

# CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA REALIZAREA MODELULUI CVASIGEOIDULUI PENTRU TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

Dumitru NUCA

*Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie, Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru,  
Specialitatea Geodezie și tehnologii geoinformaționale, Școala Doctorală UTM, Chișinău, Republica Moldova*

Autorul corespondent: Livia Nistor-Lopatenco, [livia.nistor@fcgc.utm.md](mailto:livia.nistor@fcgc.utm.md)

**Rezumat.** În lucrarea dată sunt prezentate careva premise pentru determinarea modelului de cvasigeoid. Sunt analizate toate datele existente pentru excluderea celor ce nu intră în zona pilot de cercetare. Este descrisă metodologia de colectare a datelor gravimetrice pentru modelarea cvasigeoidului și este creată o hartă geoinformațională pentru stocarea datelor gravimetrice.

**Cuvinte cheie:** cvasigeoid, nivelment, puncte, gravimetrice, măsurări.

## Introducere

Geoidul/Cvasigeoidul sunt suprafețe de referință utilizate la efectuarea măsurărilor GNSS (Sistem global de navigare satelitară) pentru determinarea altitudinilor.

Geoidul este definit ca fiind suprafața echipotențială de nivel zero sau suprafața de nivel care aproximează nivelul mediu al mărilor; el reprezintă formularea matematică a unei suprafețe „orizontale” la nivelul mării (Heiskanen și Moritz, 1967). De asemenea reprezintă soluția clasică a problemei valorilor la limită a potențialului dată de Stokes și suprafața de referință pentru sistemul de altitudini ortometrice.

Cvasigeoidul reprezintă soluția lui Molodensky la aceeași problemă a valorilor la limită a potențialului, o soluție mai modernă, care nu necesită concentrarea maselor în interiorul geoidului și cunoașterea densității scoarței terestre. El reprezintă suprafața de referință pentru sistemul de altitudini normale. Totuși, cvasigeoidul nu este o suprafață de nivel și nu are o semnificație geofizică.

Scopul acestei lucrări este de a prezenta metodologia de colectare a datelor necesare, prin efectuarea măsurărilor gravimetrice în punctele de nivelment/GNSS existente, pentru modelarea unui cvasigeoid pe o suprafață restrânsă.

## Pregătirea și analiza materialelor existente pentru cercetare

Pentru asigurarea cu date în scopul modelării unui cvasigeoid pe o zonă oarecare, este necesar de stabilit zona pilot, creând o grilă de 4 x 4 km, în care să fie câte un punct gravimetric determinat în baza măsurărilor gravimetrice. Totodată, este necesar de efectuat măsurări GNSS în regim static în punctele de nivelment de ordinul I și II existente în zona pilot, pentru determinarea diferenței dintre înălțimea elipsoidală și înălțimea normală obținută din nivelmentul geometric, obținând înălțimea cvasigeoidului.

Toate datele existente, cât și cele colectate în cadrul măsurărilor din teren trebuie să fie ușor accesibile, pasibile spre analizare și redactabile, să fie incluse într-un mediu geografic informațional. În contextul celor expuse, a apărut necesitatea utilizării unui software modern, care are capacitatea de a stoca și structura datele necesare. Datele existente, precum materialele ortofoto, punctele Rețelei Geodezice Naționale, Rețelei Naționale de Nivelment și Rețelei Gravimetrice Naționale, au fost geostructurate în hărți electronice în formatul “.tab”. Acest fapt a indicat posibilitatea utilizării softului MapInfo Professional (MapInfo Pro).

MapInfo Pro este un produs software pentru sisteme de informații geografice desktop, produs de Precisely și utilizat pentru cartografiere și analiza locației. MapInfo Pro permite utilizatorilor să vizualizeze, să analizeze, să editeze, să interpreteze, să înțeleagă și să producă date pentru a dezvălui relații, modele și tendințe, și, permite utilizatorilor să exploreze date spațiale într-un set de date, să simbolizeze caracteristici și să creeze hărți.

