

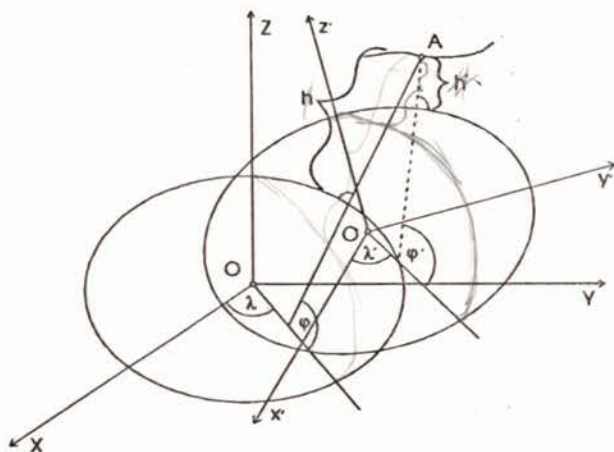
ISTRAŽIVANJE KRIVULJA ZA PRELAZAK IZ WGS84 KOORDINATNOG SUSTAVA U DRŽAVNI KOORDINATNI SUSTAV

Asim BILAJBEGOVIĆ, Boris PODUNAVAC — Zagreb*

SAŽETAK. U ovom radu istraživani su transformacijski parametri za prelazak iz WGS84 u državni koordinatni sustav, za potrebe primjene metode apsolutnog određivanja koordinata (pomoću jednog prijavnika) za područje Republike Hrvatske. Zbog nehomogenosti državne mreže, istraživanja su razdvojena na južnu i sjevernu Hrvatsku, a za područje zapadne Hrvatske mogu se koristiti izrazi i za sjevernu i za južnu Hrvatsku.

1. UVOD

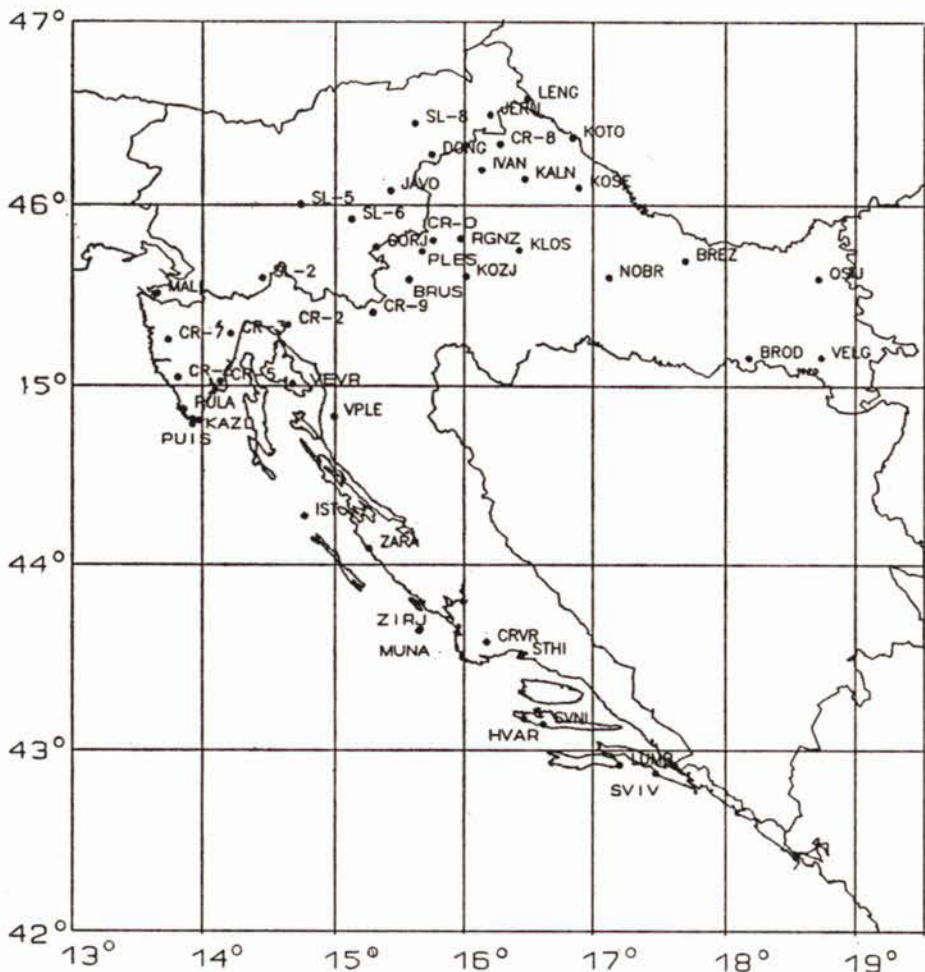
Globalni pozicijski sustav (GPS), osim geodeta, danas u Hrvatskoj koriste u navigacijske svrhe pomorci, zrakoplovci, šumari, geolozi i ostali. Izuzev geodeta, i za potrebe polaganja svjetlosnih kablova duž Jadrana, uglavnom su se koristile metode apsolutnog određivanja koordinata. Zbog razlika u koor-



