

## MNT - INSTRUMENT DE ANALIZĂ MORFOMETRICĂ A RELIEFULUI

*Daniel Condorachi*

Key words: georeference, GIS, MNT, morphometry analysis, classification, map generation

### ABSTRACT

This paper outlines the advantages of using GIS techniques in morphometry analysis, high resolution map generation and output of high quality database. The analysis was made on a large area of 2,200 sqkm, using topographic maps at scale 1:50,000. The generated morphometric maps use MNT as a base and have the advantage to allow a better and more accurate analysis of the topography.

### INTRODUCERE

Morfometria poate fi definită ca măsurarea și analiza matematică a configurației suprafeței terestre, a formei și dimensiunilor diferitelor forme de relief. Principalele aspecte analizate sunt suprafața, altitudinea, volumul, panta, profilul, adâncimea fragmentării reliefului, fragmentarea orizontală etc. Se adaugă de asemenea diferite caracteristici ale râurilor și bazinelor de drenaj (hidrografice).

Această preocupare nu este nouă dar scopurile și metodele de abordare au evoluat în timp. Dacă unele metode au fost stabilite încă în secolul trecut, ele sunt folosite în prezent pentru noi scopuri. Inițial folosite mai ales în scopuri descriptive, în secolul nostru morfometria este folosită în special pentru a înlesni descrierea unor forme specifice de relief, suprafețe de eroziune, pante, văi și de a stabili caracterul reliefului ca întreg. A fost de asemenea folosită ca o dovadă directă sau indirectă a genezei și evoluției anumitor forme de relief.

În perioada postbelică morfometria a intrat într-o nouă fază, în care interesul de concentrează în analiza amănunțită a unor unități morfologice mici, de regulă bazine hidrografice. Această fază a micro-morfometriei necesită măsurători de teren precise, intensificarea analizei statistice, studiul eroziunii pe materiale omogene din punct de vedere textural și încercări de a surprinde efecte ale climatului, geologiei și vegetației.

Analiza indicilor morfometrici am abordat-o într-o formă nouă, modernă, utilizând software specializat care permite elaborarea unor hărți de mare precizie în limita bazei topografice avute ca punct de pornire.

În zona cercetată de noi, având în vedere extinderea spațială destul de mare a acesteia, am utilizat hărțile topografice scara 1:50.000 ediția 1973 care permit o detaliere rezonabilă a diferitelor forme și caracteristici morfometrice.

Baza analizei indicilor morfometrici a reprezentat-o Modelul Numeric al Terenului (MNT).

Modelul numeric al reliefului reprezintă un model generat automat, prin interpolare de către calculator a caracteristicilor reale ale reliefului reprezentat prin forma și conturul izohipselor, altitudinea acestora, cotele altitudinale ale interfluviilor.

Modalitatea de realizare a modelului numeric al terenului este următoarea:

- se extrag pe calc de pe hărțile topografice curbele de nivel. Ele se pot extrage fie total, fie selectiv, în funcție de gradul de fragmentare, altitudine și tipul de relief. Scopul este acela de a surprinde caracteristicile principale ale teritoriului avut în vedere. Elementele extrase pot fi, în funcție de scara hărții (deci și după gradul de generalizare), curbe de nivel principale, curbe de nivel normale, curbe de nivel secundare și cote altitudinale. Ele pot fi extrase împreună sau în diferite combinații. Pentru zonele montane este de preferat a se lucra la hărți la scară mare (maxim 1:50.000), iar în zonele de deal, podiș, câmpie, în funcție de arealul studiat, pot fi utilizate și hărți topografice la scări mai mici (1:100.000, 1:200.000). Este recomandat ca la capetele curbelor să se înscrie altitudinea curbei respective pentru o mai ușoară identificare a valorilor altitudinale ale curbelor în etapele ulterioare a realizării MNT. Pe lângă elementele menționate anterior, pe foaia de calc se vor adăuga elemente reper pentru georeferențierea elementelor extrase de pe hartă. Aceste elemente reprezintă mici intersecții de linii drepte aflate la întâlnirea liniilor din caroiajul în sistem Gauss-Krüger. Aceste intersecții vor fi alese astfel încât ele să fie distribuite cât mai echilibrat pe suprafața foii topografice. Numărul minim necesar este de 6 (șase) puncte de georeferențiere. Prin creșterea numărului de puncte se mărește precizia georeferențierii iar erorile se reduc.

