

## CONSIDERAȚII PRIVIND UTILIZAREA PROIECȚIILOR STEREOGRAFICE LOCALE LA REALIZAREA REȚELOR DE SPRIJIN NECESARE LUCRĂRILOR DE CADASTRU

M. Ortelecan\*, V. Budiu\*, Ana Ciotlăuș\*, N. Pop\*

### REZUMAT

Lucrarea se referă la utilizarea proiecțiilor stereografice locale în lucrările de cadastru, la modul de obținere a coordonatelor stereografice locale din coordonatele stereografice 1970, cât și verificarea acestora

#### 1. Considerații generale.

Pentru zonele unde deformațiile din proiecția stereografică 1970, depășesc valorile de  $\pm 10-15$  cm/km și respectiv pentru lucrările de mare precizie (cadastrale, miniere, hidrotehnice sistematizare etc.), unde sunt necesare planuri la scări mari (1:1000, 1:500), pentru micșorarea deformațiilor ce apar datorită sistemului de proiecție, se impune utilizarea proiecțiilor stereografice locale

Proiecția stereografică locală derivă din proiecția stereografică 1970 și în consecință menține caracteristicile acesteia:

- elipsoidul de referință Krasovschi;
- coordonatele geografice ale centrului de proiecție ( $\varphi = 46^\circ$ ,  $\lambda = 25^\circ$ ),
- coordonate rectangulare ale centrului de proiecție ( $X = 500.000$  m,  $Y = 500.000$  m);
- raza medie de curbură pentru centrul de proiecție  $R_0 = 6\,378,956681$  Km;
- orientarea axei X pe direcția nord și axei Y pe direcția est;
- modulul de deformare în centrul de proiecție  $\mu = 0.999750$ ;
- conservă unghiurile, fiind deci o proiecție conformă

Proiecția stereografică 1970, fiind o proiecție conformă, din punct de vedere al deformațiilor, păstrează nedeformate unghiurile și deformează lungimile. La lungimea de 201.718 km față de centru de proiecție, deformațiile sunt nule (cercul deformațiilor nule), cresc în valoare negativă spre centru de proiecție, unde ating valoarea de  $-0,25$  m/km, iar spre exterior deformațiile cresc în valoare pozitivă, ajungând la Beba Veche și Sulina la valori de peste 0,60 m/km.

Planul stereografic local se consideră paralel cu cel al proiecției stereografice 1970, este secant în punctul central al zonei de ridicat și ca atare adâncimea și lungimea razei de secanță diferă față de proiecția Stereo 1970.

#### 2. Deducerea relațiilor de calcul ale coordonatelor din sistemul local

Pentru transformarea coordonatelor rectangulare ale punctelor geodezice din sistemul de proiecție stereografic 1970 într-un sistem de proiecție local se parcurg mai multe etape printre care se pot aminti:

- 1) alegerea unui punct central al zonei de de ridicat;
- 2) calculul coordonatelor centrului de greutate;

\* Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca

- 3) calculul distanței de la centrul de proiecție până la centrul de greutate;
- 4) calculul coeficientului  $k_1$  pentru transformarea coordonatelor stereografice 70 în coordonate stereografice locale;
- 5) transformarea coordonatelor stereografice-1970 în coordonate stereografice locale;
- 6) verificarea transformării

2.1. Punctul central al zonei de ridicat poate fi un punct geodezic de coordonate cunoscute, materializat pe teren, sau centrul de greutate al zonei;

2.2. Pentru a calcula centrul de greutate, se aleg mai multe puncte pe perimetrul zonei de ridicat și se aplică relațiile

$$X_G = \frac{[X_i]}{n}; \quad Y_G = \frac{[Y_i]}{n} \quad (1)$$

unde:

$[X_i]$  – suma absciselor punctelor geodezice;  
 $[Y_i]$  – suma ordonatelor punctelor geodezice;  
 $n$  – numărul punctelor

2.3. Distanța de la centrul de proiecție până la centrul de greutate se calculează cu relația:

$$s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (2)$$

unde:

$$\Delta x = X_G - X_0; \quad \Delta y = Y_G - Y_0 \quad (3)$$

în care:

$X_G, Y_G$  – coordonatele centrului de greutate (punct mijlociu);  
 $X_0, Y_0$  – coordonatele centrului de proiecție;

2.4. Calculul coeficientului  $k_1$  pentru transformarea coordonatelor stereografice 70 în coordonate stereografice locale:

$$k_1 = \frac{1}{1 + \frac{s^2}{4R_0^2} - \frac{1}{4000}} \quad (4)$$

unde:

$s$  – distanța de la centrul de proiecție la centrul de greutate;  
 $R_0 = 6\,378,956681$  Km (raza medie de curbură a elipsoidului pentru centrul de proiecție).