Slika 1. Shematski prikaz koordinatnih sustava i njihovih pomaka

* Prof. dr. Asim Bilajbegović, Boris Podunavac, dipl. inž., Geodetski fakultet, Zagreb, Kačićeva 26.

dinarnim sustavima WGS84 i našeg državnog sustava nastajale su poteškoće oko lociranja dobivenog položaja s prijamnicima na karti. Autori su zasipani upitima preko telefaksa za podatke o ovim parametrima i zbog toga se prišlo istraživanju sedam-parametarske transformacije koordinata iz svjetskog WGS84 koordinatnog sustava u državni koordinatni sustav što je učinjeno za cijelo područje Hrvatske. Međutim, koristeći prijarnike s C/A kodom apsolutne koordinate, u najboljem slučaju, dobivaju se s točnošću od 20 — 30 metara, a s uključenim Selective Availability s točnošću od oko 150 metara. Budući da razlika u elipsoidnim duljinama identičnih točaka u WGS84 i državnom koordinatnom sustavu iznosi oko 400 metara, ima smisla potražiti matematičku ovisnost između elipsoidnih koordinata φ , λ , h u WGS84 koordinatnom sustavu i φ' , λ' , h' na Besselovom elipsoidu našeg Državnog sustava, sl. 1.



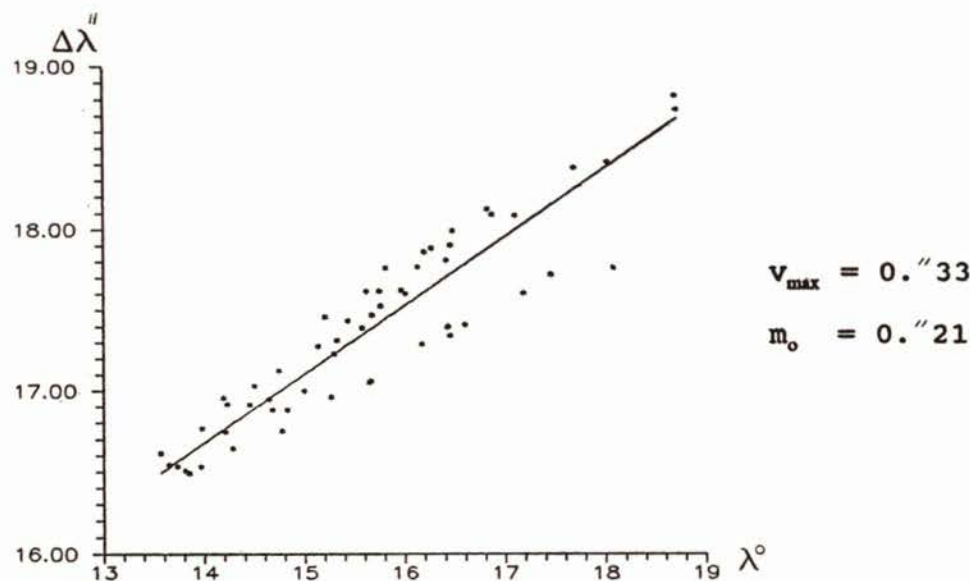
Slika 2. Prikaz točaka određenih u koordinatnim sustavima WGS84 i državnom

