

# ANALIZA MODELELOR DE DETERMINARE A PARAMETRILOR DE TRANSFORMARE A COORDONATELOR PENTRU TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

Doctorandă **Ana VLASENCO**  
Universitatea Tehnică a Moldovei

## THE ANALYSIS OF THE MODELS FOR DETERMINATION OF COORDINATE TRANSFORMATION PARAMETERS FOR THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

**Summary.** In this paper an analysis of the models for determination of coordinate transformation parameters for the territory of the Republic of Moldova is done between the national coordinate system MOLDREF99 and the old classical system SC42. It presents the principles of application of the Bursa – Wolf model and the Molodensky – Badekas model in the grid for a pilot area situated in the centre of the territory of our country. The evaluation of the determination precision of the cartesian geocentric coordinates by both transformation models was done by their analysis of the respective cartesian coordinates in the national coordinate register obtained from the measurements and their coordinates determined by the 2D transformation parameters currently used on the territory of the Republic of Moldova. The results of the analysis were tested on the pilot area, demonstrating that by applying the new method of determining the transformation parameters the coordinates of points with high precision of the centimeters would be obtained.

**Keywords:** reference system, geodetic network, transformation parameters, Bursa – Wolf model, Molodensky – Badekas model, standard deviation, interpolation.

**Rezumat.** În această lucrare se efectuează o analiză a modelelor de determinare a parametrilor de transformare a coordonatelor pentru teritoriul Republicii Moldova între sistemul național de coordonate MOLDREF99 și vechiul sistem clasic SC42. Sunt prezentate principiile de aplicare a modelului Bursa – Wolf și a modelului Molodensky – Badekas în grid pentru o suprafață-pilot, situată în zona de centru a teritoriului țării noastre. Estimarea preciziei de determinare a coordonatelor carteziene geocentrice prin ambele modele de transformare s-a efectuat în urma analizei lor față de coordonatele carteziene respective din registrul național de coordonate obținute din măsurători și față de coordonatele acestora determinate cu ajutorul parametrilor de transformare 2D utilizați în prezent pe teritoriul Republicii Moldova. Rezultatele analizei au fost testate asupra zonei pilot, demonstrându-se că, prin aplicarea metodei noi de determinare a parametrilor de transformare, se vor obține coordonatele punctelor cu o precizie ridicată de ordinul centimetrelor.

**Cuvinte-cheie:** sistem de referință, rețea geodezică, parametri de transformare, modelul Bursa – Wolf, modelul Molodensky – Badekas, abatere standard, interpolare.

## INTRODUCERE

Începând cu 1999, în Republica Moldova a fost stabilit sistemul de referință național MOLDREF99 bazat pe sistemul ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) și proiecția Transversal Mercator pentru Moldova (TMM) [1]. Implementarea sistemului ETRS89, în conformitate cu programul de integrare europeană pentru infrastructura informației spațiale INSPIRE, a necesitat aplicarea unui algoritm de calcul standard pentru transformarea datelor spațiale din vechiul sistem clasic sovietic de coordonate 1942 (SC42) în sistemul nou. Cu toate acestea, multe materiale cartografice utilizează sistemul vechi de coordonate.

Sistemul MOLDREF99 este definit ca un datum geodezic geocentric, pe când sistemul SC42 este un datum non-geocentric. Această situație a provocat

erori mari în interiorul rețelelor geodezice în procesul de transformare a coordonatelor între aceste sisteme, ca efect al orientării clasice a sistemului SC42. În direcția respectivă s-a recurs la o transformare ortogonală bidimensională (2D Helmert) cu patru parametri de transformare, determinați pentru fiecare suprafață raională a țării, în baza cărora s-a stabilit poziția punctelor în sistemul MOLDREF99 [2].

În prezent, toți utilizatorii doresc să dispună de o poziție spațială a obiectelor cât mai exactă. Pe teritoriul Republicii Moldova s-a observat însă că în măsurătorile geodezice în zona de frontieră a raioanelor se obțin erori foarte mari de neînchidere pe punctele geodezice de sprijin (de control), folosind datele determinate în noul sistem de coordonate.

