

Vehbija Malanović *

UDK.528.24:236

VEZE IZMEĐU KOORDINATA I KOORDINATNIH SISTEMA

1. Uvod

Na stranicama ovog lista objavljeni su članci kako se računaju koordinate sa jednog elipsoida na drugi ili iz jednog koordinatnog sistema u drugi. Cilj ovog članka je da se pojasni praktično računanje u Microsoft Excel.

Određeni pojmovi i oznake u ovom radu imaju sljedeće značenje:

- x – ravna pravouglav koordinata – apscisa - modulirana – redukovana - R = 1 : 2500
- y – ravna pravouglav koordinata - ordinata - modulirana – redukovana - R = 1 : 2500
- \bar{x}, \bar{y} - ravne pravouglove koordinate - nedomulirane – neredukovane
- \dot{x}, \dot{y} - ravne pravouglove koordinate – redukovane u pomjerenom koordinatnom sistemu, u razmjeri R = 1 : 1000 i R = 1 : 500 za gradove Sarajevo, Mostar, Tuzla i Banja Luka u Bosni i Hercegovini
- \ddot{x}, \ddot{y} - pomoćne koordinate
- φ - geografska širina (pravilno geodetska širina)
- λ - geografska dužina (pravilno geodetska dužina)
- X, Y i Z – prostorna pravouglav koordinata u geocentričnom sistemu
- h – elipsoidna visina
- H – nadmorska visina

2. Veze između ravnih pravouglavih koordinata

Veza između koordinata x, y ili koordinate, za razmjeru R = 1 : 1000 i R = 1 : 500 u Sarajevu, Mostaru, Tuzli i Banja Luci, računaju se po sljedećim izrazima:

$$x = \bar{x}m_o \quad y = \bar{y}m_o \quad \text{gdje je } m_o = 0,9999$$

Kada se radi o pomjerenim koordinatnim sistemima za neke gradove i razmjere R = 1 : 1000 i R = 1 : 500 izrazi o vezama glase

$$\text{Konkretno za Sarajevo } x_m = \frac{x_s + x_j}{2} = 4855500,000 \quad y_m = \frac{y_z + y_i}{2} = 6529250,000$$

$$M = 1 + (0,00010001 + \frac{\bar{y}_m^2}{2r_m'^2}) \text{ gdje je } r_m' = \frac{a\sqrt{1-e^2}}{1-e^2 \sin^2 \varphi} = 6376499,5744697m$$

pa su pomoćne koordinate

* Vehbija Malanović, dipl.inž.geod., Federalna uprava za geodetske i imovinsko pravne poslove, Reisa Džemaludina Čauševića 6, Sarajevo

$$\overset{\cup}{x} = xM \quad \overset{\cup}{y} = yM$$

i

$$r_y = y_m - \overset{\cup}{y}_m = -2,618m \quad r_x = x_m - \overset{\cup}{x}_m = -434,5138331m$$

za razmjera R = 1 : 1000 i R = 1 : 500 je

$$\overset{\bullet}{x} = \overset{\cup}{x} + r_x \quad \overset{\bullet}{y} = \overset{\cup}{y} + r_y$$

Često kolege ovaj slučaj zanemaruju jer ne rade na granici razmjera ili su razlike između razmjera u granicama dozvoljenog odstupanja. Istu grešku ponavljaju ako ne naglase o kojim koordinatama se radi jer i jedne i druge koordinate označavaju sa x i y.

3.1. Veze između ravnih pravougljih koordinata x i y i geografskih φ i λ

Formule prikladne za programiranje izvedene su u [1] [2] i one glase:

$$e^2 = (a^2 - b^2) / a^2$$

gdje su a i b su poluose Beselovog ili nekog drugog elipsoida

$$A_1 = \left(1 + \frac{3e^2}{4} + \frac{45e^4}{64} + \frac{350e^6}{512} + \frac{11025e^8}{16384}\right)b^2 / a = 6366742,520$$

$$A_2 = \left(\frac{3e^2}{4} + \frac{60e^4}{64} + \frac{525e^6}{512} + \frac{17640e^8}{16384}\right)b^2 / 2a = 15988,63816$$

