

CUANTIFICAREA ENERGIEI LOCALE A RELIEFULUI FOLOSIND SIG

Cristian-Valeriu PATRICHE

Cuvinte cheie: energia reliefului, SIG

Key words: relief's energy, GIS

Quantifying the local relief's energy using GIS. The present study proposes two GIS based methods of quantifying the relief's energy as alternatives to the classical ones, aiming to increase the precision and suggestiveness of the spatial representation of this morphometric parameter. Both methods quantify the relief's energy at pixel level. Within the first method, the energy results from the difference between the altitude of one point (digital elevation model) and the altitude of the closest valley-line (digital valley-lines elevation model), thus considering the latter as local base levels. The second method integrates the above expressed energy with the terrain slope (digital slope model), by multiplying the standardized values of these parameters.

Energia reliefului poate fi definită drept diferența dintre altitudinea unui punct și altitudinea nivelului de bază local, exprimând, prin urmare, controlul acestuia în denudarea reliefului amonte limitrof.

Acest mod de exprimare a energiei reliefului se explică prin apelul la binecunoscuta ecuație a energiei potențiale: $E_p = m \cdot g \cdot h$, care în cazul unei mase în deplasare pe un versant de înclinare α și lungime L este:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot L \cdot \sin \alpha$$

Prin deplasare, energia potențială a masei se transformă în energie cinetică conform relației: $E_c = E_p = m \cdot v^2 / 2 = m \cdot g \cdot h$, de unde rezultă viteza masei deplasate:

$$v = \sqrt{(2 \cdot g \cdot h)}$$

Între ceea ce ar trebui să se obțină, conform definiției anterioare și ceea ce se poate obține efectiv, aplicând metodele actuale de calcul a

energiei reliefului, există o discrepanță destul de mare, generată, în principal, de următoarele aspecte:

- Lucrul cu *unități spațiale de referință* de o anumită dimensiune, în cadrul cărora se efectuează diferența între altitudinea maximă și minimă, valoarea determinată fiind asociată întregii unități spațiale. În fapt însă, această valoare caracterizează doar punctul cu altitudine maximă. Pentru puncte cu altitudini mai mici, valorile energiei reliefului sunt, în mod firesc, mai reduse, deoarece diferența de altitudine față de nivelul de bază local este mai redusă. Pe de altă parte, lucrul cu unități spațiale de o anumită dimensiune creează o reprezentare spațială discretă a energiei reliefului. Faptul poate fi corectat prin interpolarea unor izolinii pe baza punctelor asociate centrelor de greutate ale unităților spațiale. Însă reprezentarea spațială continuă astfel obținută este mai mult sau mai puțin aproximativă, depinzând atât de densitatea punctelor de sprijin, cât și de

modul în care se ține cont de configurația reliefului.

• *Natura unităților spațiale de referință.* În acest sens, metoda cartogramei (*Partsch*), în ciuda ușurinței aplicării, este total inadecvată, datorită decupajului artificial creat de rețeaua de pătrate. Mai corectă este metoda bazinelor hidrografice elementare, care lucrează cu unități spațiale naturale, considerând ca nivele de bază locale debușeele bazinelor

hidrografice elementare (*Kalesnik*) sau talvegurile proximale (*Spiridonov*).

Metoda de cuantificare a energiei reliefului propusă, în cele ce urmează, încearcă să corecteze aceste deficiențe, prin calcularea energiei reliefului *la nivel de pixel*, renunțându-se astfel la unitățile spațiale de referință și asigurând finețea redării distribuției spațiale a acestui parametru morfometric.