Rezolvarea acestei probleme reclamă o soluție adecvată de calculare în grid a parametrilor de trans-

formare în vederea creșterii preciziei transformărilor de coordonate, în special la zona de frontieră a raioanelor, precum și furnizarea unei baze de date unice a parametrilor de transformare pentru întreg teritoriul al Republicii Moldova [3]. O etapă foarte importantă în determinarea parametrilor de transformare este stabilirea modelului de transformare. În acest sens trebuie de efectuat anumite analize comparative ale rezultatelor prin diferite metode sau seturi de parametri care să se soldeze în final cu un nivel minim de erori și o corelație mică între parametri.

Ca modele de comparație pentru determinarea parametrilor de transformare s-au luat modelul Bursa – Wolf, sau metoda Helmert cu șapte parametri, și modelul Molodensky – Badekas cu zece parametri [4].

### MODELUL BURSA – WOLF (HELMERT)

În funcție de coordonatele carteziene ale punctelor comune determinate din ambele sisteme MOLDREF99 și SC42, s-a realizat o transformare tridimensională Helmert în baza celor șapte parametri independenți [5, 6, 14]: factorul de scară  $m$ ; trei translații  $t_x, t_y, t_z$ , și trei rotații  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ .

Relația de determinare este:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{ETRS89} = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} + (1+m) * \begin{bmatrix} 1 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 1 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{SC42} \quad (1)$$

Ecuțiile (1) au fost reduse la o matrice  $A$  de forma:

vectorului de observație  $L$ :

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & X_1^{SC42} & 0 & -Z_1^{SC42} & Y_1^{SC42} \\ 0 & 1 & 0 & Y_1^{SC42} & Z_1^{SC42} & 0 & -X_1^{SC42} \\ 0 & 0 & 1 & Z_1^{SC42} & -Y_1^{SC42} & X_1^{SC42} & 0 \end{pmatrix}$$

și a parametrilor de transformare necunoscuți  $X$ :

$$L = \begin{pmatrix} X^{ETRS89} - X^{SC42} \\ Y^{ETRS89} - Y^{SC42} \\ Z^{ETRS89} - Z^{SC42} \end{pmatrix}$$

Prin urmare, parametrii de transformare necu-

$$X = \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \\ m \\ \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{pmatrix}$$

noscuți  $X$  vor fi determinați după relația:

$$X = (A^T A)^{-1} A^T L \quad (2)$$

Pentru studiul de caz a fost utilizată metoda celor mai mici pătrate, astfel că relația (1) se mai poate reprezenta sub următoarea formă de ecuație liniară a corecțiilor [7]:

$$AX = L - V \quad (3)$$

la care vectorul de erori al observațiilor este:

$$V = \begin{pmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{pmatrix}$$

### MODELUL MOLODENSKY – BADEKAS

Pentru compararea determinării parametrilor de transformare pentru testarea rezultatelor finale s-a utilizat modelul Molodensky – Badekas, definit la fel prin trei translații și factorul de scară analogice cu cele din modelul Bursa-Wolf. Cele trei rotații sunt determinate față de originea locală a centrului de greutate a punctelor comune din ambele datumuri, pe când modelul Bursa – Wolf utilizează originea sistemului de referință [8].

La cei șapte parametri de transformare de bază se mai adaugă trei parametri (coordonatele centrului de greutate), în total fiind 10 parametri de transformare [9]. Acest model se consideră cel mai potrivit pentru transformări între sistemele de referință terestru și cel satelitar [10].

