

# ANALIZA COMPARATIVĂ A DEFORMAȚIILOR ÎN PROIECȚIILE TM, UTM, TMM

**Autor: Mariana PANAINȚI**

**Conducător științific: lect.sup. Ana VLASENCO**

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Articolul de față își propune să prezinte implicațiile din punct de vedere al deformațiilor pe care le generează proiecțiile TM, UTM și TMM, precum și o analiză comparativă între acestea, care să redea din punct de vedere grafic, cât mai sugestiv, avantajele reprezentării cartografice în fiecare caz în parte.

**Abstract:** The article presents the implications in terms of strains that are generated by projections TM, UTM and TMM, and a comparative analysis between them, to play in terms of graphics, as more suggestive, advantage of cartographic representation in each case.

## 1. Introducere

În general, hărțile topo – cadastrale existente în prezent pentru teritoriul Republicii Moldova, sunt întocmite în unul dintre sistemele de proiecție cartografică: TM (Transversal Mercator) denumită și Gauss-Krüger - sistem vechi de proiecție, UTM (Universal Transversal Mercator) și TMM (Transversal Mercator pentru Moldova). Fiecare dintre aceste sisteme de proiecție cartografică prezintă atât avantaje, cât și dezavantaje. Unul dintre criteriile de bază în adoptarea unei proiecții cartografice pentru un anumit teritoriu cadastral este ca deformația liniară relativă să fie cât mai mică pentru acea zonă geografică. Având la bază acest criteriu, articolul de față își propune să prezinte implicațiile din punct de vedere al deformațiilor, pe care fiecare proiecție din cele amintite le generează, precum și o analiză comparativă între acestea, care să redea din punct de vedere grafic, cât mai sugestiv, avantajele reprezentării cartografice în fiecare caz în parte.

## 2. Proiecția TM (Transversal Mercator)

Folosirea ei în Republica Moldova, ca proiecție oficială, s-a făcut în condițiile în care s-a folosit în întreaga fostă Uniune Sovietică, adică: utilizarea Elipsoidului Krasovski 1940, cu punctul astronomic fundamental la Pulcovo („sistemul de coordonate 1942”).

Sistemul de proiecție s-a folosit la întocmirea planului topografic de bază la scara 1:10 000, a hărții topografice de bază la scara 1:25 000, precum și a hărților unitare la diferite scări.

Principii generale ale proiecției TM:

- În proiecția TM întreaga suprafață a Globului terestru sau o anumită porțiune din aceasta este reprezentată pe suprafața desfășurabilă a unui cilindru imaginar, tangent la un meridian, adică în poziție *transversală*, a cărui axă face cu axa polilor un unghi egal cu 90°. Axa cilindrului coincide cu axa ecuatorială.
- Pentru reprezentarea elipsoidului terestru în planul de proiecție au fost stabilite meridianele de tangență pentru întregul Glob, rezultând un număr de 60 *fuse geografice* de câte 6° longitudine, începând cu meridianul de origine Greenwich
- Pentru proiectarea celor 60 de fuse se consideră elipsoidul înfășurat în 60 de cilindri succesivi, în poziție orizontală, unde fiecare cilindru este tangent la meridianul axial corespunzător fusului.

Proiecția TM fiind conformă nu deformează unghiurile ( $\omega=0$ ), dar se deformează distanțele și ariile.

Deformația liniară relativă se exprimă cu ajutorul formulei:

$$D_{TM} = y^2 / 2R^2 + y^4 / 24R^4 + \dots [\text{km/km}], \text{ unde:}$$

- $D_{TM}$  este deformația liniară relativă în proiecția TM;
- R este raza medie de curbura în punctul considerat;
- $y=(y-y_0)$  este distanța punctului dat față de meridianul axial.

Se observa din această formulă și din diagrama de mai jos că în proiecția TM deformațiile liniare relative sunt pozitive și cresc direct proporționale cu distanța față de meridianul axial.

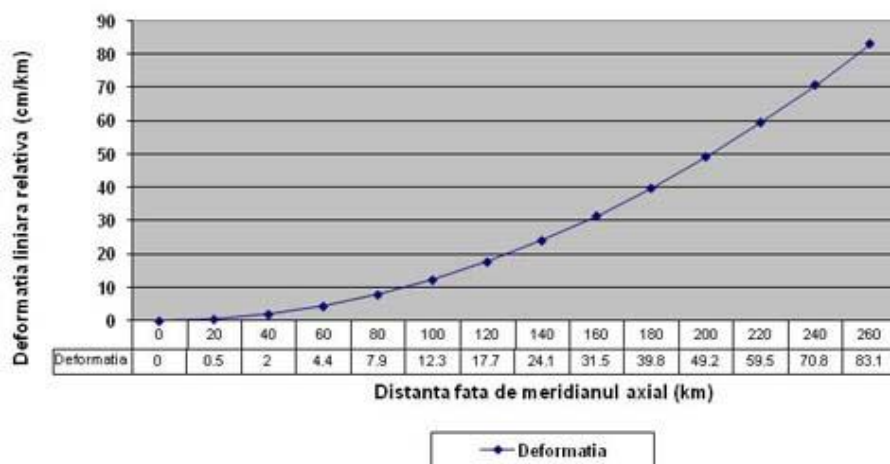


Figura 1: Diagrama deformațiilor liniare relative în proiecția TM

### 3. Proiecția UTM (Universal Transversal Mercator)

Această proiecție este o variantă a proiecției *Transversal Mercator*, utilizată în Statele Unite ale Americii și în alte țări, având o importanță deosebită în ultimul timp și pentru Republica Moldova datorită integrării în noile structuri politice și militare.