2. ISTRAŽIVANJA KRIVULJA OVISNOSTI ELIPSOIDNIH KOORDINATA φ, λ, h WGS84 I DRŽAVNOG KOORDINATNOG SUSTAVA φ', λ', h'

U svrhu istraživanja najprihvatljivijih krivulja ovisnosti za prelazak iz WGS84 u državni koordinatni sustav bilo je potrebno odrediti koordinate identičnih točaka u oba koordinatna sustava na području Republike Hrvatske, sl. 2. Tako su u tijeku 1991., 1992. i 1993. godine izvedene brojne međunarodne GPS kampanje na području Republike Hrvatske i susjednih zemalja (Bilajbegović i dr. 1992a, 1992b), povezana je naša GPS mreža s laserskim stanicama u Grazu i Materi te su određene koordinate većeg broja naših trigonometara I. reda u svjetskom koordinatnom sustavu WGS84. Naravno, da smo GPS mrežu izjednačili i na Besselovom elipsoidu. Pronašli smo pogrešku na jednom trigonometru I. reda od 3 m po y osi (λ) i 6 m po osi x (φ), a na nekim trigonometrima elipsoidne koordinate φ i λ nisu odgovarale koordinatama u Gauss—Krugerovoj projekciji (razlika do 16 cm), stoga se kao zaključak nameće prijeka potreba kontrole točaka I. reda naše mreže. Kako ispitivanja pokazuju, naša državna mreža nije homogena (Bilajbegović, Podunavac 1993). Sjeverna Hrvatska ima jedno mjerilo, a južna Hrvatska drugo mjerilo, te se ne mogu dobiti jedinstveni transformacijski parametri za cijelu Hrvatsku s točnošću boljom od 1 m. Dakako, i za apsolutna određivanja koja su manje točna, zbog razlike u mjerilu i orijentaciji mreže, također nije moguće dobiti jedinstvene parametre za cijelo područje Hrvatske.

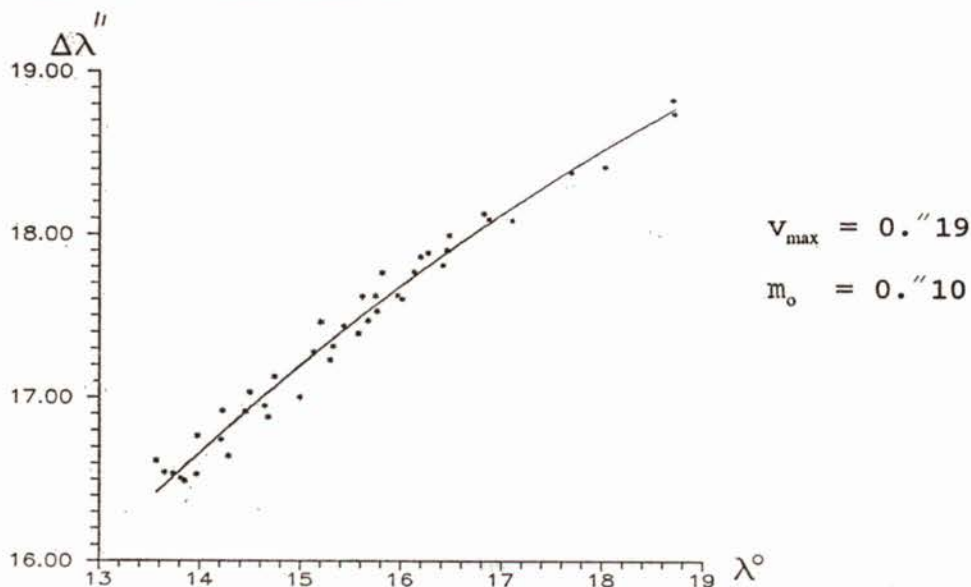
2.1. Istraživanje razlike po elipsoidnoj duljini

Ukoliko se za sve trigonometrijske točke izmjerene i GPS uređajima uobličie razlike elipsoidnih duljina između WGS84 i državnog sustava $\Delta\lambda = \lambda_{\text{Drž}} - \lambda_{\text{WGS}}$ i predstave u koordinatnom sustavu λ u stupnjevima apscisna os,