Datele existente, structurate pe categorii în format digital, au fost preluate de la Întreprinderea de Stat Institutul de Geodezie, Prospecțiuni Tehnice și Cadastru "INGEOCAD". ÎS "INGEOCAD" a oferit setul de puncte din: Rețeaua Geodezică Națională de ordinul 0, 1, 2

(RGN-0, RGN-1, RGN-2); Rețeaua Națională de Nivelment de ordinul I, II, III și IV; Rețeaua Gravimetrică Națională este compusă din punctele rețelei gravimetrice fundamentale (RGF) și punctele rețelei gravimetrice de sprijin (RGS).

Prima etapă a analizei datelor constă în vizualizarea tuturor datelor existente, luând în considerație că zona pilot a fost selectată în r-nul Ungheni și având o bază de date geoereferențiată pe tot teritoriul Republicii Moldova, a apărut necesitatea excluderii din cercetare a punctelor din RGN și Rețeaua națională de nivelment prea depărtate de r-nul Ungheni.

A doua etapă este excluderea punctelor de îndesire ale RGN, a punctelor din Rețeaua de nivelment de ordinul III și IV, pentru aceasta au fost studiate fișierele cu informația adițional, privind ordinul punctului Pentru aceasta în soft au fost deschise toate datele grafice, însă, datele de nivelment aveau amplasare geografică dar nu erau sistematizate pe categorii. În datele preluate de la ÎS "INGEOCAD" au fost și liste cu baze de date a punctelor codificate, care urmau să fie repartizate în dependență de ordinul punctului, ulterior formate, astfel, ca să fie importate. Fiecare punct, pe lângă denumire, cod tip, trebuie să conțină coordonate x(N), y(E) și înălțimea normală, conform sistemului de altitudini Baltic 1977. Până la excluderea punctelor de precizie mai scăzută este necesar de asigurat că în zona pilot există puncte RGN-0, RGN-1, Puncte de nivelment de ordinul I și II (Fig. 1).

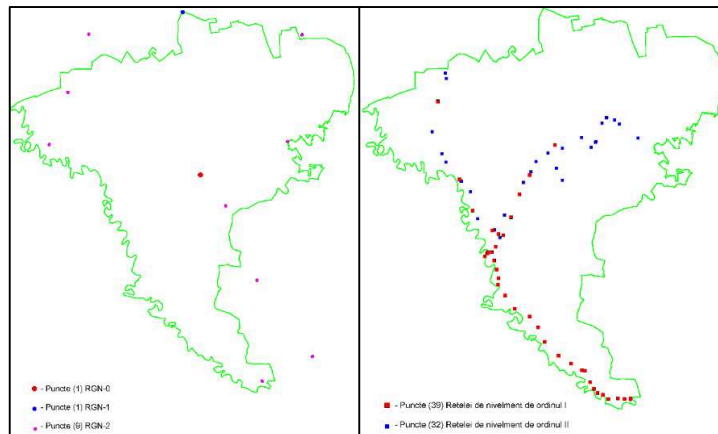


Figura 1. Reprezentarea grafică a punctelor din r-nul Ungheni (Rețeaua Geodezică Națională – stânga și Rețeaua națională de nivelment – dreapta)

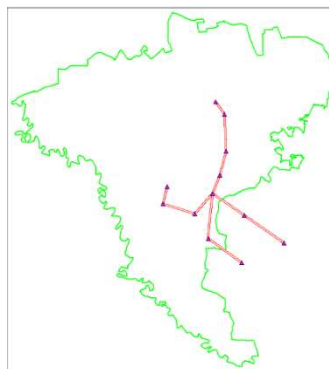


Figura 2. Reprezentarea grafică a punctelor Gravimetrice din r-nul Ungheni

Tot la această etapă intră și selectarea punctelor gravimetrice existente în r-nul Ungheni, ceea ce poate fi utilizat în cadrul măsurărilor suplimentare, în așa fel ca să nu fie dublată informația și să nu se facă măsurări în aceleași patrulete al rețelei de 4 x 4 km (Fig. 2).