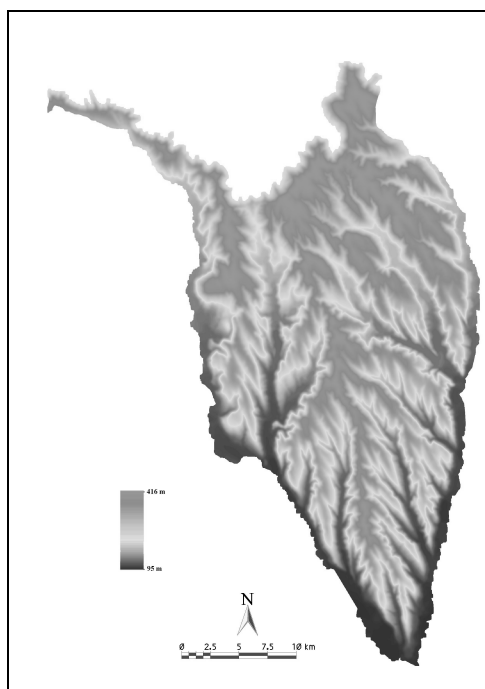


Fig. 1. Modelul numeric al altitudinii pentru regiunea Podișului Central Moldovenesc dintre Stavnic și Vaslui.

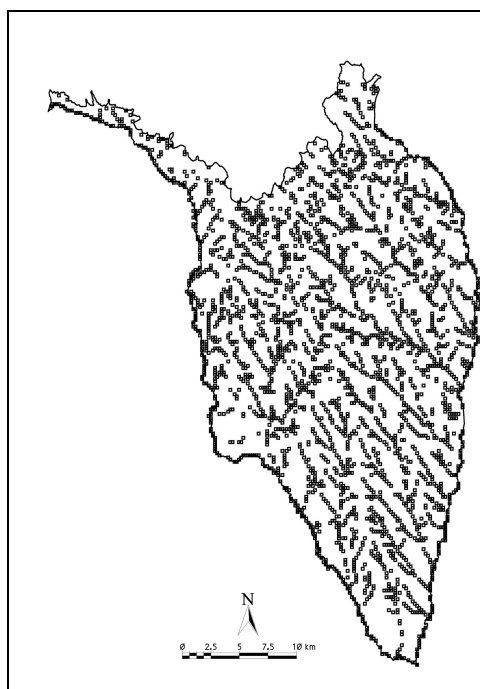


Fig. 2. Eșantionarea rețelei de drenaj, în scopul extragerii altitudinilor din MNA, pentru regiunea Podișului Central Moldovenesc dintre Stavnic și Vaslui.

Metoda se bazează pe ideea că *talvegurile vășcă constituie nivele de bază locale pentru denudația reliefului amonte limitrof.* În consecință, este vorba despre o *energie de relief locală*, cuantificată ca diferență între altitudinea unui punct și altitudinea

talvegului cel mai apropiat.

Aplicarea acestei metode s-a realizat în cadrul SIG, folosind facilitățile oferite de pachetul soft TNTmips™ versiunea 6.8, iar regiunea de aplicație vizată este cea a Podișului Central Moldovenesc dintre râurile

Vaslui și Stavnic.

Într-o primă etapă, s-a generat *modelul numeric al altitudinii* (MNA) prin digitizarea curbilor de nivel cu echidistanța de 10m de pe hărțile topografice 1:50000 și interpolarea automată a altitudinilor prin metoda curburii minime, în cadrul unui strat raster cu rezoluție spațială de 20 x 20m (figura 1).

A doua etapă a constat în obținerea unei reprezentări spațiale continue a altitudinii talvegurilor, care constituie suprafața de referință, cu

valență de nivel de bază local. În acest scop, s-a generat un eșantion de puncte cu repartiție spațială regulată, la distanțe de 100 m, după care s-au selectat punctele suprapuse talvegurilor (figura 2), pentru care s-au preluat valorile altitudinilor din MNA. Folosind aceste valori s-a generat un *model numeric al altitudinii talvegurilor* (figura 3), care ulterior s-a extras din MNA, rezultând reprezentarea spațială continuă a energiei reliefului (figura 4).

