

DETERMINAREA CENTROIZILOR DE ZONĂ PENTRU SUPRAFEȚELE TERESTRE. APLICAȚIE: DETERMINAREA CENTRULUI GEOGRAFIC AL ROMÂNIEI

Prof.dr.ing. Alexandru BOROIU

Universitatea din Pitești

REZUMAT. Determinarea centrului geografic al unei țări este motivată în primul rând prin posibilitatea de a exploata în interes turistic titlatura de „centru geografic”. Este interesant că nu este cunoscut (sau, cel puțin, recunoscut) centrul geografic al României, astfel că există toate motivele pentru a considera această problemă nerezolvată și obiectivul lucrării de față este descoperirea acestui punct. Utilizând cunoscuta metodă din mecanică pentru determinarea centrului de greutate al suprafețelor complexe și modelul sferic pentru suprafața pământului, au fost obținute relațiile matematice prin care este determinată latitudinea medie și longitudinea medie pentru o suprafață terestră și, utilizând programul GoogleEarth, a fost aproximat conturul României prin coordonate geografice. În final, au fost obținute coordonatele pentru centrul geografic al României - 45° 48' 21, 6" N / 24° 59' 17, 6" E - care a fost localizat în sudul orașului Făgăraș. Ca urmare, pe baza acestei determinări orașul Făgăraș poate revendica titlatura de „centrul geografic al României”.

Cuvinte cheie: centroizi de zona, centrul geografic .

ABSTRACT. Determining the geographical center of a country is primarily motivated by the opportunity to exploit the touristic name of "geographic center". It is noted that currently is not known (or at least acknowledged) the geographic center of Romania, so there are every reasons to consider this an unresolved issue and the objective of this paper is to find this point. Using the known method from Mechanics for determining the center of gravity of a complex surface and the spherical model for the earth's surface, was obtained the mathematical relationships through which are determined the average latitude and the average longitude for a terrestrial area and using the program GoogleEarth was approximated the contour of Romania by geographical coordinates. Finally, were obtained the coordinates for the geographic center of Romania - 45° 48' 21, 6" N / 24° 59' 17, 6" E - which is found in the southern town of the southern town of Făgăraș. Thus, based on this determination, Făgăraș city can claim the title of „the geographic center of Romania”.

Keywords: centroids of area, geographical center.

1. CALCULUL CENTROIZILOR DE ZONĂ PENTRU SUPRAFEȚELE PLANE

Pentru evaluarea cererii de transport, în cadrul modelării transporturilor o etapă o constituie divizarea teritoriului analizat în zone ce pot fi considerate omogene - ca densitate de populație, structură a populației, mobilitate... (așa-numita zonare sau zonificare a teritoriului analizat), după care se determină centroizii de zonă, adică centrele geometrice (sau de greutate) ale zonelor definite.

Pentru cazul unor suprafețe de dimensiuni mici (la nivel de localitate, județ sau regiune), acestea sunt considerate suprafețe plane și calculul cen-

troizilor de zonă se realizează prin metoda cunoscută din mecanică: determinarea centrului de greutate al unei suprafețe complexe, compusă din mai multe suprafețe elementare (având cunoscute ariile și pozițiile centrelor de greutate), se realizează în sistemul de coordonate cartezian cu formulele următoare:

$$x_G = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}; \quad y_G = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (1)$$

unde: A_i sunt ariile suprafețelor elementare; x_i, y_i - coordonatele carteziane ale centrelor de greutate.

În figura 1, coordonatele centrului de greutate al teritoriului analizat se determină după zonarea acestuia în trei figuri geometrice elementare: un dreptunghi, un trapez și un triunghi.

2. CALCULUL CENTROIZILOR DE ZONĂ PENTRU SUPRAFEȚELE TERESTRE

În cazul modelării transporturilor, utilizarea modelelor plane este considerată suficient de precisă, dar în cazul suprafețelor mult mai mari – teritorii întinse, considerate „suprafețe terestre”, pentru determinarea centroizilor de zonă reprezentarea plană nu mai este suficient de precisă.