- foaia de calc astfel realizată este scanată și importată în programul SIG;
- se mozaicează imaginile pentru a obține suprafața finală a foii de calc;
- se georeferențiază (geocodează) (în sistem Gauss-Krüger);
- se subțiază rasterul rezultat;
- se transformă rasterul în vector;
- se editează vectorul în vederea obținerii de linii curate, fără noduri, bucle și alte prelungiri parazite ale liniei principale care pot altera valorile ulterioare care vor rezulta în cadrul programului;
- se dau ca atribut curbelor de nivel valorile altitudinale preluate fie de pe calc, fie de pe harta topografică;
- se rulează algoritmul care realizează modelul numeric al terenului. Opțiunile acestuia ne permit să modulăm rezultatul în funcție de cerințele utilizatorului sau beneficiarului. Ca rezultat final se obține un raster care poate avea dimensiuni ale pixelului (rezoluția interpolării) cu valori cuprinse de la centimetri la zeci, sute de metri sau kilometri. Cu cât latura pixelului este mai mică, cu atât rezoluția (precizia) cresc. Această rezoluție se alege în funcție de scara hărții topografice folosite, de modalitatea în care au fost extrase curbele de nivel (integral sau parțial) ca și de scopul în care va fi folosit ulterior modelul numeric al terenului (MNT).

Prin prelucrarea ulterioară a MNT se obțin hărțile pantelor, expoziției versanților și a iluminării. Prin utilizarea unui limbaj de programare SML (Spatial Manipulation Language - Limbaj de Manipulare Spațială) se pot face interogări asupra

rasterelor rezultate din interpolarea vectorilor izohipselor. Se obțin astfel hărți clasificate ale pantelor, expoziției versanților, hipsometrică etc.

În aceeași manieră generală de lucru de procedează pentru realizarea hărții rețelei de drenaj, geologică, utilizarea terenului etc. Acestor hărți li se pot atașa baze de date care pot conține atât valori numerice ale unor elemente de pe hartă cât și atribute calitative ale acestora.

## HARTA HIPSOMETRICĂ

Hipsometria reprezintă măsurarea interrelațiilor dintre suprafață și altitudine. Este folosită pentru a delimita trepte ale suprafeței terestre pe anumite areale, regiuni etc.

Majoritatea măsurătorilor sunt minuțioase și necesită un efort susținut și îndelungat în realizarea lor. Cu ajutorul tehnicii de calcul și programelor specializate acest lucru devine mai facil iar rezultatul are o precizie crescută.

Harta hipsometrică a zonei deluroase dintre văile Lohan și Horincea a rezultat din prelucrarea modelului numeric al terenului. Modelul numeric al terenului din zona studiată de noi reprezintă un raster alcătuit din pixeli cu latura de 20 m<sup>20</sup>. Altitudinal, MNT-ul afișează valori continue ale pixelilor de la altitudinile cele mai înalte spre cele mai joase. În cadrul rasterului nu vom avea hiatusuri ale valorilor altitudinale ci valori continue. Algoritmul de realizare a MNT permite acoperirea (prin interpolare) a spațiilor dintre curbele de nivel printr-un șir de pixeli care au expoziție, pantă și altitudine diferită. Prin utilizarea SML (Spatial Manipulation Language) se pot face interogări asupra acestui raster inițial, în funcție de ceea ce dorim să obținem. Mai jos exemplificăm prin interogarea cu ajutorul căreia se pot obține clase altitudinale conforme cu dorința noastră:

*GetInputRaster(A)*

*GetOutputRaster(B, NumLins(A), NumCols(A), RastType(A))*

*SetScale(B, LinScale(A), ColScale(A))*

*CopySubobjects(A, B)*

*for each A begin*

$B = ((A \leq 50) \text{ and } (A > 0)) * 1$

$+ ((A > 50) \text{ and } (A \leq 100)) * 2$

$+ ((A > 100) \text{ and } (A \leq 150)) * 3$

$+ ((A > 150) \text{ and } (A \leq 200)) * 4$

$+ ((A > 200) \text{ and } (A \leq 250)) * 5$

$+ ((A > 250) \text{ and } (A \leq 300)) * 6$

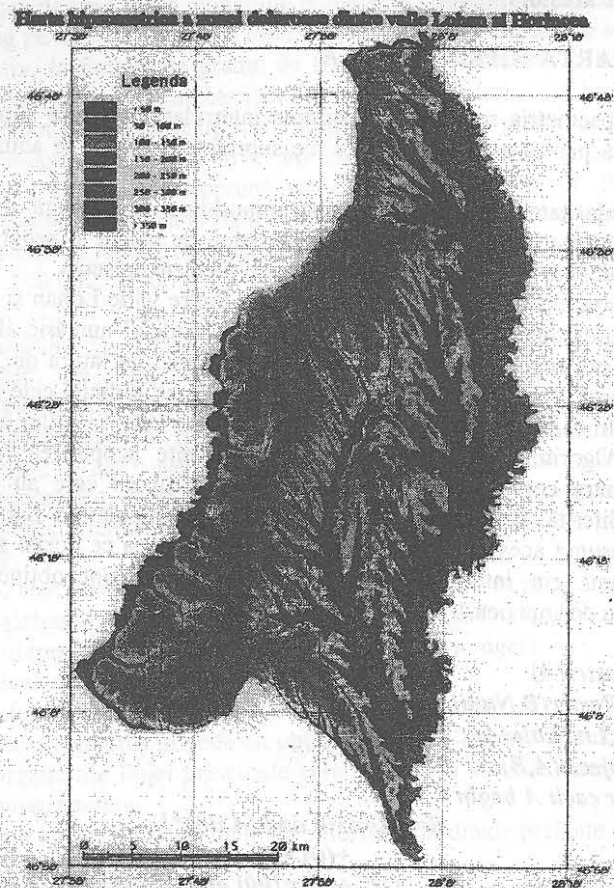
$+ ((A > 300) \text{ and } (A \leq 350)) * 7$

$+ (A > 350) * 8$

*end*

<sup>20</sup> Aceasta este dimensiunea standard a pixelului pe care am aplicat-o la toate hărțile intermediare și finale realizate în această lucrare (n.a.).

Unde A reprezintă rasterul inițial (respectiv modelul numeric al terenului), B rasterul care rezultă după efectuarea clasificării valorii altitudinale a fiecărui pixel și (\*1 - \*8) cele 8 trepte altitudinale dorite de noi. Clasele altitudinale pot fi oricând schimbate, fie detaliate, fie aglutinate.



Ca rezultat final se va obține un raster cu 8 tonalități de gri (cu valori de la 1 la 8) care ulterior li se pot atribui culori în concordanță cu scara de culori specifică hărților hipsometrice (vezi Harta hipsometrică).

Harta hipsometrică a zonei cercetate de noi a fost clasificată în opt trepte hipsometrice căutând a scoate în evidență diferențierile altitudinale care există în cadrul zonei și care pot constitui repere în regiunea fizico-geografică finală.

Analizând harta se observă o evidentă asimetrie longitudinală a distribuției altitudinilor, partea vestică aliniind invariabil altitudinile cele mai ridicate în timp ce în jumătatea estică domină altitudinile joase, în general sub 200 m.

În partea nordică a zonei cercetate de noi, între valea Moșnei și cea a Draslăvățului se observă o scădere rapidă a altitudinilor de la vest spre est, dintre culmea deluroasă a Lohanului și valea Prutului. Fiind zona cel mai timpuriu exondată de sub apele vechii mări sarmatice are o rețea de văi bine dezvoltată care a dus la disecarea puternică a vechii suprafețe inițiale fiind în prezent cea mai veche rețea de văi din zonă.