Relația matematică de aplicare a metodei Molodensky – Badekas între sistemele de coordonate ETRS89 și SC42 este [11, 12]:

$$\begin{bmatrix} \bar{X} \\ \bar{Y} \\ \bar{Z} \end{bmatrix}_{ETRS89} = \begin{bmatrix} \bar{t}_x \\ \bar{t}_y \\ \bar{t}_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \bar{X}_c \\ \bar{Y}_c \\ \bar{Z}_c \end{bmatrix}_{S42} + (1+m) * \begin{bmatrix} 1 & \omega_z & -\omega_y \\ \omega_y & 1 & \omega_x \\ -\omega_z & -\omega_x & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \bar{X}_{ETRS89} - X_C \\ \bar{Y}_{ETRS89} - Y_C \\ \bar{Z}_{ETRS89} - Z_C \end{bmatrix} \quad (4)$$

unde coordonatele  $X_C, Y_C$  și  $Z_C$  sunt centrele de greutate ale punctelor din sistemul de coordonate SC42 și se determină prin relațiile:

$$Z_C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_{iS42} \quad X_C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{iS42} \quad Y_C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{iS42}$$

unde  $n$  – numărul de puncte geodezice utilizate în determinarea parametrilor de transformare.

Pentru determinare la fel a fost utilizată metoda celor mai mici pătrate ca și la modelul Bursa – Wolf.

### EVALUAREA PRECIZIEI DE DETERMINARE

Evaluarea preciziei metodei celor mai mici pătrate a fost efectuată prin estimarea preciziei tridimensio-

nale [11]. Acest lucru a fost realizat prin utilizarea erorii de poziție tridimensională, dată de relația:

$$\Delta S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2}, \tag{5}$$

unde  $X, Y, Z$  sunt coordonatele carteziene ale punctelor geodezice.

Abaterea standard de determinare a parametrilor de transformare este stabilită după relația [13]:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{V^T V}{3n - u}} \tag{6}$$

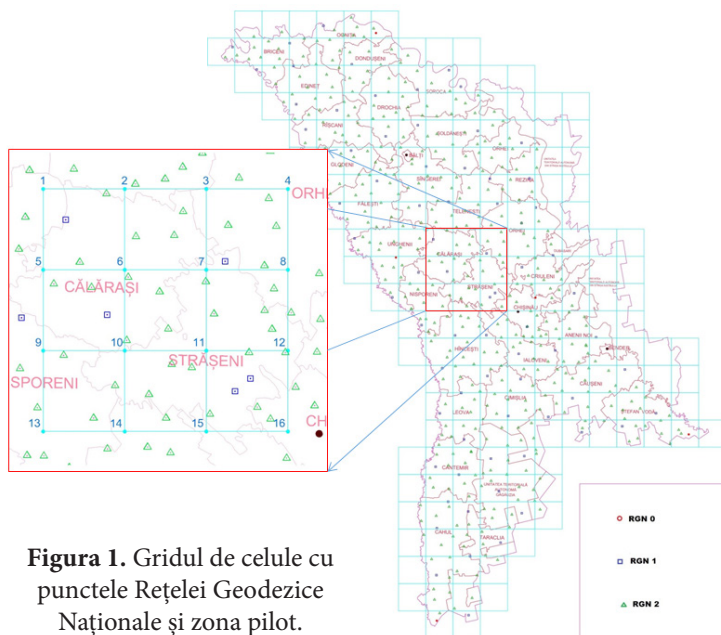
unde:  $n$  – numărul de puncte comune;  $u$  – numărul de necunoscute.

**REZULTATE ȘI ANALIZE**

Cercetările au fost aplicate asupra unei suprafețe-pilot situate în zona de centru a teritoriului Republicii Moldova pentru care s-a avut acces la registrul de coordonate al punctelor Rețelei Geodezice Naționale de ordinul 0, 1 și 2 (RGN0, RGN1, RGN2) în sistemele de coordonate MOLDREF99 și SC42.

Pentru crearea rețelei de celule (gridului) s-a luat în considerare densitatea celulelor, anume pasul rețelei ce determină poziția acestora pe suprafața teritoriului în funcție de existența unui număr suficient de puncte comune în ambele sisteme de coordonate bine distribuite.