$$A_4 = \left(\frac{15e^4}{64} + \frac{210e^6}{512} + \frac{8820e^8}{16384}\right)b^2 / 4a = 16,72993982$$

$$A_6 = \left(\frac{35e^6}{512} + \frac{2520e^8}{16384}\right)b^2 / 6a = 0,0217814427$$

$$V_1 = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 \varphi}$$

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

$$\varphi_x = \arctg \left[\frac{\text{tg } \varphi}{\cos(V_1 l)} \right]$$

$$V = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 \varphi_x}$$

$$\bar{x} = A_1 \varphi_x - A_2 \sin(2\varphi_x) + A_4 \sin(4\varphi_x) - A_6 \sin(6\varphi_x)$$

Ravna pravougla koordinata, apscisa, nemodulisana – neredukovana

$$u = \frac{\cos \varphi_x \text{tg } l}{V}$$

$$\operatorname{arsh} u = \ln(u + \sqrt{u^2 + 1})$$

$$\bar{y} = \frac{a^2}{b} \ln(u + \sqrt{u^2 + 1})$$

Ravna pravouglata koordinata, ordinata, nemodulisana - neredukovana

3.2. Veze između geografskih φ i λ i ravnih pravouglavih koordinata x i y

Formule prikladne za programiranje izvedene su u [2] i [3] i one glase:

$$n = \frac{a-b}{a+b} \text{ gdje su } a \text{ i } b \text{ su poluose Beselovog elipsoida ili nekog drugog elipsoida}$$

$$A = 1 + 3n \left[-1 + \frac{7}{4} n \left(1 - \frac{n}{0,679} \right) \right], \quad E = 1 - A + 1,4 * 10^{-10}$$

$$F = 3,5n \left(1 - \frac{n}{0,3269} \right), \quad G = 1,388 * F$$

$$\bar{x} = x + \frac{x}{10^4} + \frac{x}{10^8}, \quad r = A \frac{a^2}{b}, \quad \omega = \frac{\bar{x}}{r}$$

$$\varphi_x = \omega + E \sin \omega \cos \omega \left[1 + F \cos^2 \omega (1 + G \cos^2 \omega) \right]$$

$$V = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 \varphi_x}$$

$$\bar{y} = \frac{y-k}{m_0} = (y-k) + \frac{y-k}{10^4} + \frac{y-k}{10^8}$$

$$v = \frac{\bar{y}b}{a^2}, \quad shv = \frac{e^v - e^{-v}}{2} \text{ gdje je } e = \operatorname{inv} \ln 1 = 2,71828$$

$$l = \operatorname{arctg} \left[\left(V sh \left(\frac{\bar{y}b}{a^2} \right) \right) / \cos \varphi_x \right]$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} [tg \varphi_x \cos(Vl)] \text{ geografska širina u radijanima}$$

$$l = \operatorname{arctg} \left[\left(V \frac{e^v - e^{-v}}{2} \right) / \cos \varphi_x \right] \text{ geografska dužina od srednjeg meridijana u}$$

radijanima

4.1. Računanje prostornih pravougljih koordinata X, Y i Z iz φ , λ i nadmorske visine h

Formule za računanje prostornih pravougljih koordinata iz geografskih koordinata izvedene su u [5] i one glase:

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

gdje su a i b su poluose Beselovog ili nekog drugog elipsoida

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} \quad \text{Poluprečnik krivine po prvom vertikalu}$$

koordinate se računaju po izrazima

$$X = (N + h) \cos \varphi \cos \lambda$$

$$Y = (N + h) \cos \varphi \sin \lambda$$

$$Z = (N (1 - e^2) + h) \sin \varphi$$

4.2. Računanje geografskih koordinata φ , λ i elipsoidne visine H iz prostornih pravougljih koordinata X, Y i Z

Formule za računanje između elipsoidnih koordinata i prostornih pravougljih koordinata izvedene su u [4] i one glase:

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$\lambda = \arctg \frac{Y}{X} \quad \text{u radijanima}$$

$$p = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$\varphi_0 = \arctg \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} (1 - e^2)^{-1}$$

$$N_i = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_i}} \quad i = 0, 1, 2, \dots$$

$$H_i = \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\cos \varphi_i} - N_i \quad i = 0, 1, 2, \dots$$

$$\varphi_i = \arctg \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \left(1 - e^2 \frac{N_i}{N_i + h_i} \right)^{-1} \quad i = 0, 1, 2, \dots$$

Iteracije se ponavljaju za tri zadnja izraza sve dok ne bude $\varphi_0 = \varphi_i$

5. Računanje parametara za transformaciju prostornih pravougljih koordinata X, Y i Z iz Beselovog u WGS-84 elipsoid

Formule za računanje parametara za transformaciju prostornih pravougljih koordinata X, Y i Z iz Beselovog u WGS-84 elipsoid izvedene su u [4] i one glase:

Veza između WGS-84 i Beselovog elipsoida može se napisati u klasičnom obliku

$$X_{W_T} = \Delta x + 0 + 0 + X_{B_T} k + 0 - Z_{B_T} \varepsilon_y + Y_{B_T} \varepsilon_z$$

$$Y_{W_T} = 0 + \Delta y + 0 + Y_{B_T} k + Z_{B_T} \varepsilon_x + 0 - X_{B_T} \varepsilon_z$$

$$Z_{W_T} = 0 + 0 + \Delta z + Z_{B_T} k - Y_{B_T} \varepsilon_x + X_{B_T} \varepsilon_y + 0$$

u matičnom obliku

$$\begin{pmatrix} X_{W_T} \\ Y_{W_T} \\ Z_{W_T} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix} + (1+k) \begin{pmatrix} 1 & \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & 1 & \varepsilon_x \\ \varepsilon_y & -\varepsilon_x & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_{B_T} \\ Y_{B_T} \\ Z_{B_T} \end{pmatrix}$$

ili ako se primjeni posredno izravnjanje biće

$$\begin{pmatrix} X_{W_T} \\ Y_{W_T} \\ Z_{W_T} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} v_{X_T} \\ v_{Y_T} \\ v_{Z_T} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix} + (1+k) \begin{pmatrix} 1 & \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & 1 & \varepsilon_x \\ \varepsilon_y & -\varepsilon_x & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_{B_T} \\ Y_{B_T} \\ Z_{B_T} \end{pmatrix}$$

Jednačine u matičnom obliku

$$\begin{pmatrix} v_{X_i} \\ v_{Y_i} \\ v_{Z_i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & X_{B_i} & 0 & -Z_{B_i} & Y_{B_i} \\ 0 & 1 & 0 & Y_{B_i} & Z_{B_i} & 0 & -X_{B_i} \\ 0 & 0 & 1 & Z_{B_i} & -Y_{B_i} & X_{B_i} & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ k \\ \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_{W_i} \\ Y_{W_i} \\ Z_{W_i} \end{pmatrix}$$

ili

$$\mathbf{v} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} + \mathbf{f}$$

Gdje je

$$\mathbf{v} = \begin{Bmatrix} v_{X_i} \\ v_{Y_i} \\ v_{Z_i} \end{Bmatrix} \quad \mathbf{A} = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 0 & X_{B_i} & 0 & -Z_{B_i} & Y_{B_i} \\ 0 & 1 & 0 & Y_{B_i} & Z_{B_i} & 0 & -X_{B_i} \\ 0 & 0 & 1 & Z_{B_i} & -Y_{B_i} & X_{B_i} & 0 \end{Bmatrix} \quad \mathbf{x} = \begin{Bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ k \\ \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \end{Bmatrix} \quad \mathbf{f} = \begin{Bmatrix} X_{W_i} \\ Y_{W_i} \\ Z_{W_i} \end{Bmatrix}$$

Kako se dolazi do normalnih jednačina poznato je u teoriji a to je:

$$\mathbf{N} = \mathbf{A}^T \mathbf{A}$$

$$\mathbf{n} = \mathbf{A}^T \mathbf{f}$$

$$\mathbf{N}\mathbf{x} + \mathbf{n} = 0 \Rightarrow \mathbf{A}^T \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{A}^T \mathbf{f} = 0 \quad \text{Normalne jednačine}$$

$$\mathbf{x} = -\mathbf{N}^{-1} \mathbf{n} \quad \text{Rješenje normalnih jednačina}$$

$$\mathbf{v} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} + \mathbf{f} \quad \text{Popravke se računaju po jednačinama}$$