Procesele specifice evoluției rețelei hidrografice au dus la formarea în această zonă a unei depresiuni eroziv-acumulative, bine individualizată între limitele menționate anterior. Este vorba de depresiunea Huși care a constituit subiectul de doctorat al profesorului Ioan Gugiuman (1959).

În partea central-nordică se evidențiază masivul deluros din vest care reprezintă în același timp și arealul cu cea mai mare altitudine din zona cercetată de noi cu înălțimea maximă de 375 m în Dealul Crețești (lângă satul cu același nume). Se observă scăderea abruptă a altitudinii spre extremitatea vest - nord-vestică a zonei spre valea Lohanului reprezentată de Cuesta Lohanului cea mai spectaculoasă formă de relief din punctul de vedere al extinderii verticale și orizontale.

În partea central-sudică se observă o scădere drastică a altitudinii în partea de vest (în zona cursului inferior al Idriciului) altitudinile maxime menținându-se între 240 - 280 m, depășind doar în câteva puncte izolate valoarea de 300 m dar păstrând aspectul de lanț deluros bine conturat din partea central-nordică a regiunii. Jumătății estice îi sunt caracteristice altitudini mici, în general sub 200 m, făcând excepție Dl. Poșta Elan - 269,5 m.

Partea sudică a regiunii se caracterizează printr-o nouă creștere a altitudinală (areale destul de întinse cu altitudini peste 300 m) formând un masiv deluros compact din care văile se orientează în mare parte radial.

Extremitatea estică a zonei cercetate de noi prezintă altitudinile cele mai mici, în general sub 60 m și este reprezentată prin lunca largă a Prutului, altitudinea minimă înregistrându-se în extremitatea sud-estică a arealului studiat (la confluența Horincei cu Prutul) cu valori sub 20 m.

Altitudinile mai mici de 50 m ocupă o suprafață de 18,73 % (411,68 km<sup>2</sup>) și sunt prezente doar în luncile Prutului, Elanului și Hușiului.

Înălțimile cuprinse între 50 și 100 m reprezintă 19,5 % (428,61 km<sup>2</sup>) și sunt reprezentate de valea Bârladului, de partea inferioară a versanților și văile secundare ale colectoarelor principali (Prut, Bârlad, Elan, Huși) areale de glacis de contact între versanți și văi și terase.

Altitudinile cuprinse între 100 și 150 m cu 22,71 % (499,16 km<sup>2</sup>) au cea mai mare extindere în cadrul regiunii studiate de noi și este reprezentată de versanți și dealuri joase, versanți ai dealurilor mai înalte, culmi interfluviale joase, glacisuri de contact, terase, care domină jumătatea central-estică a arealului studiat și urmăresc în general cursurile de apă mai mari care deșeuzează în colectoarele principale din zonă.

Treapta altitudinală dintre 150 - 200 m reprezintă 18,41 % (404,65 km<sup>2</sup>) din suprafața totală și este reprezentată de versanți (treimea mijlocie), platouri și culmi

interfluviale și are o răspândire mai mare în jumătatea vestică a zonei studiate de-a lungul axului deluros principal din vest și de-a lungul culmilor secundare care se desprind din acesta.

Intervalul altitudinal dintre 200-250 m este prezent tot în jumătatea vestică a zonei studiate și are o suprafață de 11,94 % (262,44 km<sup>2</sup>) și este reprezentată de culmi și platouri interfluviale, înșeuări, părți din treimea superioară a versanților dealurilor mai înalte de 250 m.

Suprafețele cuprinse între 250-300 m altitudine se restrâng foarte mult 6,28 % (138,03 km<sup>2</sup>) și sunt reprezentate de culmi și patouri interfluviale, înșeuări, versanți ai dealurilor înalte de peste 300 m din partea vestică a arealului studiat, de-a lungul axei deluroase principale și care deja este divizată în două grupări altitudinale una nordică și alta sudică, întreruperea fiind clar vizibilă în zona cursului inferior al Idriciului.