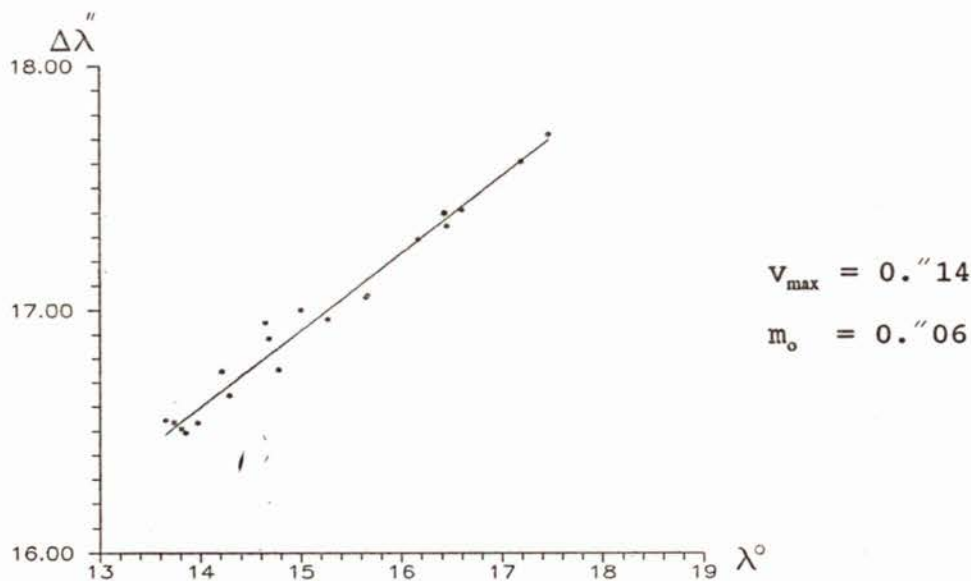


Slika 3. Razlike u elipsoidnim duljinama trigonometrijskih točaka I. reda za Hrvatsku i izjednačujući pravac

razlika elipsoidnih duljina u " (lučnim sekundama) ordinatna os, dobije se sl. 3. Očigledno sa sl. 3, zbog velikog rasipa točaka i grupiranja u dva pravca, dade se zaključiti kako treba istraživati krivulju transformacije odvojeno za južnu i za sjevernu Hrvatsku, sl. 4 i 5.



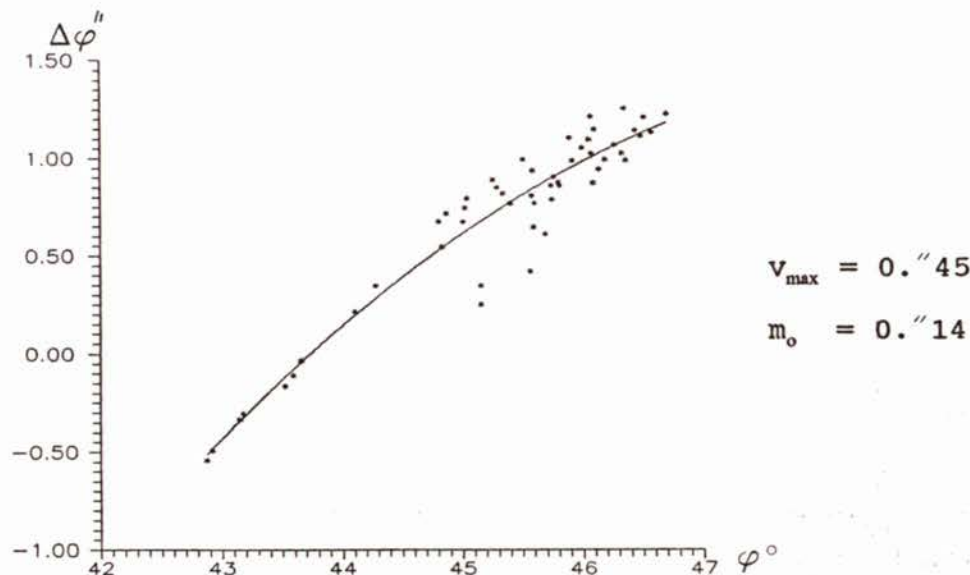
Slika 4. Razlike u elipsoidnim duljinama trigonometrijskih točaka I. reda za sjevernu Hrvatsku i izjednačujući polinom drugog stupnja