2.5. Transformarea coordonatelor rectangulare stereografice-1970 în coordonate stereografice locale:

$$x_{loc} = X_0 + k_1 \Delta x, \quad y_{loc} = Y_0 + k_1 \Delta y \quad (5)$$

unde:

$x_{loc}, y_{loc}$  – coordonate locale.

2.6. Verificarea transformării utilizând calculul orientărilor și distanțelor dintre puncte în cele două sisteme, precum și transformarea inversă din plan local în proiecția stereografică 1970

În vederea aducerii coordonatelor din sistemul local în sistemul Stereografic -1970 se calculează coeficientul de conversie:

$$k_2 = \frac{1}{k_1} \tag{6}$$

Apoi se transformă coordonatele locale în coordonate Stereo -1970:

$$X = X_0 + (x_{loc} - X_0)k_2; \quad Y = Y_0 + (y_{loc} - Y_0)k_2 \tag{7}$$

unde:

$X_0 = 500.000 \text{ m}$   
 $Y_0 = 500.000 \text{ m}$

3. Studiu de caz

Pentru exemplificarea transformării coordonatelor din sistemul stereografic 1970 în sistemul local, în tabelul 1 sunt date coordonatele în sistemul STEREO-70. Punctele alese sunt distribuite aproximativ pe perimetrul mun. Cluj-Napoca (fig.1)

Aplicând formulele (1) s-au calculat coordonatele centrului de greutate al zonei ( $X_G, Y_G$ ), care se situează în apropierea catedralei. Sf. Mihail.

Cu formulele (2),(3) s-a calculat distanța de la centrul de proiecție la centrul de greutate ( $s = 137,888 \text{ km}$ ), în funcție de care s-a calculat coeficientul de transcalcul, cu ajutorul relației (4),  $c = 1,00013320$

Tabelul 1

| Den.pct.     | X          | Y          |
|--------------|------------|------------|
| Pipa         | 590814,830 | 398766,730 |
| Hoia         | 586465,380 | 388398,377 |
| DI.Gârboului | 582655,960 | 387007,000 |
| Steluța      | 590449,220 | 391928,280 |
| La Bazin     | 584181,450 | 391671,640 |
| DI.Borzaș    | 586099,150 | 399284,500 |
| G            | 586777,665 | 392842,755 |

Utilizând relațiile (5) s-au calculat coordonatele punctelor în sistemul de proiecție local (tabelul 2)

Tabelul 2

| Den.pct.     | x          | y          |
|--------------|------------|------------|
| Pipa         | 590826,927 | 398753,245 |
| Hoia         | 586476,898 | 388383,511 |
| DI.Gârboului | 582666,970 | 386991,949 |
| Steluța      | 590461,268 | 391913,884 |
| La Bazin     | 584192,663 | 391657,210 |
| DI.Borzaș    | 586110,619 | 399271,084 |
| G            | 586789,224 | 392828,481 |

Pentru verificare s-au calculat orientările și distanțele în sistemul de proiecție STEREO -70 (tabelul 3) și în sistemul local (tabelul 4)