REDOSLJED RADA

Evo kratkog postupka u **Microsoft Excel**

- Za računanje parametara transformacije prostornih pravougljih koordinata iz Beselovog u WGS - 84 koordinatni sistem, nije bitno koji je koordinatni sistem prvi a koji drugi, potpuno je svjedno,


- Za transformaciju prostornih pravougljih koordinata iz Beselovog u WGS - 84 koordinatni sistem, potrebno je minimum tri indentične tačke, u oba koordinatna sistema

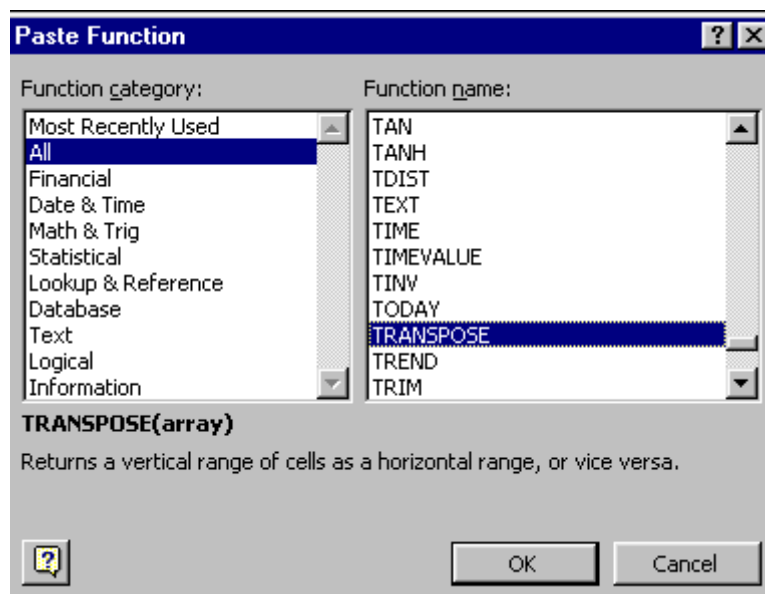
- Prvo se računaju prostorne pravougke koordinate X, Y i Z u Beselovom koordinatnom sistemu u ovom članku su dati izrazi po kojima se to može uraditi.

- ovdje je obrađen slučaj kada su poznate tri tačke u oba koordinatna sistema (Sheet)

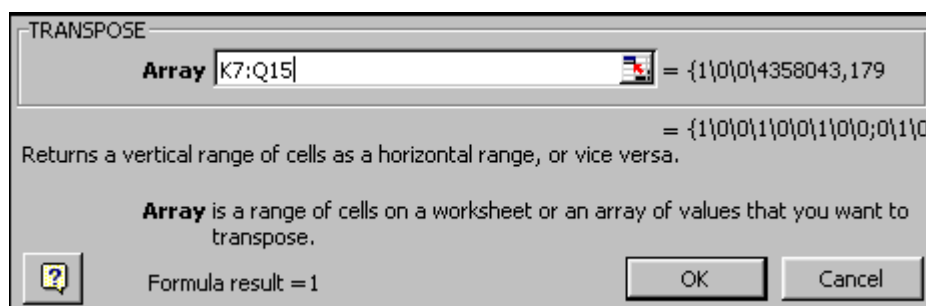
- U kolonu A, B, C, E, F i G ukucaju se ili inportuju prostorne pravougke koordinate tačaka

- U kolonu D upišu se brojevi ili nazivi tačaka

- Jedan od načina računanja prikazan je u šemi. Ovdje bi samo objasnio postupak računskih operacija u **Microsoft Excel** kako se vrši transponovanje matrice A u A^T .
Klikne se u meniju  (**Insert-Function**) i pojavi se prozor **Paste Function** kao na slici



U **Function category** označi se **All** i **TRANSPOSE** i pritisne **OK** pojavi se prozor