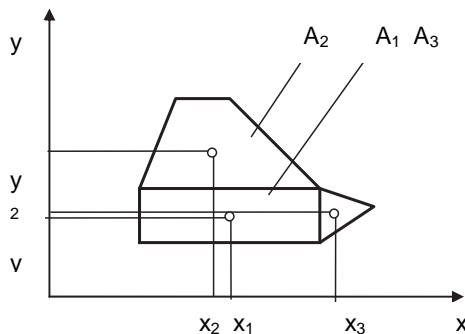


Fig. 1. Calculul centrului geometric pentru suprafețele complexe.

Evident, discutăm de o extindere a problematicii - pentru situația în care se dorește determinarea centroizilor pentru suprafețe terestre de mari dimensiuni, de fapt determinarea centrului geometric pentru o regiune geografică sau, mai corect formulat, determinarea centrului geografic al suprafețelor terestre. Determinarea centrului geografic al unei țări sau regiuni poate fi motivată în primul rând prin posibilitatea de a exploata în interes turistic titulatura de „centru geografic”. Marcarea într-un mod cât mai convingător a acestei poziții în teren constituie cu siguranță un puternic instrument de marketing.

Dar, pentru a propune o metodă de calcul a centroizilor suprafețelor terestre cât mai adecvată, este necesar să fie prezentate cele mai întâlnite reprezentări geodezice:

- *Proiecția Gauss-Kruger* (modelul sferic) consideră Pământul o sferă cu raza medie de 6370 km, relația matematică a modelului sferic fiind:

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2 \quad (2)$$

- *Modelul elipsoidului Krasovsky 1940* (raza ecuatorială este 6378,245 km, raza la poli este

6356,863 km, astfel că aplatizarea elipsoidului este de 1/298,3), acesta fiind un elipsoid de rotație (pentru care $a = b$), așa cum se prezintă în figura 2, definit prin relația matematică:

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1 \quad (3)$$

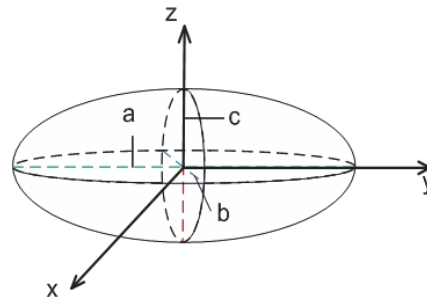


Fig. 2. Elipsoidul de rotație.

Proiecția Stereografică 1970 sau Stereo 70 reprezintă proiecția cartografică oficială a României, ce a înlocuit proiecția Gauss-Kruger, urmare a Decretului 305 din anul 1971.

Este de remarcat faptul că valoarea calculată pentru suprafața României era de 237.500 km² până în anii '70, după care a apărut valoarea de 238.391 km². Bineînțeles că granițele României nu s-au modificat, explicația constituind-o faptul că s-a trecut de la modelul sferic Gauss-Kruger la modelul elipsoidului Krasovsky 1940.

- *Geoidul* este forma convențională a suprafeței terestre și se definește ca fiind nivelul mediu al mărilor în stare liniștită, prelungit sub continente.

Sistemul GPS (Global Position System) utilizează pentru referirea coordonatelor geografice (latitudine și longitudine) *elipsoidul WGS84*, diferit față de elipsoidul Krasovsky 1940 utilizat în România.

Începând din 1987, Jean-Georges Affholder, inginer la Institutul Geografic Național Francez, a calculat centrul geografic al Uniunii Europene pe măsură ce aceasta se mărea prin aderarea noilor state. El a utilizat o metodă bazată pe formula matematică ce dă centrul de greutate al unei suprafețe căreia i se cunoaște conturul, utilizând pentru Terra modelul elipsoidului Krasovsky. Dar algoritmul de calcul nu este făcut public.

După aderarea României și Bulgariei la 1 ianuarie 2007, satul Meerholz de lângă Frankfurt (Germania) a devenit noul centru geografic al UE (50° 10' 21" N / 9° 9' 0" E) – fig. 3. Astfel, prin intrarea României și Bulgariei în UE, centrul geografic al Uniunii s-a mutat spre Est-Sud-Est cu 120 km.



Fig. 3. Centrul geografic al Uniunii Europene.