Grila de celule este regulată de 15x15 km (figura 1) pe întreaga suprafață a țării, așa încât să avem pentru



**Figura 1.** Gridul de celule cu punctele Rețelei Geodezice Naționale și zona pilot.

fiecare nod de celulă la o rază de 8,5 km cel puțin trei puncte cu coordonate cunoscute în ambele sisteme de coordonate.

Aplicând modelele Bursa – Wolf și Molodensky – Badekas, în final vom obține șapte parametri de transformare calculați pentru fiecare din cele 16 noduri ale grilei, cu scopul de a obține pentru fiecare celulă patru seturi de parametri de transformare (tabelul 1 și tabelul 2).

*Tabelul 1*

**Setul de parametri de transformare a nodurilor grilei și abaterea standard de determinare (modelul Bursa – Wolf)**

nod.grid	$t_x, m$	$t_y, m$	$t_z, m$	$m, 10^{-6}$	$\omega_x''$	$\omega_y''$	$\omega_z''$	$\sigma, m$
1	11,947	-128,623	-96,133	4,098	0,011	0,085	-0,007	0,041
2	17,130	-126,926	-89,568	2,769	-0,575	-0,249	-0,783	0,013
3	11,700	-130,307	-98,066	4,430	-0,048	0,074	-0,134	0,062
4	19,585	-126,355	-87,551	2,277	-0,646	-0,279	-0,890	0,063
5	14,073	-128,218	-93,963	3,628	-0,233	-0,044	-0,338	0,008
6	13,552	-129,165	-92,562	3,564	-0,043	-0,002	-0,168	0,029
7	12,383	-129,230	-95,244	3,986	-0,297	-0,101	-0,436	0,029
8	16,425	-127,923	-91,744	3,137	-0,368	-0,117	-0,543	0,030
9	11,256	-130,963	-96,646	4,341	0,441	0,283	0,410	0,053
10	14,533	-128,087	-92,953	3,462	0,215	0,185	0,185	0,159
11	16,869	-126,447	-90,581	2,886	-0,250	-0,049	-0,350	0,079
12	16,425	-127,170	-91,714	3,094	-0,095	0,042	-0,172	0,022
13	14,560	-128,127	-92,879	3,453	-0,145	-0,009	-0,245	0,054
14	13,053	-129,089	-95,354	3,928	-0,148	0,002	-0,252	0,054
15	13,527	-128,763	-94,771	3,800	-0,069	0,046	-0,156	0,088
16	15,706	-127,729	-92,079	3,233	-0,200	-0,032	-0,325	0,129

Tabelul 2

## Setul de parametri de transformare a nodurilor grilei și abaterea standard de determinare (modelul Molodensky – Badekas)

nod.grid	$t_x, m$	$t_y, m$	$t_z, m$	$m, 10^{-6}$	$\omega_x''$	$\omega_y''$	$\omega_z''$	$\sigma, m$
1	25,581	-119,872	-75,525	4,098	0,011	0,085	-0,007	0,041
2	25,541	-119,845	-75,507	2,769	-0,575	-0,249	-0,783	0,013
3	25,507	-119,777	-75,517	4,430	-0,048	0,074	-0,134	0,062
4	25,584	-119,898	-75,535	2,277	-0,646	-0,279	-0,890	0,063
5	25,578	-119,806	-75,545	3,628	-0,233	-0,044	-0,338	0,008
6	25,526	-119,702	-75,552	3,564	-0,043	-0,002	-0,168	0,029
7	25,473	-119,631	-75,548	3,986	-0,297	-0,101	-0,436	0,029
8	25,511	-119,727	-75,547	3,137	-0,368	-0,117	-0,543	0,030
9	25,588	-119,766	-75,560	4,341	0,441	0,283	0,410	0,053
10	25,449	-119,537	-75,557	3,462	0,215	0,185	0,185	0,159
11	25,477	-119,630	-75,544	2,886	-0,250	-0,049	-0,350	0,079
12	25,511	-119,652	-75,576	3,094	-0,095	0,042	-0,172	0,022
13	25,583	-119,768	-75,554	3,453	-0,145	-0,009	-0,245	0,054
14	25,570	-119,689	-75,578	3,928	-0,148	0,002	-0,252	0,054
15	25,502	-119,633	-75,548	3,800	-0,069	0,046	-0,156	0,088
16	25,602	-119,583	-75,650	3,233	-0,200	-0,032	-0,325	0,129

Din tabelul 2 se observă că cele trei rotații și factorul de scară al modelului Molodensky – Badekas au aceleași valori ca și în cazul modelului Bursa – Wolf, diferă doar cele trei translații.