A treia etapă era vizualizarea datelor rămase și stabilirea zonei pilot, în dependență de datele existente și cele ce urmează a fi determinate. Astfel, a fost selectată o zonă de 16 x 16 km și adițional o extensie de câte 4 km în exteriorul ei, care la fel trebuie să conțină date gravimetrice pentru determinarea precisă a gradientului vertical și excluderea erorilor. O zonă anumită (Fig.3) a fost selectată din motivul că în opt patrate din grilă au fost efectuate anterior măsurări gravimetrice și în două din exteriorul zonei, ceea ce permite reducerea resurselor necesare pentru efectuarea măsurărilor gravimetrice în teren. Totodată, în această zonă intră un punct din RGN de ordinul 0 și un punct din Rețeaua gravimetrică de sprijin de ordinul 1, care joacă un rol major în determinarea modelului cvasigeoidului, fiind că este posibilitate de efectuare a drumuirii gravimetrice și de verificare a rezultatelor obținute.

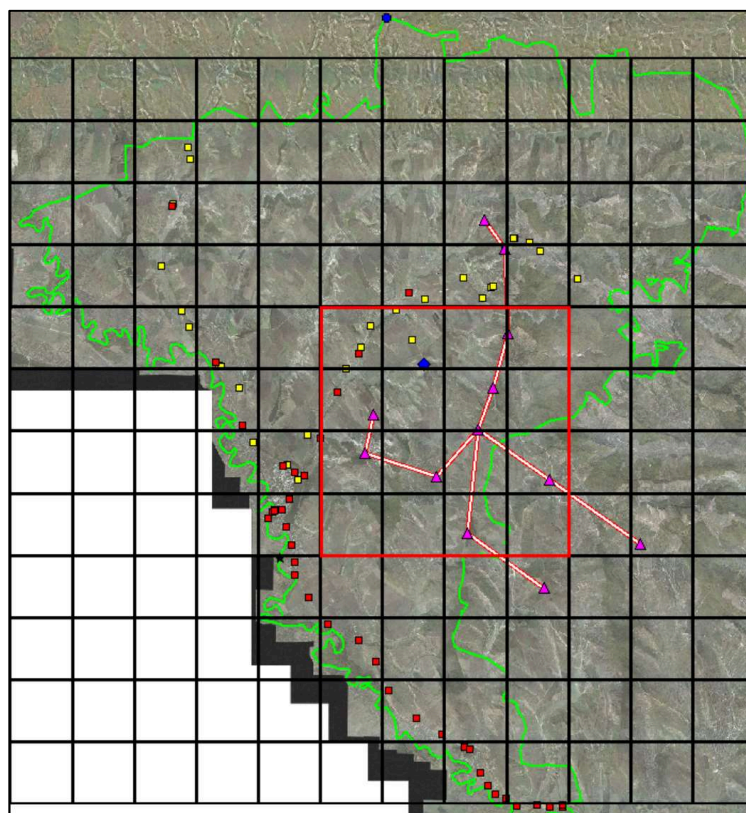


Figura 3. Zona pilot 16 x 16 km (patrat roșu) pentru determinarea cvasigeoidului

### Planificarea măsurărilor gravimetrice

Reieșind din condiția că, pentru modelarea cvasigeoidului este necesar ca zona pilot să fie saturată cu date gravimetrice, și anume, fiecare patrat din grila 4 x 4 km să conțină un punct determinat cu ajutorul gravimetrului, în total 16 puncte, plus 20 de puncte în exteriorul zonei de 16 x 16 km, rămâne de efectuat măsurări gravimetrice în 26 de puncte.