În ceea ce privește Europa fizică, calculele cele mai recente au fost realizate tot de către specialiștii de la Institutul Geografic Național Francez, care au identificat în anul 1989 „centrul Europei” în satul Purnuškės situat la nord de Vilnius (Lituania): $54^{\circ} 54' 0'' N / 25^{\circ} 19' 0'' E$. Aici a fost amenajat un monument (fig. 4) care a devenit rapid un important obiectiv turistic.



Fig. 4. Monumentul de lângă Vilnius, ce marchează centrul Europei.

3. DETERMINAREA CENTRULUI GEOGRAFIC AL ROMÂNIEI

Determinarea centrului geografic al unei țări sau regiuni este motivată în primul rând prin posibilitatea de a exploata în interes turistic titulatura de „centru geografic”. Evident, apare întrebarea: unde este centrul geografic al României?

Consultând site-urile de pe internet, constatăm că există o mulțime de formulări de genul „localitatea ... se află în apropiere de centrul geografic al României”, dar nimeni nu știe, de fapt, care este centrul geografic al României.

Există opinii că centrul geografic al României ar fi în satul Viscri (lângă Rupea, pe drumul spre Sighișoara) – vechi sat de sași, unde și-a cumpărat o proprietate chiar prințul Charles al Marii Britanii.

Într-un mod convingător își revendică poziția de „centru geografic al României” localitatea Dealu Frumos, din județul Sibiu (la aproximativ 3 km de orașul Agnita), unde se află un panou cu această precizare, ce conferă acestei localități statutul de „localitate de interes turistic”.

Dar cât de credibile sunt aceste afirmații, mai ales că distanța dintre cele două localități, Dealu Frumos ($45^{\circ}59'N/24^{\circ}42'E$) și Viscri ($46^{\circ}03'N/25^{\circ}06'E$) este destul de mare - 32,6 km în linie dreaptă?

Pe forumurile de pe internet, toți intervenții sunt curioși să știe care este, totuși, centrul geografic al României.

Rezultă că la ora actuală nu este cunoscut (sau, cel puțin, recunoscut) centrul geografic al României, așa că există toate motivele pentru a considera acest lucru o problemă nerezolvată.

Ca urmare, ne propunem stabilirea celei mai adecvate metode și realizarea unui algoritm de calcul pentru determinarea centrului geografic al României cu o precizie suficient de mare pentru a putea da un răspuns la întrebarea: unde se află centrul geografic al României?

Printr-o simplă privire pe harta României se constată că centrul geometric al suprafeței trebuie să fie undeva în Țara Făgărașului, în zona dintre Rupea, Sighișoara, Agnita și Făgăraș, așa cum se observă în harta din fig. 5. În coordonate geografice, cel mai adesea poziția acestui punct este estimată la intersecția paralelei $46^{\circ}N$ cu meridianul $25^{\circ}E$.

Numai că ... nu pot fi deloc neglijate deformările care apar la proiectarea unei suprafețe terestre pe un plan. Este de așteptat ca printr-un calcul riguros științific să se obțină acest punct undeva mai spre Sud.

Metoda de calcul ce va fi dezvoltată în continuare se bazează pe existența programului GoogleEarth – care permite identificarea conturului României într-un sistem de coordonate geografice cu un pas suficient de mic (aceeași mărime a pasului și pe latitudine și pe longitudine). Calculele se vor baza pe ideea de a discretiza suprafața hărții în fâșii de lățime (convențională) egală cu pasul de lucru și cu lungimea fâșiei (tot convențională) egală cu diferența dintre coordonatele extreme, exprimate în sistemul zecimal.

