

Tablica 4. Korekcije k_2 dnevnih sredina širina za periodičko kolebanje pola u sustavima FK3 i FK5

1942. lipanj	srpanj	listopad	siječanj	ožujak
3. -0,05 -0,07	22. 0,02 0,03	10. -0,01 0,00	29. 0,11 0,12	16. -0,02 -0,03
4. -0,05 -0,06	25. 0,01 0,02	30. -0,03 -0,01		17. -0,02 -0,03
5. -0,05 -0,06	26. 0,01 0,02		veljača	18. -0,02 -0,03
6. -0,05 -0,06	29. 0,01 0,01	studeni	4. 0,06 0,04	23. -0,03 -0,04
7. -0,05 -0,06	30. 0,01 0,01	3. -0,04 -0,02	5. 0,05 0,03	24. -0,03 -0,04
8. -0,05 -0,05		18. -0,05 -0,05	6. 0,04 0,01	
9. -0,04 -0,05	kolovoz	22. -0,01 -0,01	11. -0,02 -0,06	travanj
14. -0,04 -0,04	2. 0,00 0,00	23. -0,01 -0,01	12. -0,03 -0,06	5. -0,04 -0,05
16. -0,03 -0,03	3. 0,00 0,00	26. 0,01 0,02	15. -0,05 -0,07	14. -0,05 -0,06
19. -0,03 -0,03	8. -0,01 -0,01	30. 0,05 0,05	18. -0,05 -0,06	17. -0,06 -0,07
21. -0,02 -0,02	9. -0,01 -0,01		19. -0,05 -0,06	18. -0,06 -0,07
22. -0,02 -0,02	11. -0,01 -0,01	prosinac	21. -0,04 -0,06	27. -0,08 -0,09
23. -0,02 -0,01	12. -0,01 -0,01	2. 0,06 0,07	22. -0,04 -0,06	
24. -0,02 -0,01	15. -0,01 -0,01	7. 0,11 0,11	23. -0,04 -0,06	svibanj
28. -0,01 0,00	16. -0,01 -0,01	8. 0,12 0,12	24. -0,04 -0,06	1. -0,09 -0,10
30. 0,00 0,00	17. -0,01 -0,01	10. 0,14 0,14		7. -0,10 -0,11
		11. 0,14 0,15	ožujak	11. -0,11 -0,12
		18. 0,17 0,18	1. -0,03 -0,05	12. -0,11 -0,12
srpanj	listopad	22. 0,19 0,19	2. -0,03 -0,04	13. -0,12 -0,13
5. 0,01 0,01	1. -0,01 0,00		4. -0,03 -0,04	14. -0,12 -0,13
6. 0,01 0,01	2. -0,01 0,00	1943. siječanj	8. -0,02 -0,04	17. -0,13 -0,14
7. 0,01 0,02	4. -0,01 0,00	4. 0,22 0,23	9. -0,02 -0,03	20. -0,14 -0,14
9. 0,01 0,02	5. -0,01 0,00	5. 0,22 0,23	10. -0,01 -0,03	25. -0,15 -0,15
17. 0,03 0,03	6. -0,01 0,00	11. 0,24 0,24	11. -0,01 -0,03	28. -0,15 -0,16
21. 0,03 0,03	7. -0,01 0,00	26. 0,14 0,16	12. -0,01 -0,03	

Tablica 5. Nove mjesečne sredine širina u sustavima FK3 i FK5

Mjeseci u godinama 1942. i 1943.	Mjesečna sredina širine 45° 49' 30" +		Težina
	FK3	FK5	
6	2,322	2,316	185
7	306	295	144
8	327	319	72
10	318	309	153
11	368	366	59
12	314	300	88
1	269	268	45
2	373	356	108
3	312	308	98
4	325	321	31
5	326	315	54
Sredina	2,324	2,315	1037

Točnost te veličine je

$$M_{\varepsilon_0} = \pm \varepsilon_0^2 \sqrt{\frac{2}{n-1}} = \pm 0,007,$$

a srednja pogreška konačnog rezultata

$$\varepsilon = \pm \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{n}} = \pm 0,012.$$

Opća aritmetička sredina širine iz neposrednih mjerenja s deklinacijama zvijezda u sustavu FK3 (Abakumov, Randić, 1948) iznosi $45^{\circ} 49' 32,331$, a u našem računanju u sustavu FK5 $45^{\circ} 49' 32,330$.

5. ELIMINACIJA PERIODIČKOGA KOLEBANJA POLA REDUKCIJOM REZULTATA VEČERI NA »CIO« POL

Opažanja za određivanje geografske širine nultog stupa Opservatorija Maksimir (Abakumov, Randić, 1948) trajala su ukupno jedanaest mjeseci. S obzirom na Chandlerov period, postavljeno je pitanje da li je u konačnom rezultatu pri takvom trajanju opažanja isključeno periodičko kolebanje pola odnosno periodičko kolebanje geografske širine. Izvedena su zbog toga 102 popravka k_3 rezultata večeri za redukciju na Međunarodno ugovorno ishodište (Conventional International Origin, CIO):

$$k_3 = -(x \cos \lambda - y \sin \lambda),$$

gdje su x i y koordinate trenutnog pola Međunarodne službe polarnoga gibanja (International Polar Motion Service, IPMS) objavljene u publikaciji Yumi i Yokoyama (1980) i interpolirane za srednji trenutak opažanja večeri, a $\lambda = 16,02$ geografska duljina nultog stupa Opservatorija Maksimir.