Abaterile standard de determinare a parametrilor de transformare prin modelul Molodensky – Badekas pentru cele 16 noduri ale grilei au aceleași valori ca și în cazul modelului Bursa – Wolf. De aceea, în practică se pot utiliza fie parametrii de transformare a modelului Bursa – Wolf, fie cei ai modelului Molodensky – Badekas, deoarece ca precizie a determinării vor satisface ambele modele și pot fi utilizate pentru orice zonă atâta timp cât coordonatele locale sunt determinate cu precizie ridicată [4].

Având la bază parametrii de transformare determinați prin metoda Bursa – Wolf sau Molodensky – Badekas, pentru fiecare nodul al grilei din zona pilot se pot determina cu ușurință parametrii de transformare pentru oricare punct geodezic situat în interiorul celulelor gridului.

În acest caz pot fi utilizate metodele de interpolare a datelor în grid regulat, care reprezintă algoritmi matematici bine definiți, care în funcție de distribuția valorilor folosesc o anumită funcție dependentă de locație [15, 16], în cazul nostru de distanța față de nodurile gridului.

Ipoteza de bază a acestor metode este că influența unui punct, comparativ cu altul, descrește odată cu distanța. Metoda de interpolare biliniară aplicată a urmărit determinarea parametrilor de transformare ( $t_x, t_y, t_z, m, \omega_x, \omega_y, \omega_z$ ) a oricărui punct din celula gridului [3, 17].

Pentru studiu au fost utilizate 12 puncte geodezice din RGN din zona pilot, din care 10 puncte nu au fost utilizate în calcul la determinarea parametrilor de transformare a nodurilor gridului. S-au luat și două puncte 51Stejareni (RGN2) și 196Vorniceni (RGN1) utilizate în calcul pentru evaluarea preciziei și prin măsurători în teren a acestor puncte.

La interpolarea parametrilor de transformare au fost utilizați separat parametrii determinați atât prin modelul Bursa – Wolf, cât și prin modelul Molodensky – Badekas pentru efectuarea verificării ulterioare a preciziei de determinare.

În funcție de coordonatele carteziene din sistemul de coordonate SC42 și a parametrilor de transformare interpolați se realizează o transformare tridimensională și se vor obține coordonatele carteziene  $X_{89}^{BV}, Y_{89}^{BV}, Z_{89}^{BV}$  în sistemul de coordonate ETRS89 cu parametrii modelului Bursa – Wolf și  $X_{89}^{MV}, Y_{89}^{MV}, Z_{89}^{MV}$  cu parametrii modelului Molodensky – Badekas pentru cele 12 puncte de verificare (tabelul 3).

Tabelul 3

Coordonatele carteziene ale punctelor de verificare din zona pilot determinate prin modelul Bursa – Wolf și modelul Molodensky – Badekas