Tabelul 3

| Den.pct.     | X [m]      | Y [m]      | $tg\theta$<br>$\theta$ | D [m]     | Corecția regională [m/km]<br>Corecția totală | Dist corectate D' [m] |
|--------------|------------|------------|------------------------|-----------|----------------------------------------------|-----------------------|
| G            | 586777,665 | 392842,755 |                        |           | 0,1332                                       |                       |
| Pipa         | 590814,830 | 398766,730 | 1,46736                |           |                                              |                       |
|              | 4037,165   | 5923,976   | 61,91748               | 7168,8344 | 0,9548                                       | 7169,7892             |
| G            | 586777,665 | 392842,755 |                        |           |                                              |                       |
| Hoia         | 586465,380 | 388398,377 | 14,2318                |           |                                              |                       |
|              | -312,285   | -4444,378  | 295,5341               | 4455,3354 | 0,5934                                       | 4455,9288             |
| G            | 586777,665 | 392842,755 |                        |           |                                              |                       |
| Di.Gârboului | 582655,960 | 387007,000 | 1,415859               |           |                                              |                       |
|              | -4121,705  | -5835,754  | 260,8522               | 7144,5422 | 0,9516                                       | 7145,4937             |
| G            | 586777,665 | 392842,755 |                        |           |                                              |                       |
| Steluța      | 590449,220 | 391928,280 | -0,24907               |           |                                              |                       |
|              | 3671,555   | -914,474   | 384,4599               | 3783,7256 | 0,5039                                       | 3784,2296             |
| G            | 586777,665 | 392842,755 |                        |           |                                              |                       |
| La Bazin     | 584181,450 | 391671,640 | 0,451085               |           |                                              |                       |
|              | -2596,215  | -1171,114  | 226,9772               | 2848,1295 | 0,3793                                       | 2848,5088             |
| G            | 586777,665 | 392842,755 |                        |           |                                              |                       |
| Di.Borzaș    | 586099,150 | 399284,500 | -9,493888              |           |                                              |                       |
|              | -678,515   | 6441,746   | 106,6809               | 6477,3812 | 0,8627                                       | 6478,2439             |

Tabelul 4

| Den.pct.     | x [m]      | y [m]      | $tg\theta$<br>$\theta$ | D [m]     | Dif.pe orientari $\Delta\theta$ | Dif. pe distanțe $\Delta D$ [m] |
|--------------|------------|------------|------------------------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
| G            | 586789,224 | 392828,481 |                        |           |                                 |                                 |
| Pipa         | 590826,927 | 398753,245 | 1,46736                |           |                                 |                                 |
|              | 4037,703   | 5924,765   | 61,91748               | 7169,7893 | 0,0000                          | 0,0001                          |
| G            | 586789,224 | 392828,481 |                        |           |                                 |                                 |
| Hoia         | 586476,9   | 388383,51  | 14,2318                |           |                                 |                                 |
|              | -312,327   | -4444,970  | 295,5341               | 4455,9288 | 0,0000                          | 0,0000                          |
| G            | 586789,224 | 392828,481 |                        |           |                                 |                                 |
| Di.Gârboului | 582666,970 | 386991,949 | 1,415859               |           |                                 |                                 |
|              | -4122,254  | -5836,532  | 260,8522               | 7145,4938 | 0,0000                          | 0,0001                          |
| G            | 586789,224 | 392828,481 |                        |           |                                 |                                 |
| Steluța      | 590461,27  | 391913,88  | -0,24907               |           |                                 |                                 |
|              | 3672,044   | -914,596   | 384,4599               | 3784,2297 | 0,0000                          | 0,0001                          |
| G            | 586789,224 | 392828,481 |                        |           |                                 |                                 |
| La Bazin     | 584192,66  | 391657,21  | 0,451085               |           |                                 |                                 |
|              | -2596,561  | -1171,270  | 226,9772               | 2848,5089 | 0,0000                          | 0,0001                          |
| G            | 586789,224 | 392828,481 |                        |           |                                 |                                 |
| Di.Borzaș    | 586110,62  | 399271,08  | -9,49389               |           |                                 |                                 |
|              | -678,605   | 6442,604   | 106,6809               | 6478,2441 | 0,0000                          | 0,0002                          |