Kada se označi **Array** (površina) kao na slici pritisne se **Ctrl+Shift(↑)+Enter(↵)** i u prethodno označenim poljima vodeći računa o matrici A dimenzija $A(m, n)$ i o transponovanoj koja će biti $A^T(n, m)$ (**K7:Q15**) pojaviti će se u naznačenim poljima transponovana matrica $A^T(n, m)$

Isti postupak je i kod množenja i inverzije matrice, komande su **MMULT** i **MINVERSE**. Cijela šema računanja parametara vidi se iz priloženog primjera - slučaj tri tačke.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
RAČUNANJE PARAMETARA ZA TRANSFORMACIJU PROSTORNIH PRAVOKUTNIH KOORDINATA X, Y, Z IZ BESELOVOG U WGS-84 ELIPSOID									
BESELOV ELIPSOID									
WGS - 84									
X	Y	Z	BROJ I NAZIV TAČKE		X	Y	Z	D-Besel	D-WGS
4368724,074	1388306,696	4432548,613	830	VLAŠIĆ	4368043,179	1388510,874	4432066,822	75164,333	75164,415
4370095,616	1454284,125	4398382,200	833	SARAJEVO	4369411,994	1454488,131	4397901,988	74351,277	74350,778
4412162,906	1396633,466	4377528,974	834	ČVRSNICA	4411482,154	1396839,606	4377050,431	77150,532	77150,665
									$\Delta = D_B \cdot D_W$
									-0,082
									0,498
									-0,133

Napomena

Kada se sračunaju dužine na Beselovom elipsoidu ili WGS-84 elipsoidu dobiju se razlike dužina strana Δ_d . Po sadašnjim važećim pravilnicima ovakav slučaj nije obrađen što predstavlja praktični problem kod primjene ovakve tehnologije u praksi. Analogija bi se mogla primijeniti od transformacija koordinata član 129 tačka /3/ Pravilnika za državni premjer II dio ako se radi o transformisanju poligonske mreže, tj.

$$m_d = \frac{\sqrt{f_x^2 + f_y^2 + f_z^2}}{d} = \frac{f_d}{d} \leq \frac{1}{16000}$$

gdje su

$$\begin{cases} f_x = \Delta x_B - \Delta x_{WGS} \\ f_y = \Delta y_B - \Delta y_{WGS} \\ f_z = \Delta z_B - \Delta z_{WGS} \end{cases}$$

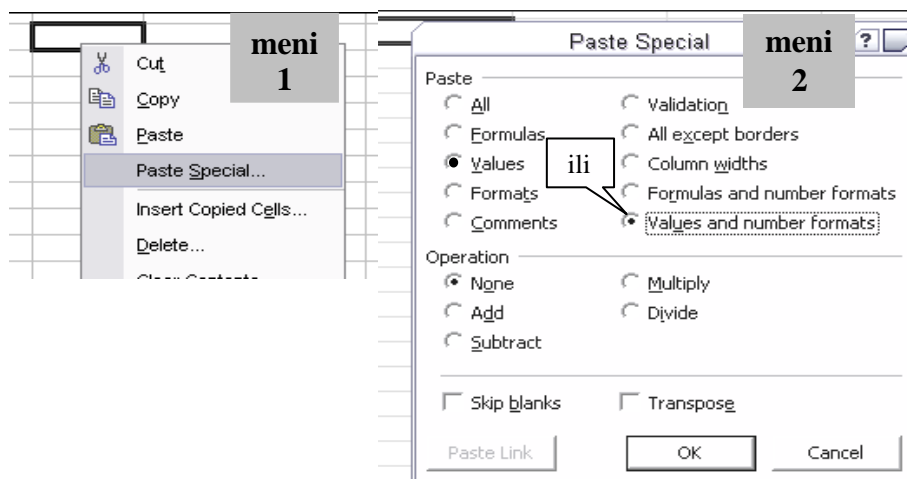
- Ocjena tačnost i računanje srednjih grešaka radi se po poznatim izrazima iz teorije računa izravnanja