ID PCT	$\sigma$ m	$X_{89}^{BW}$ m	$Y_{89}^{BW}$ m	$Z_{89}^{BW}$ m	$X_{89}^{MB}$ m	$Y_{89}^{MB}$ m	$Z_{89}^{MB}$ m
51Stejăreni	0,097	3827338,570	2068800,141	4648843,162	3827338,580	2068800,137	4648843,158
196Vorniceni	0,106	3821755,580	2070520,669	4652615,463	3821755,559	2070520,680	4652615,471
734Trușeni	0,088	3819321,146	2087121,971	4647155,722	3819321,171	2087121,956	4647155,713
1472Romanești Vest	0,044	3807035,478	2081984,726	4659283,172	3807035,468	2081984,729	4659283,175
11486Condratești	0,037	3813434,983	2038681,473	4673141,895	3813434,977	2038681,450	4673141,908
5918Bravicea	0,034	3806655,353	2063016,813	4668146,700	3806655,351	2063016,828	4668146,694
9166Bogzești	0,030	3803371,222	2056642,801	4673523,234	3803371,243	2056642,772	4673523,228
9315Puținței	0,046	3800774,437	2070565,588	4669519,566	3800774,450	2070565,576	4669519,564
26061Peticeni	0,043	3822128,066	2050554,136	4660950,064	3822128,068	2050554,114	4660950,072
55538Bucovăț	0,112	3819790,353	2066331,094	4655962,376	3819790,337	2066331,124	4655962,372
4279Cristești	0,072	3833129,213	2063745,773	4646243,913	3833129,221	2063745,775	4646243,906
4243Lozova	0,117	3823428,502	2067985,803	4652325,377	3823428,490	2067985,814	4652325,379

Pentru a verifica precizia determinării coordonatelor carteziene geocentrice, prin ambele modele de transformare a punctelor de verificare se analizează diferențele acestor coordonate față de coordonatele carteziene respective din registrul național [2] din sistemul ETRS89 (MOLDREF99) obținute din măsurători. În paralel se face și o analiză față de coordonatele acestora determinate cu ajutorul parametrilor de transformare 2D utilizați în prezent pe teritoriul Republicii Moldova.

În tabelul 4 sunt prezentate diferențele dintre co-

ordonatele carteziene ale punctelor de verificare din zona pilot calculate prin modelul Bursa – Wolf  $\Delta X_{89}^{BW}$ ,  $\Delta Y_{89}^{BW}$ ,  $\Delta Z_{89}^{BW}$  și prin modelul Molodensky – Badekas  $\Delta X_{89}^{MW}$ ,  $\Delta Y_{89}^{MW}$ ,  $\Delta Z_{89}^{MW}$  față de coordonatele carteziene corespunzătoare din registrul național. Analiză rezultatelor diferențelor de coordonate obținute prin ambele modele atestă că ele nu diferă mult între ele și că se încadrează în limita erorii medii pătratice doar punctele: 51 Stejăreni, 196Vorniceni, 734Trușeni, 1472Romanești Vest, corespunzător celulei gridului în care se găsesc.

Tabelul 4

Diferența între coordonatele calculate prin modelul Bursa – Wolf și modelul Molodensky – Badekas și ale celor din registrul național

ID PCT	$\Delta X_{89}^{BW}$ m	$\Delta Y_{89}^{BW}$ m	$\Delta Z_{89}^{BW}$ m	$\Delta X_{89}^{MB}$ m	$\Delta Y_{89}^{MB}$ m	$\Delta Z_{89}^{MB}$ m
51Stejăreni	0,022	0,043	-0,037	0,012	0,048	-0,033
196Vorniceni	-0,056	-0,025	0,057	-0,035	-0,036	0,049
734Trușeni	-0,007	-0,059	0,031	-0,033	-0,043	0,040
1472Romanești Vest	-0,011	0,044	-0,010	-0,002	0,041	-0,014
11486Condratești	0,128	-0,213	-0,002	0,133	-0,209	-0,015
5918Bravicea	0,112	-0,278	0,030	0,113	-0,293	0,036
9166Bogzești	0,109	-0,234	0,014	0,088	-0,206	0,020
9315Puținței	0,051	-0,244	0,065	0,039	-0,232	0,067
26061Peticeni	0,173	-0,277	-0,019	0,171	-0,255	-0,027
55538Bucovăț	0,186	-0,338	-0,002	0,202	-0,369	0,002
4279Cristești	0,182	-0,242	-0,042	0,174	-0,244	-0,036
4243Lozova	0,195	-0,324	-0,015	0,207	-0,335	-0,018