DETERMINAREA CENTROIZILOR DE ZONĂ PENTRU SUPRAFEȚELE TERESTRE

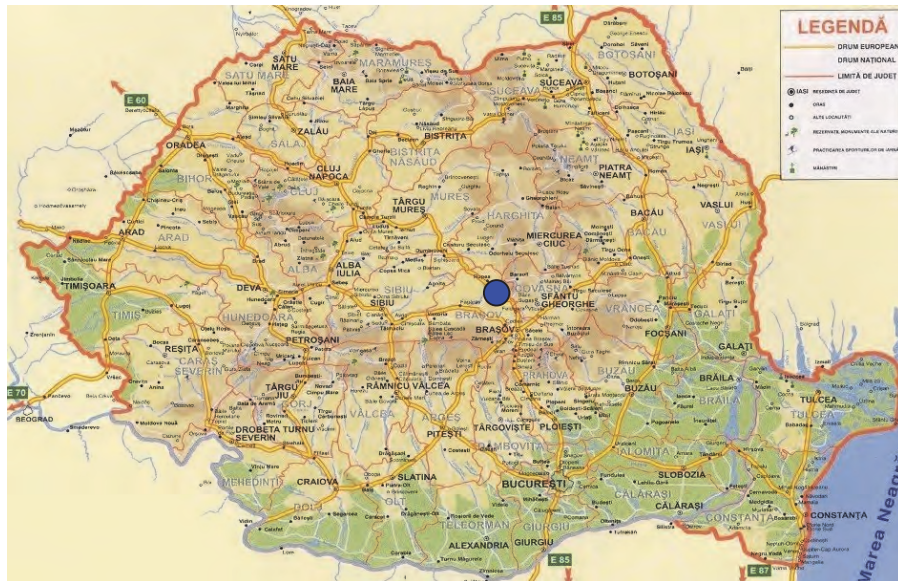


Fig. 5. Zona unde este estimat centrul geografic al României.



Fig. 6. Granița României pentru pas de 0,6''.

Utilizând metoda din mecanică enunțată mai înainte, algoritmul de lucru va presupune două etape :

- 1 – determinarea paralelei mijlociu;
- 2 – determinarea meridianului mijlociu,

centrul geografic fiind determinat de intersecția acestor două coordonate.

Vizualizând harta României cu programul Google-Earth și măriră zoom-ul se ajunge la cele mai fine rețele de coordonate geografice la care încă sunt corect reprezentate frontierele: pas de 3' și, ultimul, pas de 2'.

Următorul grad de detaliere pe care îl poate oferi programul – pas de 36'' sau de 0,6' – este ne-acceptabil, deoarece se constată că frontierele nu mai urmăresc fidel cursurile de apă pentru granița fluviatilă (prin convenție internațională, frontiera pe un râu coincide cu firul de curent de apă care are cea mai mare viteză), traversând în permanență, într-un sens și în celălalt, Prutul și Dunărea – figura 6.

Aceasta este limita programului GoogleEarth pentru ceea ce ne propunem, dar este absolut

acceptabilă. Se va lucra în cele două variante - pas de 3' și pas de 2' - pentru a putea compara rezultatele obținute. Dacă ele vor fi suficient de apropiate, practic va fi validat algoritmul de calcul ce urmează a fi dezvoltat în continuare.

Suprafețele elementare sunt fâșii de pe suprafața sferei delimitate prin meridiane și paralele. Se are în vedere că paralelele sunt cercuri având raza dată de relația:

$$R_{paralela,i} = R_m \cdot \cos lat_i \quad (4)$$

Fiecare fâșie verticală are lățimea egală cu pasul și lungimea egală cu diferența dintre latitudinile extreme și se va avea în vedere că un număr de $(360^\circ/pas)$ fâșii identice constituie o zonă sferică delimitată de planele celor două paralele extreme.

Fiecare fâșie orizontală are lățimea egală cu pasul și lungimea egală cu diferența dintre cele două longitudini extreme și se va avea în vedere că un număr de $[360^\circ/(longM-longm)]$ constituie o zonă sferică delimitată de planele a două paralele între care diferența este de un pas.

Pentru zona sferică (ca și pentru calota sferică, aceasta fiind un caz particular de zonă sferică – când unul din planele ce o delimitează este tangent la sferă), suprafața este dată de relația:

$$S_{zona} = 2\pi \cdot R \cdot h, \quad (5)$$

unde R este raza sferei, iar h este înălțimea zonei sferice (distanța dintre cele două plane paralele).

Se deduce cu ușurință că centrul suprafeței pentru orice zonă sferică se află la jumătatea înălțimii ei - deoarece împărțind o zonă sferică de înălțime h în două zone de înălțimi egale (cu $h/2$), se obțin două suprafețe egale.