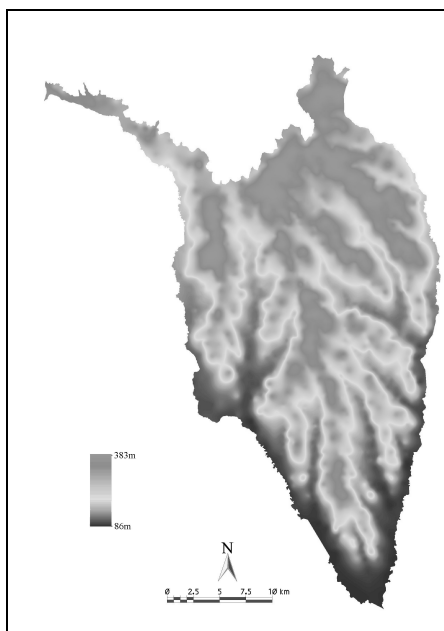


Fig. 3. Modelul numeric al altitudinii talvegurilor, pentru regiunea Podișului Central Moldovenesc dintre Stavnic și Vaslui.

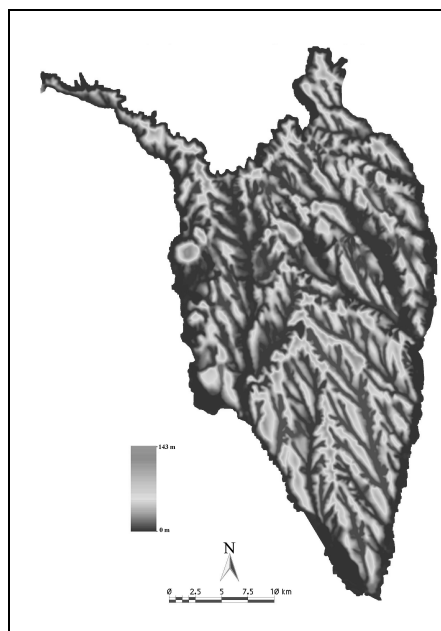


Fig. 4. Energia locală a reliefului – diferența față de altitudinea talvegului proxim – pentru regiunea Podișului Central Moldovenesc dintre Stavnic și Vaslui.

În cazul regiunii de studiu, metoda generează erori la limita sa nordică, deoarece altitudinea de cca. 200 m, în lungul căreia a fost trasată aceasta, nu corespunde unui nivel de bază real, râurile coborând mult mai jos pe fruntea Coastei Iașilor. De

asemenea, o serie de erori, însă de mică amploare, sunt generate de faptul că suprafața de referință este determinată prin interpolare, astfel încât energia de relief asociată unui pixel reprezintă, în fapt, diferența de altitudine față de o medie a altitudinilor talvegurilor

proxime, ponderată în funcție de distanța dintre acestea.

Exprimarea energiei reliefului ca diferență de altitudine, indiferent de metodă, este, în opinia noastră, deficitară sub raport conceptual. Este bine știut faptul că procesele geomorfologice actuale sunt mai frecvente și mai intense pe versanții mai puternic înclinați. Frecvența mai mare se explică prin forța greutateii tangențiale mai mare ($F = m \cdot g \cdot \sin \alpha$) a unei mase situată pe un versant mai puternic înclinat, care este, în consecință, mai apropiată de valoarea forței de frecare statică care împiedică masa să se deplaseze. Rezultă că inițierea deplasării masei poate fi determinată de o intensitate mai redusă a factorului declanșator, în cazul versanților mai puternic înclinați, necesitând a fi mai mare, pentru a obține același efect, în cazul versanților mai slab înclinați.

Pe de altă parte, rezultanta forțelor tangențiale și de frecare este mai mare în cazul versanților mai puternic înclinați, ca urmare a combinării unei forțe tangențiale mai mari cu o forță de frecare mai redusă, datorită greutateii normale mai mici ($m \cdot g \cdot \cos \alpha$), de unde rezultă că lucrul mecanic efectuat și deci energia cinetică a masei în deplasare va fi mai mare. În plus, exprimarea energiei reliefului ca ecart altitudinal generează valori maxime pe interfluvii, fapt ce nu corespunde realității, mai ales în cazul unor interfluvii mai întinse și aplatizate. Toate aceste aspecte argumentează, în opinia noastră, *necesitatea integrării factorului pantă* în expresia de calcul a energiei reliefului.