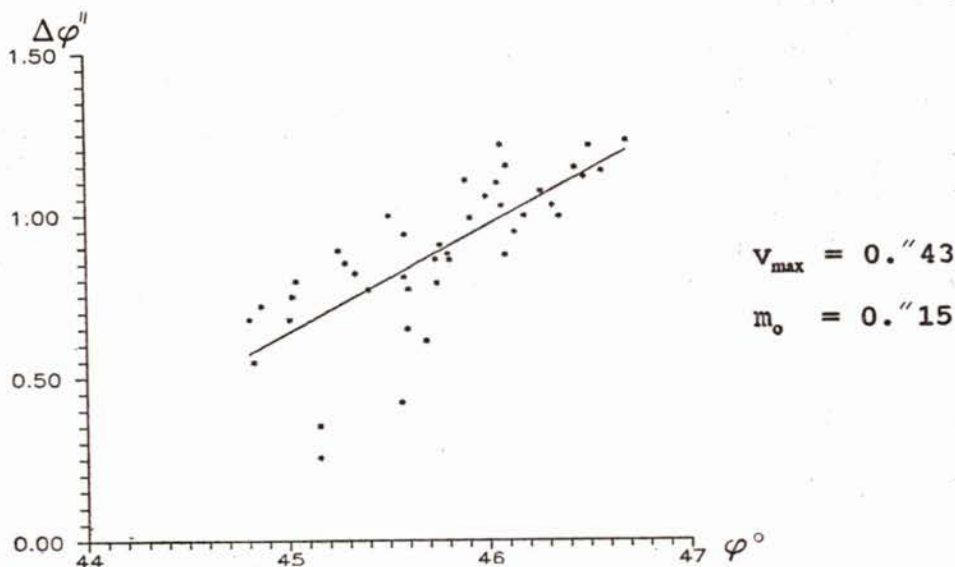
Slika 5. Razlike u elipsoidnim duljinama trigonometrijskih točaka I. reda za južnu Hrvatsku i izjednačujući pravac

2.2. Istraživanje razlike po elipsoidnoj širini

Ukoliko se za sve točke sa sl. 2 izračunaju razliku u elipsoidnim širinama između državnog i sustava koordinata WGS84, $\Delta\varphi = \varphi_{\text{Drž}} - \varphi_{\text{WGS}}$, te na apscisnu os nanesu elipsoidne širine φ izražene u stupnjevima, a na ordinatnu os

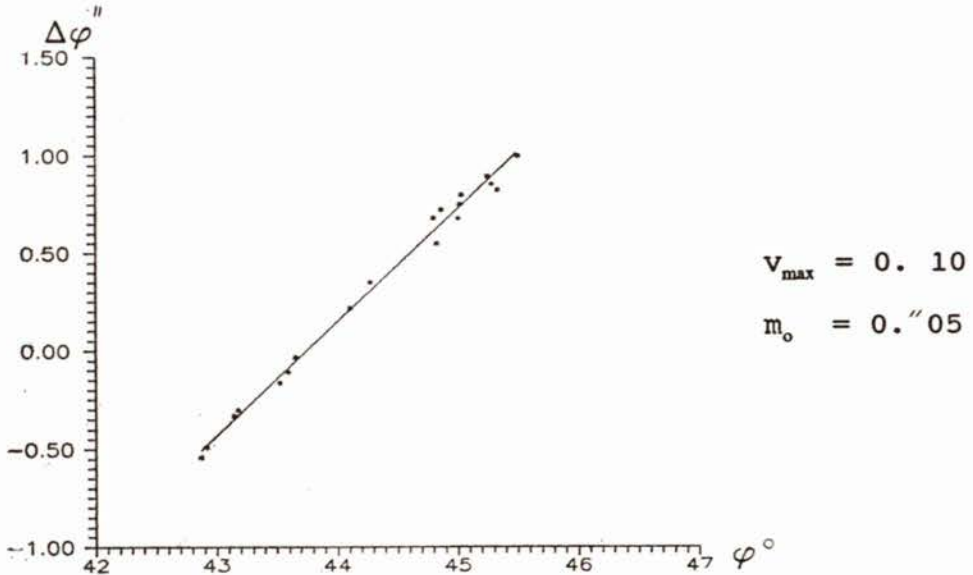


Slika 6. Razlike u elipsoidnim širinama trigonometrijskih točaka I. reda za cijelu Hrvatsku i izjednačujući polinom drugog stupnja



Slika 7. Razlika u elipsoidnim širinama trigonometrijskih točaka I. reda za sjevernu Hrvatsku i izjednačujući pravac

razlike Δ_φ izražene u sekundama, dobije se sl. 6. Očito se pojavljuje veliki rasap točaka i naša istraživanja moramo razdijeliti na južnu, sl. 8, i sjevernu Hrvatsku, sl. 7.