În baza acestor considerații, se vor determina ariile și centrele geometrice pentru suprafețele elementare și, apoi, coordonatele centrului geografic al suprafeței terestre.

Pentru fâșiile verticale (fig. 7), centrul acestor suprafețe elementare va fi la jumătatea înălțimii:

$$h_{CG,i} = R \cdot \frac{\sin latm + \sin latM}{2}, \quad (6)$$

deci

$$lat_{CG,i} = \arcsin\left(\frac{\sin latm + \sin latM}{2}\right) \quad (7)$$

$$long_{CG} = \frac{\sum_{lat,i} (longM - longm) \cdot [\sin(lat,i + pas) - \sin lat,i] \cdot \frac{longm + longM}{2}}{\sum_{lat,i} (longM - longm) \cdot [\sin(lat,i + pas) - \sin lat,i]} \quad (12)$$

iar aria suprafețelor elementare va fi:

$$A_i = pas \cdot R \cdot h_i = pas \cdot R \cdot (\sin latM - \sin latm) \quad (8)$$

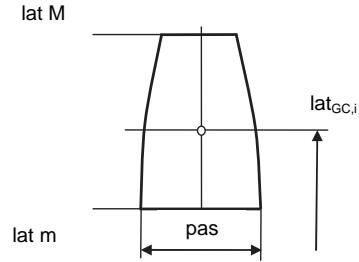


Fig. 7. Elementele geometrice pentru fâșiile verticale.

Rezultă astfel formula pentru calculul paralelei mijlocii a suprafeței terestre sau latitudinea centrului geografic:

$$lat_{CG} = \frac{\sum_{long,i} \arcsin\left(\frac{\sin latm + \sin latM}{2}\right) \cdot (\sin latM - \sin latm)}{\sum_{long,i} (\sin latM - \sin latm)} \quad (9)$$

Pentru fâșiile orizontale (fig. 8), centrul acestor suprafețe elementare va fi media meridianelor extreme:

$$long_{CG,i} = \frac{longm + longM}{2}, \quad (10)$$

iar aria suprafețelor elementare va fi:

$$A_i = (longM - longm) \cdot [\sin[lat,i + pas] - \sin lat,i] \quad (11)$$

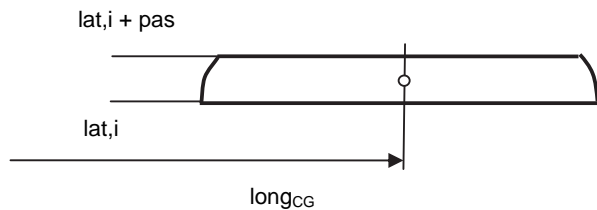


Fig. 8. Elementele geometrice pentru fâșiile orizontale.

Ca urmare, meridianul mijlociu al suprafeței terestre sau meridianul centrului geografic va fi dat de relația analitică:

În acest mod, singurele erori de metodă existente sunt următoarele:

1 – se lucrează cu modelul sferic (nu cu elipsoidul de rotație, așa cum s-a lucrat pentru determinarea centrului geografic al Europei);

2 – conturul hărții a fost definit printr-o succesiune de segmente de dreaptă ce aproximează conturul real urmând fie paralela, fie meridianul (conturul curb a fost transformat într-un contur poligonal).

Prima eroare de metodă este absolut acceptabilă, din două considerente: modelul sferic este foarte apropiat de elipsoidul Krasovsky 40 (care are o aplatizare de doar 1/298,3) și formulele de calcul pentru arii și centre sunt simple și absolut corecte. Și a doua eroare este acceptabilă, deoarece se auto-compensează cu atât mai mult cu cât pasul utilizat este mai mic (mai multe puncte definesc conturul), deoarece diferențele alternează ca sens.

Ca urmare, se poate afirma că se așteaptă ca algoritmul realizat să fie suficient de precis pentru determinarea centrului geografic al României.

În continuare, s-a lucrat în modul următor:

1 – cu ajutorul programului GoogleEarth au fost extrase hărțile cu conturul României, pentru cele două valori ale pasului:

- pentru pas de 3' au rezultat 30 de hărți;
- pentru pas de 2' au rezultat 59 de hărți.