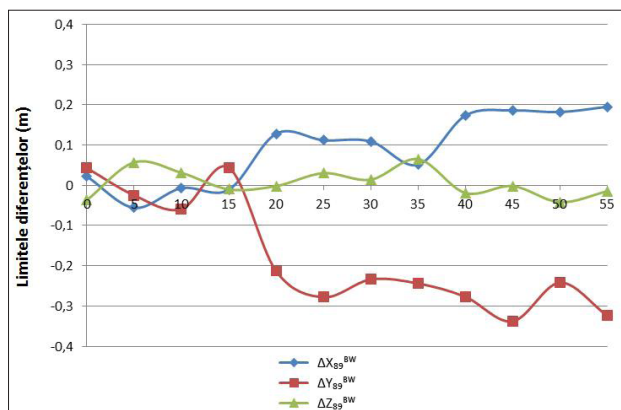


Figura 2. Diferențele ΔX, ΔY, ΔZ ale punctelor de verificare pentru modelul Bursa – Wolf.

Distribuirea grafică a diferențelor de coordonate carteziene a celor 12 puncte geodezice de verificare prin modelul Bursa – Wolf și prin modelul Molodensky – Badekas sunt reprezentate în figurile 2 și 3.

Diferențele sub formă de histogramă cu abateri ΔS pentru fiecare punct geodezic sunt reprezentate în figura 4.

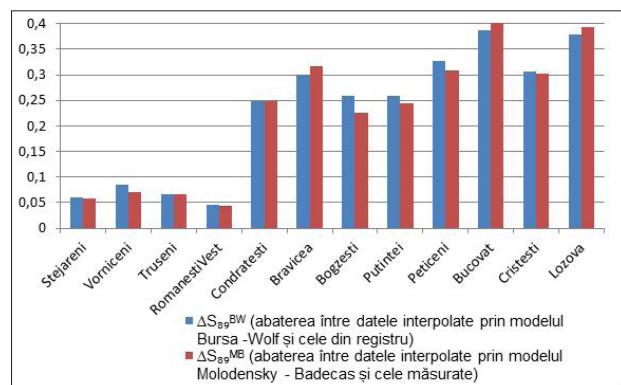


Figura 4. Abaterile ΔS drept rezultat al utilizării gridului de interpolare.

Din figura 4 se observă că în punctele în care s-a aplicat o transformare 2D (Condratești, Bravicea, Bogzești, Puținței, Petriceni, Bucovăț, Cristești, Lozova) prin utilizarea parametrilor de transformare regionali se obțin erori foarte mari pe coordonate, vectorul de deplasare ajunge în unele puncte la 40 cm. Doar punctele a căror poziție este determinată prin măsurători atestă erori de deviere mai mici care variază în limitele 4÷8 cm. Din acest motiv apar probleme în activitățile cadastrale, majoritatea lucrărilor fiind legate de puncte ale căror coordonate sunt determinate prin calcul în urma unei transformări 2D și care nu au fost supuse unei campanii de măsurători.

CONCLUZII

Utilizarea ulterioară a parametrilor de transformare 3D interpolați va asigura o precizie uniformă

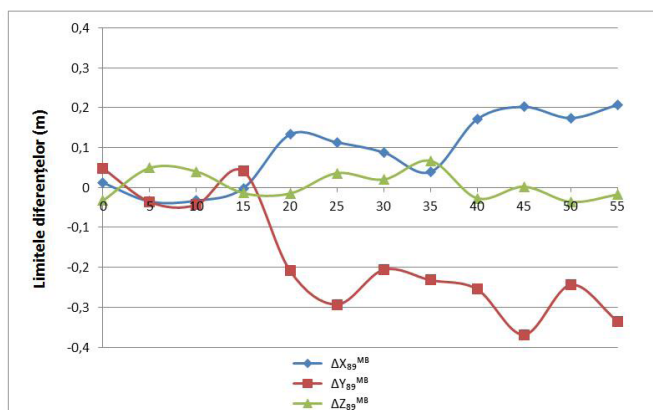


Figura 3. Diferențele ΔX, ΔY, ΔZ ale punctelor de verificare pentru modelul Molodensky – Badekas.

de transformare a coordonatelor din sistemul de coordonate SC42 în sistemul național de coordonate MOLDREF99 și invers pentru tot teritoriul țării noastre.