Reprezentarea cartografică se face pe fuse de 6° longitudine, în intervalul delimitat de paralele de 80° latitudine sudică și 84° latitudine nordică. În Republica Moldova acest sistem de proiecție se utilizează în scopul cartografierii la scară mică (începând cu scara 1:25 000 și mai mică), cu folosirea parametrilor elipsoidului WGS 84.

Ca principiu de reprezentare, se consideră un cilindru în poziție transversală care intersectează suprafața elipsoidului după două meridiane de secanță, simetrice față de meridianul axial al fusului de 6°.

Proiecția UTM fiind conformă nu deformează unghiurile ( $\omega=0$ ), dar se deformează distanțele și ariile.

$D_{UTM} = k(D_{TM} + 1) - 1 = k(y^2 / 2R^2 + y^4 / 24R^4 + 1) - 1$  [km/km], unde:

- $D_{UTM}$  este deformația liniară relativă în proiecția UTM;
- $D_{TM}$  este deformația liniară relativă în proiecția TM;
- $R$  este raza medie de curbură în punctul considerat;
- $y = (y - y_0)$  este distanța punctului dat față de meridianul axial;
- $k$  este valoare care exprimă raportul constant dintre distanțele din planul proiecției UTM și cele din planul proiecției TM ( $k=0,9996$ ).

Folosind această formulă, pentru deformația liniară în proiecția UTM, se obțin valori care sunt direct proporționale cu distanța față de meridianul axial și cresc începând de la valoarea negativă -40 cm/km conform cu diagrama de mai jos:

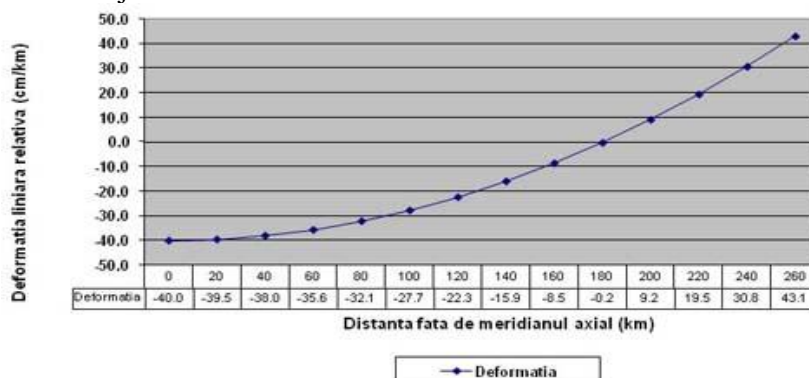


Figura 2: Diagrama deformațiilor liniare relative în proiecția UTM

### 4. Analiza comparativă asupra deformațiilor în proiecțiile TM și UTM

Principala deosebire dintre proiecția UTM și proiecției TM, este aceea că prima reduce aproape la jumătate deformațiile de pe meridianele marginale ale fuselor de 6°, în schimb se deformează negativ meridianul axial al fiecărui fus, deoarece coeficientul de reducere a scării în proiecția TM este egal cu 1, iar în proiecția UTM este 0,9996.

În fiecare fus de 6° al proiecției UTM există **două linii de deformare nulă**, simetrice față de meridianul axial și aproximativ paralele cu acesta, la distanța de circa 180 km.

Spre deosebire de proiecția TM, în care toate deformările sunt pozitive, situate în intervalul [0; +64] cm/km, în proiecția UTM au loc atât deformări pozitive, cât și negative. Cele negative sunt cuprinse între -40 cm/km, pe meridianul axial al fiecărui fus, și 0, pe liniile de deformare nulă. Deformările pozitive se produc între liniile de deformare nulă și meridianele marginale. La estul Republicii Moldova, ele pot lua valori de până la +31 cm/km.