2 – a fost aproximat conturul României pe aceste hărți prin cele mai apropiate puncte aflate pe rețeaua de coordonate cu pasul respectiv:

- pentru pas de 3': 382 de puncte;
- pentru pas de 2': 586 de puncte.

3 – au fost unite punctele obținute prin segmente de dreaptă pe direcția meridianelor sau paralelelor ce constituie rețeaua de coordonate, după care hărțile cu contur poligonal astfel obținute au fost realizate manual pe hârtie milimetrică (acestea sunt mult „lățite“, dat fiind că pasul are lungime mai mică pe paralelă față de meridian, acesta fiind și motivul pentru care harta, ca și oricare alte hărți plane, nu este propice pentru a-i fi „citit“ conturul prin programe de calcul adecvate, cum ar fi AutoCAD: prin introducerea datelor manual însă, nu apare această eroare), așa cum se prezintă în figura 9, obținându-se:

- pentru pas de 3': 128 fâșii pe orizontală și 215 fâșii pe verticală;
- pentru pas de 2': 201 fâșii pe orizontală și 327 fâșii pe verticală.

4 – a fost realizat un program în Microsoft Excel pentru calculul valorilor coordonatelor centrelor de greutate în cele două cazuri (pas de 3' și pas de 2'), în care au fost introduse datele citite pe cele două

hărți realizate pe hârtie milimetrică. A fost identificată o cheie de control pentru această activitate manuală de introducere a datelor: valoarea cumulată a lungimii fâșiilor verticale să fie egală cu valoarea cumulată a lungimii fâșiilor orizontale, care s-a verificat în ambele cazuri (552,25° pentru pas de 3' și 827,67° pentru pas de 2').

5 – s-au obținut următoarele coordonate pentru centrul geografic al României, în cele 2 cazuri:

- pentru pas de 3': (45°48'25,6" N / 24°59'20,5" E);
- pentru pas de 2': (45°48'21,6" N / 24°59'17,6" E).

Se constată o diferență de 2,9" pe paralelă și de 4" pe meridian.

Pentru a evalua precizia determinărilor, se poate calcula distanța dintre cele două puncte identificate, având în vedere că 1° pe meridian este de 112 km, iar pe paralela de 45° valoarea este de $112 \cdot \cos 45^\circ = 79$ km.

Rezultă valorile:

- 1" pe meridian = $112 / 3600 = 31$ m;
- 1" pe paralela 45° = $79 / 3600 = 22$ m.

Se consideră că dreapta dintre cele două puncte este ipotenuză a triunghiului dreptunghic determinat de meridianul ce trece printr-un punct și paralela ce trece prin celălalt punct, astfel că distanța dintre cele două puncte se calculează cu relația:

$$D = \sqrt{(4 \cdot 31)^2 + (2,9 \cdot 22)^2} = 140 \text{ m}, \quad (13)$$

ceea ce este o valoare foarte mică și deci se poate considera că metoda conduce la rezultate suficient de precise.

Estimarea erorii de calcul este dificil de realizat, dar se poate afirma că aceasta este comparabilă cu valoarea calculată mai sus (ce poate fi apreciată ca o precizie câștigată prin trecerea la ultimul pas de lucru)

Se va reține valoarea corespunzătoare pasului cel mai fin, de 2', astfel că se poate afirma: **centrul geografic al României este punctul de coordonate (45°48'21,6" N / 24°59'17,6" E).**

Identificarea acestui punct pe hartă se realizează tot cu programul GoogleEarth, constatându-se că, într-adevăr, acesta este mult mai spre sud decât se afirmă și decât se intuiește prin vizualizarea hărților României: este situat în sudul municipiului Făgăraș, într-un teren agricol situat între combinatul chimic din oraș și drumul județean DJ 104B, ce face legătura între orașul Făgăraș și satul Ileni - așa cum este marcat pe harta din figura 10.