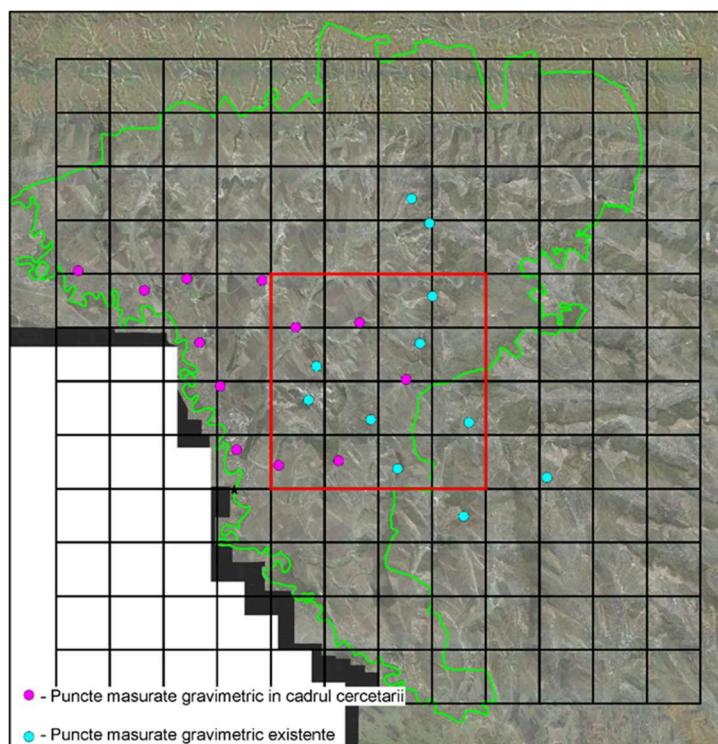
Măsurările gravimetrice se efectuează cu un gravimetru de precizie. Republica Moldova, la moment, dispune de 3 utilaje de acest tip, care se află în posesia Centrului Topografic din cadrul Ministerului Apărării al Republicii Moldova. Aceste utilaje sunt parte a acordului bilateral de dezvoltare între Ministerul Apărării și Statele Unite ale Americii. Gravimetrele date sunt de marca LaCoste & Romberg Model G și oferă o precizie de 0,04 mGal, care satisface pentru scopul acestei cercetări.

Derivând și testând mai multe relații între geoid (N) și cvasi-geoid ( $\zeta$ ) cu validarea modelului, s-a determinat că corecția de înălțime constă din primul termen (anomalie Bouguer) și al doilea termen (gradient vertical de anomalie gravitațională). Gradientul vertical se obține din măsurarea directă și calcule terestre [5]

Așadar, măsurările gravimetrice ale gradientului vertical se efectuează prin efectuarea unei drumuri gravimetrice, punctul de la care pornește drumuirea trebuie să fie punct al RGF sau RGS, a cărui accelerație gravitațională a fost determinată cu un gravimetru absolut sau prin efectuarea măsurărilor repetate pornind din punctul absolut.

În cazul acestei cercetări punctul de bază este punctul fundamental Ungheni, codul 178M24, cu valoarea gravității 980801.701 mGal, determinat cu precizia de 0.007 mGal.

Drumuirea se inițiază prin efectuarea măsurărilor gravimetrice în punctul de bază, apoi la toate punctele consecutiv din drumuirea stabilită, calând instrumentul la fiecare punct și ținând gravimetrul conectat la baterie pentru a menține temperatura de lucru necesară pentru fiecare instrument particular. Drumuirea se încheie în momentul revenirii la punctul de bază, efectuând măsurători gravimetrice la fiecare punct la întoarcere. În urma măsurării gravimetrice a ultimului punct din drumuire, până a începe închiderea drumuirii, se execută o măsurare suplimentară a unui punct "drift", pentru ca să fie posibilă măsurarea la ultimul punct cu un interval de timp și recalarea instrumentului.