Ideea integrării pantei nu este nouă. Ungureanu Irina (1995, 1999, 2000) propune, pe fondul conceptual al vizualizării progresive a geosistemului,

integrarea celor doi parametri prin medierea valorilor standardizate, obținute în urma raportării acestora la valorile maxime.

Pentru regiunea studiată, distribuția spațială continuă a pantelor, exprimate în grade, a fost generată automat pe baza MNA, la aceeași rezoluție spațială (20 x 20m) (figura 5). Având în vedere faptul că cei doi parametri morfometrici ce necesită a fi integrați (ecart altitudinal, pantă) sunt exprimați în unități de măsură diferite (metri, respectiv grade) a fost necesară *standardizarea* valorilor pentru eliminarea acestui efect.

Există mai multe posibilități de standardizare a datelor, dintre care menționăm:

- Prin împărțirea la valoarea maximă (cu exprimare subunitară sau procentuală a rezultatului);
- Prin împărțire la valoarea medie, sau la alte valori de referință;
- Prin extragerea mediei și împărțire la deviația standard.

Alegerea uneia sau alteia dintre aceste metode trebuie să țină cont și de natura matematică a operației de integrare. În cazul de față s-a optat pentru operația de *înmulțire*, care potențează efectul cumulat al parametrilor de intrare. Alegerea operației de înmulțire exclude folosirea unor metode de standardizare care generează valori atât pozitive, cât și negative (ultima metodă menționată anterior). Dezavantajul utilizării celei de-a doua metode constă în faptul că aceasta generează valori într-un interval cu limita superioară variabilă. În consecință, s-a procedat la aplicarea primei metode de standardizare, urmată de integrarea subsecventă a valorilor prin operația de înmulțire. Ecartul maxim de variație al energiei reliefului astfel cuantificată este fix: 0-100 (sau 0-1 în exprimare subunitară), rezultatul

integrării fiind prezentat în figura 6.

Se remarcă, în primul rând, energia redusă a interfluviilor, care sunt astfel bine puse în evidență, rezultată din combinarea unor altitudini relative mari cu pante reduse. Poate cea mai sugestivă este situația platoului structural Șcheia al cărui contur cvasi-circular este bine reliefat prin energia sa redusă. De asemenea, comparativ cu harta energiei reliefului obținută prin

prima metodă, se remarcă energia mai redusă a reversurilor de cueste, care deși pot fi situate la altitudini relativ mari față de nivelele locale de denudație, prezintă pante reduse la moderate. Cele mai mari valori ale energiei reliefului sunt asociate, așa cum este firesc, frunților de cueste, energia lor crescând odată cu diferența de altitudine față de talvegurile văilor subsecvente care le-au dat naștere.

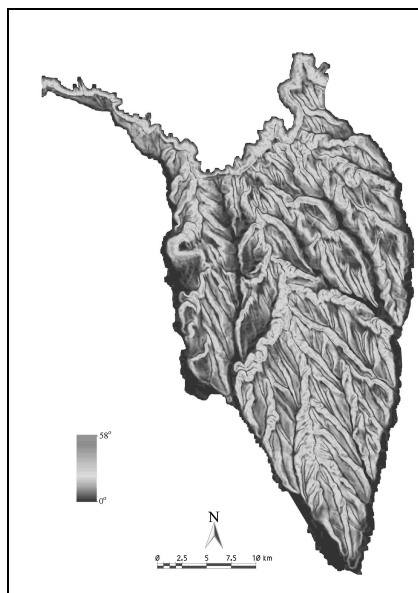


Fig. 5. Modelul numeric al pantei terenului, pentru regiunea Podișului Central Moldovenesc dintre Stavnic și Vaslui..