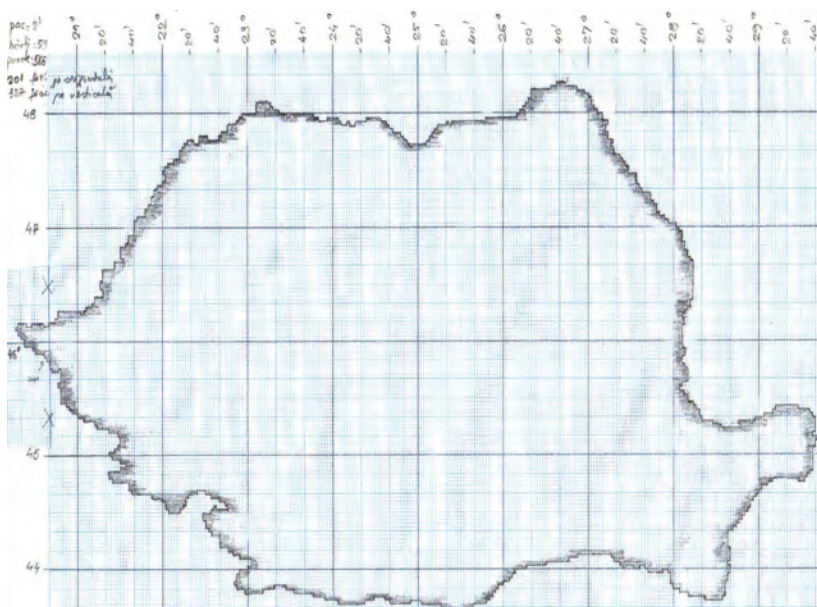


Fig. 9. Harta României obținută prin proiectarea conturului definit prin coordonate geografice.

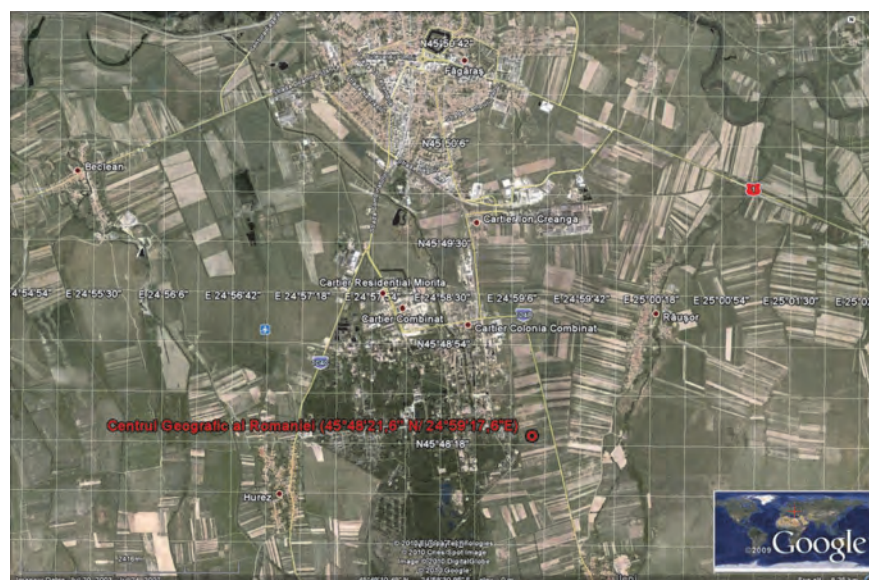


Fig. 10. Poziția pe hartă a centrului geografic al României.

4. CONCLUZII

Prin această metodă proprie a fost identificat pentru prima dată cu precizie ridicată acest punct, constatându-se faptul că el este situat destul de departe de zona în care se crede că ar trebui să se afle (au rezultat distanțele de 31,3 km față de Dealu Frumos și 31,1 km față de Viscri – practic, cele 3 puncte constituie un triunghi echilateral!).

În baza acestui studiu, localitatea Făgăraș poate revendica, în mod justificat, titulatura de „centrul geografic al României”.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Boroiu, A. – „Geografia transporturilor”, Editura Univ. din Pitești, Pitești, 2010.
- [2] Ortuzar, J. de Dios; Willumsen, L. - „Modelling transport“, 3rd edition, John Wiley & Sons, London, 2001.
- [3] Popa, M. -“Transporturile și mediul socio-economic și natural“, Editura Politehnica Press, București, 2008.
- [4] <http://www.GoogleEarth.com>.