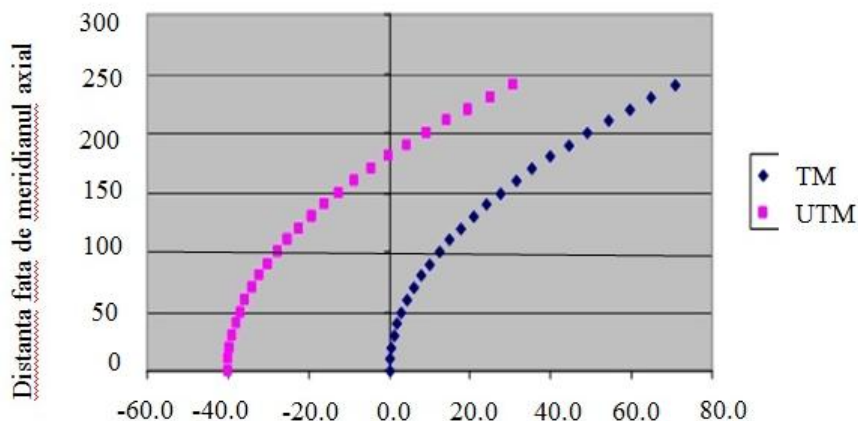


Figura 3: Diagrama comparativă a deformărilor liniare relative în proiecția TM și UTM

## 5. Proiecția TMM (Transversal Mercator pentru Moldova)

Prin această reprezentare au fost eliminate neajunsurile aplicării proiecțiilor TM și UTM pe teritoriul Republicii Moldova în condiții standard (a fost avut în vedere atât fuzele de 6° cât și fuzele de 3°).

În proiecția conformă TM, distanțele și ariile au deformări pozitive, care cresc direct proporțional cu pătratul depărtării față de meridianul axial al fusului.

Se constată că, în fusul standard 35 de 6° cu meridianul axial  $\lambda_0=27^\circ\text{E}$ , linia de deformare nulă traversează doar o mică parte din teritoriu, în extremitatea de nord-vest. La est de acest meridian, unde este situată majoritatea teritoriului, deformările cresc continuu, depășind +64 cm/km, pe meridianul marginal de  $30^\circ\text{E}$ .

În cazul utilizării fuselor standard de 3°, liniile de deformare nulă ale acestora,  $27^\circ\text{E}$  și  $30^\circ\text{E}$ , traversează teritoriul Republicii Moldova pe distanțe neglijabile (doar câteva zeci de km), în timp ce partea centrală este fragmentată de meridianul care separă cele două fuse, iar deformările au valori de +16cm/km.

Inconvenientele fuselor standard în Republica Moldova sunt evidente. În acest caz se propune utilizarea proiecției TM cu parametri nestandard.

Această proiecție va purta denumirea de proiecția Transversal Mercator pentru Moldova (TMM).

### Caracteristici principale:

- Se utilizează în scopul executării lucrărilor topografice și cadastrale la scara 1:10 000 și mai mare;
- Se utilizează un singur fus ( $\approx 3^\circ 30'$ ) nestandard, al cărui meridian axial de  $28^\circ 24'$  ce traversează teritoriul Republicii prin zona sa centrală;
- Se modifică scara întregului plan de proiecție, cu coeficientul  $k=0,99994$ , deci meridianul axial are deformare negativă de -6cm/km;
- Există două linii de deformare nulă ( $\approx 70\text{km}$ ) simetrice față de meridianul axial, iar la limitele teritoriului deformările ating valoarea de +16cm/km.

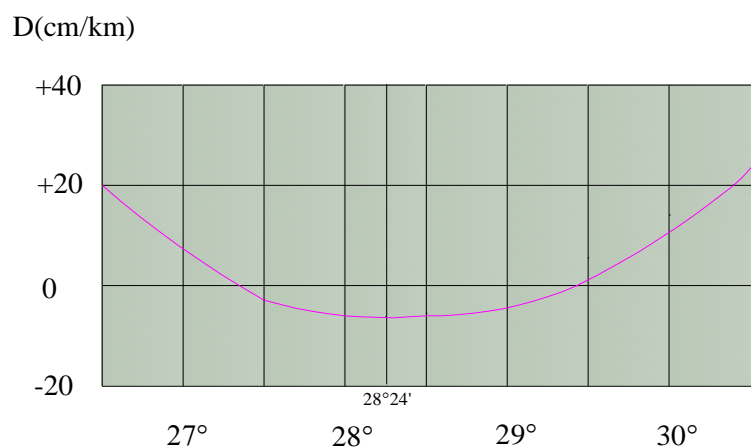


Figura 4: Diagrama deformațiilor liniare relative în proiecția TMM

## 6. Concluzii

În articolul de față s-a analizat din punct de vedere comparativ, deformațiile în proiecțiile TM (Gauss – Kruger), UTM și TMM, prezentând avantajele utilizării fiecărei proiecții și posibilitățile aplicării lor în țara noastră. Astfel se poate spune că: Proiecția Transversal Mercator pentru Moldova este cea mai convenabilă pe teritoriul R. Moldova, având deformații cât mai uniforme în tot cuprinsul teritoriului țării.

## 7. Bibliografie

6. Calistru V., Munteanu C. Cartografie matematică, întocmire și editare. -București.: Editura I.C.B, 1975
7. Moca V., Chirilă C. Cartografia matematică întocmire și redactare hărți. -Iași.: Editura U.T.CH.ASACHI, 2002
8. Vlasenco A, Cartografie matematică, aplicații; UTM, Chișinău, 2006.
9. Vlasenco A., Cartografie matematică, *curs de prelegeri*.
10. Net: <http://www.noitopografii.ro>