Redukcije k_3 predočene su u tablici 1. Rezultati večeri koji su popravljani za sistematske pogreške $\Delta\varphi_3$ i redukcije k_3 daju konačne rezultate večeri $\Delta\varphi$, reducirane na »CIO« pol.

U tablici 6. su mjesečne sredine širina s težinama prema broju opažanih parova i zenitnih zvijezda i konačni rezultat oslobođen periodičkoga kolebanja pola:

$$\varphi = 45^{\circ} 49' 32,316$$

Tablica 6. Mjesečne sredine širina reducirane na »CIO« pol i u sustavu FK5

Mjeseci u godinama 1942. i 1943.	Mjesečna sredina širine $45^{\circ} 49' 30'' +$	Težina
6	2,341	185
7	281	144
8	337	72
10	347	153
11	403	59
12	196	88
1	090	45
2	381	108
3	323	98
4	324	31
5	343	54
Sredina	2,316	1037

iz opažanja 899 Horrebow-Talcottovih parova i 138 zenitnih zvijezda.

6. ZAKLJUČAK

Usporedimo rezultate određivanja geografske širine nultog stupa Opservatorija Maksimir Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu:

	Sustav FK3	Sustav FK5
	$\varphi = 45^{\circ} 49' 30'' +$	
Opća aritmetička sredina širine iz neposrednih mjerenja	2,331	2,330
Nakon eliminacije sistematskih pogrešaka	2,321	2,313
Nakon eliminacije kolebanja pola	2,324	2,315
Nakon redukcije na »CIO« pol		2,316
Srednja pogreška širine iz jednog para zvijezda	0,38	0,39
Srednja pogreška konačnog rezultata	0,012	0,012

Uočavamo da je uvođenje korekcija za sistematske pogreške, koje uglavnom ovise o sistematskim pogreškama u deklinacijama zvijezda, vrlo malo promijenilo rezultat, da te pogreške, prema istraživanju profesora Abakumova (Abakumov 1941), imaju gotovo potpuno slučajni karakter i da nema potrebe vršiti njihovu daljnju eliminaciju.

Eliminacija kolebanja pola samo je neznatno utjecala na rezultat. Razlika širina u sustavu FK5 prema sustavu FK3 iznosi 0,009, a slaganje rezultata i nakon redukcije na »CIO« pol potvrđuje da je u konačnom rezultatu i pri trajanju opažanja od jedanaest mjeseci isključen utjecaj kolebanja pola na geografsku širinu Opservatorija Maksimir.

Potrebno bi bilo, u sklopu znanstvenog projekta Osnovni geodetski radovi informacijskoga prostornog sustava Republike Hrvatske, izvesti novu definitivnu geografsku širinu Opservatorija, kao osnovne astrometrijske točke, prevođenjem deklinacija 2412 parova zvijezda iz prvog određivanja širine te točke (Abakumov, 1941) na sustav FK5.

LITERATURA

- Abakumov, P. N. (1941): Određivanje geografske širine astronomskoga paviljona Tehničkog fakulteta u Zagrebu, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti u Zagrebu, sv. 23, Zagreb, 1941.
- Abakumov, P. N., Randić, L. (1948): Utjecaj kolebanja geografske širine na položaj astronomske točke Sljeme, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1948.
- Astronomisches Rechen-Institut Heidelberg (1988): Fifth Fundamental Catalogue (FK5), Part I, The Basic Fundamental Stars, Veröffentlichungen des Astronomischen Rechen-Instituts Heidelberg, №. 32, Karlsruhe 1988.
- Astronomisches Rechen-Institut Heidelberg (1963): Fourth Fundamental Catalogue (FK4), Veröffentlichungen des Astronomischen Rechen-Instituts Heidelberg, №. 10, Karlsruhe 1963.

Yumi, S., Yokoyama, K. (1980): Results of the International Latitude Service in a Homogeneous System 1899.9—1979.0, Central Bureau of the International Polar Motion Service, International Latitude Observatory of Mizusawa, Mizusawa 1980.

LATITUDE OF THE OBSERVATORY MAKSIMIR
DETERMINED BY THE DECLINATION OF STARS IN THE SYSTEM KF5
AND REDUCED TO CIO POLE

Declination of all stars observed at the occasion of the second determining the latitude of the Observatory Maksimir from the years 1942 and 1943, have been rendered from the system FK3 into the system FK5, the new latitudes have been derived from all Horrebow-Talcott's pairs and zenith stars, as well as the new latitude of the Observatory, as the basic astrometric point of the Republic Croatia. The observing lasted 11 months, and in order to find out whether the periodical motion of pole has been excluded, the reduction has been done onto the Conventional International Origin, the so called CIO pole.

Primljeno: 1993-04-14