Slika 8. Razlike u elipsoidnim širinama trigonometrijskih točaka I. reda za južnu Hrvatsku i izjednačujući pravac

3. ZAKLJUČAK

Ispitivanja u ovom radu pokazuju da državna mreža Republike Hrvatske nije homogena i da i za grubu transformaciju koordinata treba koristiti kri-vulje transformacije koordinata odvojene za sjevernu i za južnu Hrvatsku.

Predlaže se računanje popravaka za prelazak iz WGS u državni koordinatni sustav po formulama (φ i λ se zadaju u stupnjevima, a popravke se dobivaju u sekundama):

za južnu Hrvatsku

$$\Delta_\varphi'' = 0.5789\varphi^\circ - 25.325$$

$$\Delta_\lambda'' = 0.3174\lambda^\circ + 12.154$$

za sjevernu Hrvatsku

$$\Delta_\varphi'' = 0.3316\varphi^\circ - 14.282$$

$$\Delta_\lambda'' = -0.023\lambda^{\circ 2} + 1.1996\lambda^\circ + 4.388$$

$$\varphi_{Drž} = \varphi_{WGS} + \Delta_\varphi$$

$$\lambda_{Drž} = \lambda_{WGS} + \Delta_\lambda$$

Elipsoidne visine h_{WGS} iz WGS84 sustava treba umanjiti za undulaciju geoida oko 45 metara da bismo dobili nadmorske visine na kartama.

5. ZAHVALA

Zahvaljujemo Ministarstvu znanosti i Ministarstvu obrane na financijskoj potpori ovih istraživanja i kolegi Miljenku Lapaineu na ustupku programa POLREG (Sjauš 1993) za kontrolu podataka dobivenih pomoću softvera GRAPFER.

LITERATURA

- Bilajbegović, A., Solarić, M., Bačić, Ž., Ambroš, F., Barković, Đ., Kuhar, M., Cigrovski-Detelić, B., Stepan, V., Stopar, B., Ivković, M., Džapo, M. (1992a): Preliminarni rezultati GPS mreže »ZAGORJE '92« i ispitivanje kvalitete dijela postojeće triangulacijske mreže prvog reda, Geodetski list 4, 235–245.
- Bilajbegović, A., Bačić, Ž., Stepan, V. (1992b): Preliminarni rezultati dijela GPS mjerenja u Hrvatskoj u 1992. godini. Zbornik radova povodom 30. godišnjice samostalne nastave na Geodetskom fakultetu, Zagreb, prosinac 1992, 9–17.
- Kovačević, D. (1992): Program za sedam parametarsku transformaciju koordinata, diplomski rad, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Bilajbegović, A. (1993): Istraživanje ovisnosti parametara transformacije koordinata o njihovim težinama, 37. međunarodni godišnji skup KoREMA, Zagreb.
- Sjauš, D. (1993): Program za prilagodbu polinoma skupu točaka ravnine, diplomski rad, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Bilajbegović, A., Podunavac, B. (1993): Istraživanje parametara transformacije za prelazak iz WGS84 u državni koordinatni sustav, pripravljeno za publiciranje u Geodetskom listu.

RESEARCH OF CURVES FOR THE TRANSFORMATION FROM WGS84
COORDINATE SYSTEM INTO THE STATE COORDINATE SYSTEM

This paper presents the research of the transformation parameters for passing over from the WGS84 into the state system of coordinates for the purpose of applying the methods of absolute determination of coordinates (by means of one receiver) for the territory of the Republic Croatia. Since the state network is not homogeneous, the researches have been separated for the territories of south and north Croatia, and for the area of the west Croatia one can use the expressions for the north, as well as for the south Croatia.

Primljeno: 1993-12-20