K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	0	0	4358043,179	0	-4432069,822	1388510,874	4358724,074	4358723,952	0,122
0	1	0	1388510,874	4432069,822	0	-4358043,179	1388306,696	1388306,584	$V = A \cdot X + b$
0	0	1	4432069,822	-1388510,874	4358043,179	0	4432548,613	4432548,772	-0,158
1	0	0	4369411,994	0	-4397901,988	1454488,131	4375561,616	4870095,785	0,169
0	1	0	1454488,131	4397901,988	0	-4369411,994	145484,125	1454284,113	0,113
0	0	1	4377901,988	-1454488,131	4369411,994	0	4396382,075	4396382,075	0,125
1	0	0	4411482,154	0	-4377050,431	1396839,606	4412162,906	4412162,880	0,046
0	1	0	1396839,606	4377050,431	0	-4411482,154	1396633,466	1396633,691	-0,225
0	0	1	4377050,431	-1396839,606	4411482,154	0	4377528,974	4377528,940	0,034
1	0	0	1	0	0	1	0	0	
0	1	0	0	1	0	0	0	0	
0	0	1	0	0	1	0	0	0	
4358043,179	1388510,874	4432069,822	4369411,994	1454488,131	4397901,988	4411482,154	1396839,606	4377050,431	
0	4432069,822	-1388510,874	0	4397901,988	-1454488,131	0	4377050,431	-1396839,606	
-4432069,822	0	4358043,179	-4369411,994	0	4369411,994	-4377050,431	0	4411482,154	
1388510,874	-4358043,179	0	1454488,131	-4369411,994	0	1396839,606	-4411482,154	0	
3	0	0	13138937,33	0	-13207022,24	4239838,611	13140982,6		
0	3	0	4239838,611	13207022,24	0	-13138937,33	4239231,216		
0	0	3	13207022,24	-4239838,611	13138937,33	0	3208459,79		
13138937,33	4239838,611	13207022,24	13138937,33	4239838,611	13138937,33	0	1,24599E+14		
0	13207022,24	-4239838,611	0	13138937,33	0,03515E+05	-0,0078125	-47,317068		
-3096,762315	13207022,24	-4239838,611	0,0308638	0,4138E+13	-1,05686E+13	-5,78407E+13	-2708045891		
-13207022,24	0	13138937,33	0,03515625	-1,85686E+13	1,15689E+14	-1,86647E+13	5581233731		
4239838,611	-13138937,33	0	-0,0078125	-5,78407E+13	-1,86647E+13	6,35401E+13	560,3952548	Δx	
10660,97665	-1377,831848	-3096,762315	-0,000767015	3,2115E-05	0,001488434	-0,000529828	1481,8006702	Δy	
-1377,831848	14410,59449	-975,0448554	-0,00024751	-0,01605292	-4,65922E-05	0,0015968	1,000000000	Δz	
-3096,762315	-975,0448555	10497,36659	-0,00077099	0,00483396	-0,001465803	1,44771E-05	1,000000000	k	
-0,000767015	-0,00024751	-0,00077099	1,7562E-10	5,18231E-22	-1,03862E-21	-1,82434E-22	1,000000000	σ_x	
3,2115E-05	-0,001605292	0,000483396	1,714E-22	2,75144E-10	-2,15863E-11	-8,99647E-11	-1,000000000	σ_y	
0,001488434	-4,65922E-05	-0,001465803	-7,08485E-22	-2,15863E-11	3,2772E-10	-3,23365E-11	-1,00747E-05	σ_z	
-0,000529828	0,0015968	1,44771E-05	-4,89257E-22	-8,99647E-11	-3,23365E-11	2,74165E-10	5,07515E-05	σ_{ϕ}	

Printanje podataka ili kopiranje radi se tako što se određene vrijednosti prebace u drugi **File**

- Označe se određene vrijednosti u određenim poljima i klikne Copy u novootvorenom File pritisne se desni miš i pojavi se padajući **meni 1**

- Na označeno **Paste special** klikne se lijevim mišom i pojavi se **meni 2**. Označi se odgovarajuća opcija i klikne **OK**. Na ovaj način će se iskopirati samo vrijednosti i formati.