**Figura 4. Schema reprezentării punctelor gravimetrice din r-nul Ungheni**

### **Concluzii**

În urma studiului teoretic, a fost elaborat un plan de acțiuni în vederea efectuării măsurărilor gravimetrice necesare. Bazele de date cu puncte ale Rețelelor Geodezice, de Nivelment și Gravimetrice existente, necesare pentru efectuarea studiului, au fost prelucrate și a fost stabilită zona pilot de 16x16 km din r-nul Ungheni, pentru care vor fi efectuate cercetările planificate. Au fost demarate acțiunile de colectare a datelor gravimetrice în zona pilot. Pentru inițierea calculului de modelare a cvasigeoidului este necesar de efectuat măsurări gravimetrice în 4 puncte din zona pilot și 16 puncte din apropierea (exteriorul) grilei de 16x16 km.

### **Mulțumiri.**

Mulțumesc regretatului V.Chiriac, fostul conducător de doctorat, care m-a îndrumat pe parcursul a multor ani în domeniul geodeziei.

Mulțumesc Institutul de Geologie și Seismologie, care mi-a oferit posibilitatea de a participa în Proiectul ”Studiul structurii geologice a teritoriului Republicii Moldova pentru valorificarea rațională a substanțelor minerale utile și reducerii riscului seismic” și a dispune de utilajul gravimetric.

Mulțumesc Întreprinderea de Stat Institutul de Geodezie, Prospecțiuni Tehnice și Cadastru ”INGEOCAD” pentru informația și datele oferite.

### **Referințe**

1. HEISKANEN, W.A., MORITZ, G. Physical Geodesy. San Francisco W. H. Freeman and Company. 1967.
2. GHIȚĂU, D. Geodezie și gravimetrie geodezică. Romania, București. 1983.
3. LARS, E. S., MOHAMMAD, B. Gravity Inversion and Integration: Theory and Applications in Geodesy and Geophysics. Royal Institute of Technology (KTH). Stockholm, Sweden. 2017
4. DOUAY, F., PRUVOT, C., DUBOURGUIER, H.C., FRANÇOIS, M., STERCKEMAN, T., CIESIELSKI, H. Comportement physico-chimique et transfert des métaux lourds vers l’hydrosphère et la biosphère autour de deux usines métallurgiques du nord de la France. In: Actes du deuxième Colloque Franco-Roumain de Chimie Appliquée COFrRoCA – 2002, Bacău, 10-12 octobre 2001. Bacău: Alma Mater, 2002, pp. 321-324
5. BURTIEV, R., CHIRIAC, V., SIDORENCO, E., NUCA, D. Time series in the study of geophysical processes. XVI International Scientific and Practical Conference of Young Scholars, Cadets and Students: Problems and Prospects of Life Safety – 2021, Lviv, 25-26 march 2021. Lviv, 2021, pp.204-213
6. NUCA, D. Studiul preciziei modelelor cvasigeoidului pentru teritoriul Republicii Moldova. Chișinău, 2014.
7. DANILA, U. Mold2012 – a new gravimetric quasigeoid model over Moldova. Doctorate thesis in Geodesy. Royal Institute of Technology (KTH). 10044 Stockholm Sweden, 2012.
8. Legea nr. 778 din 27.12.2001 ”cu privire la Geodezie, Cartografie și Geoinformatică”.
9. Hg nr. 48 din 19.01.2001 ”pentru aprobarea regulamentului cu privire la Rețeaua Geodezică Națională”.
10. Instrucțiunea cu privire la crearea rețelei geodezice naționale (aprobat de ARFC RM prin ordinul nr. 185 din 10.07.2001).
11. Instrucțiunea cu privire la crearea rețelei naționale gravimetrice (aprobat de ARFC RM prin ordinul nr. 185 din 10.07.2001).
12. Ordin nr. 39 din 26.03.2015 ”cu privire la aprobarea provizorie a modelului Cvasigeoidului pentru teritoriul Republicii Moldova”