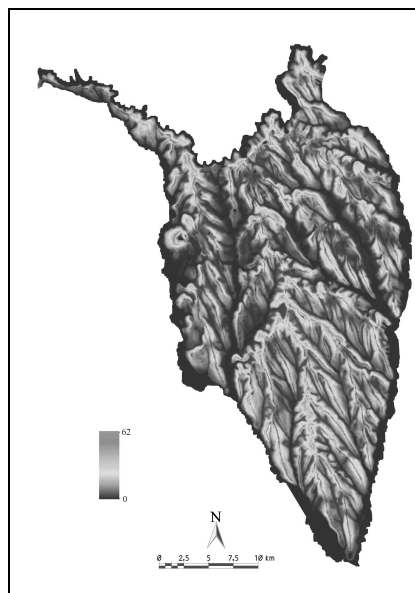


Fig. 6. Energia locală a reliefului – integrarea ecartului altitudinal cu pantei terenului – pentru regiunea Podișului Central Moldovenesc dintre Stavnic și Vaslui..

O altă constatare, evidențiată de ambele hărți, se referă la faptul că relieful din jumătatea sudică a regiunii, mai ales de la sud de văile Bolați și Rediul-Dobrovăț, este, pe ansamblu, mai energic, comparativ cu relieful din jumătatea nordică, făcând însă abstracție de Coasta Iașilor, având în vedere erorile menționate la prima metodă. Faptul poate fi explicat prin gradul mai redus de evoluție a acestuia.

Văile incizate în acest areal (Uncești, Telejna, Delea, Munteni, Ferești, Lunca) sunt mai tinere, iar evoluția lor a început de la un nivel de bază ceva mai coborât, comparativ cu văile din jumătatea nordică. Rezultă, pe de o parte, un consum, prin eroziune regresivă și o fragmentare a suprafețelor interfluviale mai puțin avansate, o dezvoltare mai redusă a sectoarelor de luncă, iar pe de altă

parte, o adâncire a văilor mai pronunțată, conjugarea celor două aspecte stând la baza evidențierii celor două sectoare sub raportul energiei reliefului.

Prin natura metodei de standardizare, rezultatele obținute sunt specifice doar ariei de studiu, depinzând de valorile maxime ale altitudinii și pantei terenului din regiunea respectivă. Pentru a putea compara rezultatele obținute în regiuni diferite este necesară stabilirea unor valori de referință comune pentru standardizarea celor doi parametrilor morfometrici.

Concluzionăm prin a considera că cele două metode de cuantificare a

energiei locale a reliefului, propuse în cadrul acestei lucrări, sunt mai adecvate comparativ cu metodele existente, atât sub raport conceptual, cât și ca finețe a redării variației spațiale a acestui parametru morfometric, cea de-a doua fiind, în opinia noastră, superioară prin concepție și rezultate.

Studiul demonstrează, de asemenea, necesitatea și utilitatea folosirii SIG în aplicații cu caracter geomorfologic, legate în special de morfometrie, oferind rapiditate și precizie în manipularea unui volum foarte mare de date.

BIBLIOGRAFIE

- Patriche C. V.** (2005), *Podișul Central Moldovenesc dintre râurile Vaslui și Stăvnic – studiu de geografie fizică*, Edit. „Terra Nostra” Iași.
- Ungureanu Irina** (1978), *Hârți geomorfologice*, Edit. Junimea, Iași.
- Ungureanu Irina** (1995), *La visualisation progressive dans la cartographie du géosystème*, An. Șt. Univ. „Al. I. Cuza” Iași, tom XL-XLI, s. II. c. Geogr., 1994-1995.
- Ungureanu Irina** (1999), *About the Natural Accesibility of the Relief*, An. Șt. Univ. „Al. I. Cuza” Iași, tom XLIV-XLV, s. II. c. Geogr., 1998-1999.
- Ungureanu Irina** (2000), *L'énergie du relief – élément de sa favorabilité pour l'habitat*, An. Șt. Univ. „Al. I. Cuza” Iași, tom XLVI, s. II. c. Geogr., 2000.

Academia Română, Filiala Iași
Colectivul de Geografie