## SCHITA RETELEI DE TRIANGULATIE

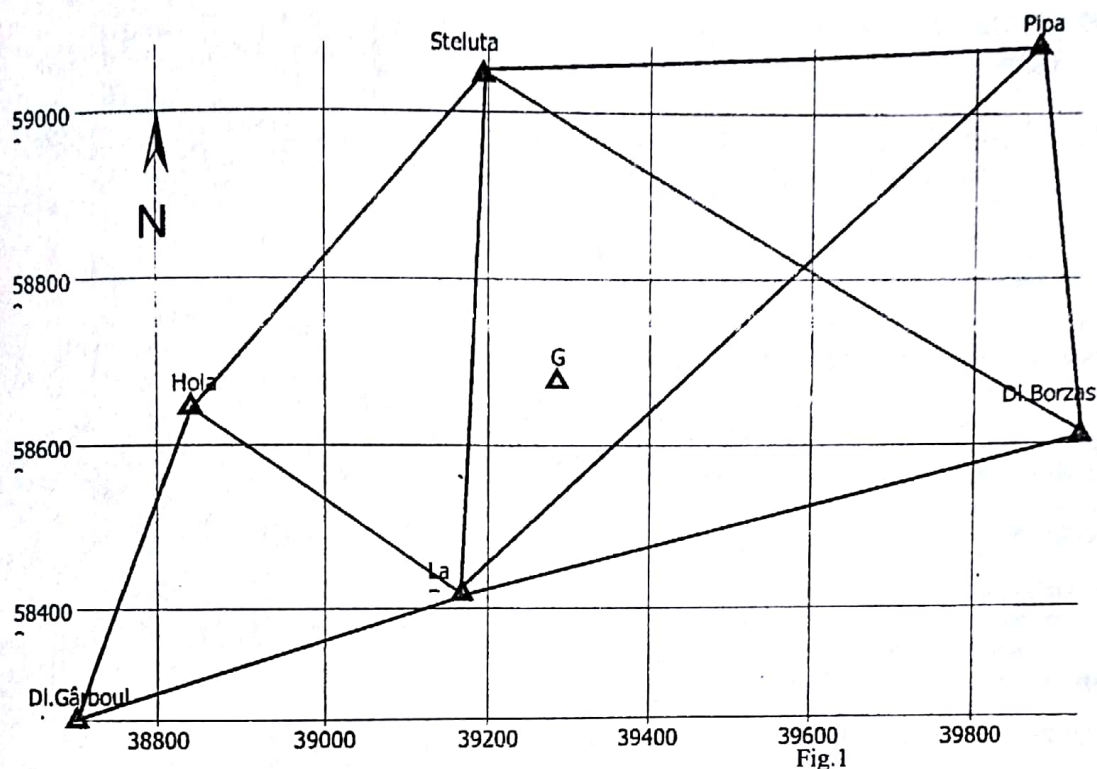


Fig.1

În vederea transformării inverse, se calculează cu relația (6) coeficientul de conversie  $k_2 = 0,9998668$ , cu ajutorul căruia, prin intermediul relațiilor (7) se calculează coordonatele stereografice 1970. Valorile obținute sunt cele inițiale, prezentate în tabelul 1.

Comparând valorile orientărilor din tabelele 3 și 4 se remarcă faptul că acestea sunt identice în ambele sisteme de proiecție.

Comparând distanțele calculate, în cele două sisteme, se constată că distanțele din proiecțiile locale (distanțe corectate) se obțin din cele stereografice 1970, prin aplicarea corecțiilor totale, care se obțin din corecția zonală unitară, luată cu semn schimbat și distanțele exprimate în kilometri.

#### 4. Concluzii

Proiecțiile stereografice locale, realizate prin suportul prezentat, sunt proiecții conforme din punct de vedere al deformațiilor, cu deformații liniare ce satisfac cerințelor de precizie impuse la realizarea obiectivelor cadastrale și nu numai.

În cazul proiecției stereografice 1970, deformațiile zonale sunt negative până la cercul deformațiilor nule și pozitive dincolo de acesta, și ca o consecință a acestora, corecțiile de aducere a distanțelor în planul de proiecție local, sau pe elipsoid, vor fi pozitive până la cercul deformațiilor nule și negative dincolo de acesta.

#### BIBLIOGRAFIE

- [1] Ortelecan, M., V. Budiu, Ana Ciotlăuș., Utilizarea proiecțiilor stereografice locale în lucrările de cadastru imobiliar, RevCAD Nr.3, Ed. Aeternitas Alba Iulia, 2003
- [2] Dima Nicolae : Geodezie, Litografia Institutului de Mine Petroșani, 1985
- [3] Gagea L., ș.a. : Cartografie, E.D.P. București, 1993