În final, putem constata că metodele de determinare a parametrilor de transformare, propuse de autor, prin generarea gridurilor de celule din care să se poată interpola cu precizie mare acești parametri pentru orice punct situat pe teritoriul țării, sunt binevenite în lucrările geodezice și cadastrale și vor genera o precizie mult mai ridicată în comparație cu modelul de transformare a coordonatelor utilizat în prezent.

BIBLIOGRAFIE

- \*\*\* Regulamentul cu privire la Rețeaua Geodezică Națională. Aprobata prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova, nr. 48, din 29 ianuarie 2001.
- \*\*\* Fondul național de date geospațiale. <http://geportal.md>.
- Chiriac V., Vlasenco A. Development of transformation parameters data base for MOLDPOS service. International Symposium GEOMAT 2016. Iasi, Romania. In: RevCAD Issue 22/2017, pp. 49-56.
- \*\*\* Methodology and Parameters for Datum Transformation between the New and Old Reference Systems. November 14 / 2013, Tbilisi, Georgia, 29 p.
- \*\*\* Geomatics Guidance Note number 7, part 2, September 2016, 147 p.
- Vereș I. Automatizarea lucrărilor topo-geodezice. Petroșani: Universitas, 2006, 292 p.
- Prosper B. L., Yao Y. Z., Richard F. A. Determination of 3D Transformation Parameters for the Ghana Geodetic Reference Network using Ordinary Least Squares and Total Least Squares Techniques. In: International Journal of Geomatics and Geosciences, Vol. 7, No. 3, 2016, p. 245-261.
- Phang Seng B., Halim S. 3D coordinate transformation using Molodensky – Badekas transformation model: MBT07. In: Joint International Symposium and Exhibition on Geoinformation Malaysia, 2007, 13 p.
- Deakin R. E. A note on the Bursa-Wolf and Molodensky-Badekas transformations. School of Mathematical &

Geospatial Sciences RMIT University 2006, 22 p.

10. Turgut B. A back-propagation artificial neural network approach for three-dimensional coordinate transformation. In: Scientific Research and Essays Vol. 5(21), 2010, p. 3330-3335.

11. Richard F. A., Yao Y. Z., John A., Christian A.O. A Hybridized Centroid Technique for 3D Molodensky-Badekas Coordinate Transformation in the Ghana Geodetic Reference Network using Total Least Squares Approach. In: South African Journal of Geomatics. Vol. 5, no. 3, 2016, p. 269-284.

12. Mihalache (Ficiuc) R.M. Coordinate transformations for integrating map information in the new geocentric European system using Artificial Neuronal Networks. In: RevCAD Issue 12/2012, p. 97-105.

13. Moldoveanu C., Ilieș A., Pîrțac I. Îndrumar pentru proiecte la geodezie. Editura: U.T.M., 1999, 172 p.

14. Комаровский Ю.А. Использование различных референц-эллипсоидов в судовождении. Учеб. пособие. Изд. второе, перераб. и дополн. Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2005. 341 с.

15. Paul D. D., Marin P., Dragoș B. Comparative study regarding the methods of interpolation. Recent Advances in Geodesy and Geomatics Engineering București, 2013, p. 45-52.

16. Avramiuc N., Dragomir P. I., Rus T. Algorithm for direct and inverse coordinate transformation between ETRS89 CRS and S-42 CRS. RevCAD – Journal of Geodesy and Cadastre. University “1 Decembrie 1918” Alba Iulia, 2009, 10 p.

17. Chiriac V., Vlasenco A. Calculation method of 3D transformation parameters grid for the Republic of Moldova territory. Actual problems and innovations Ecogeoforum Ivano-Frankivsk 2017, p. 324-325, UDC 528.3.



Lică Sainciuc. *Cenușăreasa* de L. Sainciuc. Hârtie, calcugravură, 2013.