6. Računanje prostornih pravougljih koordinata X, Y i Z iz Beselovog u WGS-84 elipsoid

Veza između WGS-84 i Beselovog elipsoida može se napisati u klasičnom obliku

$$X_{W_T} = \Delta x + 0 + 0 + X_{B_T} k + 0 - Z_{B_T} \varepsilon_y + Y_{B_T} \varepsilon_z$$

$$Y_{W_T} = 0 + \Delta y + 0 + Y_{B_T} k + Z_{B_T} \varepsilon_x + 0 - X_{B_T} \varepsilon_z$$

$$Z_{W_T} = 0 + 0 + \Delta z + Z_{B_T} k - Y_{B_T} \varepsilon_x + X_{B_T} \varepsilon_y + 0$$

i u matricnom obliku

$$\begin{pmatrix} X_{W_i} \\ Y_{W_i} \\ Z_{W_i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & X_{B_i} & 0 & -Z_{B_i} & Y_{B_i} \\ 0 & 1 & 0 & Y_{B_i} & Z_{B_i} & 0 & -X_{B_i} \\ 0 & 0 & 1 & Z_{B_i} & -Y_{B_i} & X_{B_i} & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ k \\ \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \end{pmatrix}$$

gdje je

$$\mathbf{f} = \begin{pmatrix} X_{W_i} \\ Y_{W_i} \\ Z_{W_i} \end{pmatrix} \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & X_{B_i} & 0 & -Z_{B_i} & Y_{B_i} \\ 0 & 1 & 0 & Y_{B_i} & Z_{B_i} & 0 & -X_{B_i} \\ 0 & 0 & 1 & Z_{B_i} & -Y_{B_i} & X_{B_i} & 0 \end{pmatrix} \quad \mathbf{x} = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ k \\ \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \end{pmatrix}$$

LITERATURA

- [1] Hirvonen, R.A :Computation of triangulations on the ellipsoid by the aid of closed formulas, Bilten geodesique 1957, 43, str. 3 – 15
- [2] Hirvonen, R.A : The use of subroutines in geodetic computations, Maanmittaus 1969, str. 50 – 54, 1970, str. 45 – 61.
- [3] Vincenty, T.: Themerdional distance problem for desk computers, Survey Review 1971, 161, str. 136 – 140.
- [4] Heiskanen W. A and Moritz H. Physical Geodesy 1967, Freeman, San Francisco
- [5] Thomson, D.B. 1976, Combination of Geodetic Networks. Department of Surveying Engineering. University of New Brunswick, Fredericton, N. B., canada.
- [6] Pravilnik za državni premjer II – A dio OSNOVNI RADOVI NA GRADSKOM PREMJerU, Beograd 1956
- [7] Mihailović , Geodezija II, prvi dio, Beograd 1974.

Sažetak

Umjesto teksta u numeričkom primjeru date su vrijednosti koordinata za tri tačke koje očigledno pokazuju njihove odnose

A	B	C	D	E	F	G
BROJ I NAZIV TAČKE						
830 VLAŠIĆ	4905056,310	6473853,240	4905546,870	-26149,380	\bar{x}	\bar{y}
833 SARAJEVO	4858819,400	6533071,762	4859305,330	33075,070	4859254,21	6533074,722
834 ČVRSNICA	4828417,350	6465265,690	4828900,240	-34737,785		

H	I	J	K	L	M	N	O
Numerički primjer							
\dot{x}	\dot{y}	φ	λ	H	X	Y	Z
		44 17 22,2274	17 40 20,4103	1920,440	4358043,179	1388510,874	4432069,822
4858819,696	6533072,105	43 52 22,8969	18 24 41,5747	595,213	4369411,994	1454488,131	4397901,988
		43 35 57,3807	17 34 11,0181	2226,860	4411482,154	1396839,606	4377050,431

P	Q	R	S
A_{WGS}			
X_{WGS}	Y_{WGS}	Z_{WGS}	
1967,339	4356724,074	1388306,696	4432548,613
641,219	4370095,616	1454284,125	4396362,200
2272,672	4412162,906	1396633,466	4377528,974

Abstract

In numeric examples instead of text are given values of coordinates of three points that obviously shows their relations.