Treapta altitudinală de 300 - 350 m cuprinde un areal foarte redus 2,31 % (50,77 km<sup>2</sup>) și se limitează la două areale mici, una în lungul Coastei Lohanului și alta în partea extrem sudică a zonei studiate în zona de obârșie a Jeravățului, Horincei, Trestianei și Zorleniului.

Altitudini de peste 350 m ce reprezintă 0,12 % (2,63 km<sup>2</sup>) se rezumă la doar câteva culmi izolate de pe Cuesta Lohanului și nu depășesc altitudinea maximă de 375 m în Dealul Crețești (lângă satul cu același nume).

În concluzie, se observă o dominanță netă a suprafețelor cu altitudini mai mici de 200 m care cumulate reprezintă 79,35 % din suprafața totală ceea ce reprezintă 1744,11 km<sup>2</sup>.

Această suprafață include zonele joase de luncă (Prut, Bârlad, Elan, Sărata, Jeravăț, Horincea, Huși etc) dealurile joase sub 200 m altitudine din zona cercetată de noi și treimea mijlocie a versanților dealurilor mai înalte.

Restul de 20,65 % (453,89 km<sup>2</sup>) din suprafața totală îl reprezintă suprafețele între 200 și 375 m și sunt concretizate în relief prin treimea superioară a dealurilor mai înalte precum și platouri și culmi interfluviale înalte.

Analizând global zona cercetată de noi se evidențiază un ax deluros bine conturat în partea vestică a arealului care poate fi împărțit în două masive deluroase, unul nordic (reprezentat în principal de Cuesta Lohanului din care se deprind culmi secundare prelungi) și altul sudic și două areale depresionare, unul mai mic în nord (Depresiunea Huși) și altul mai extins în sud (Depresiunea colinară a Elanului) ambele deschise larg spre albia majoră a Prutului, aceasta din urmă prezentând și altitudinile cele mai mici din întregul areal studiat.

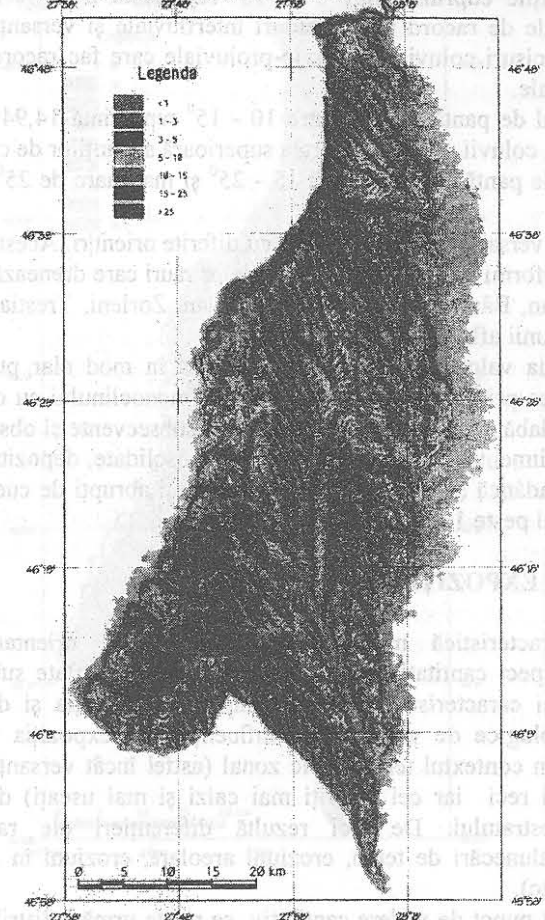
## HARTA PANTELOR

Panta, declivitatea sau înclinarea terenului reprezintă una dintre cele mai complexe și interesante caracteristici cantitative ale reliefului. Ea însumează atât efectele structurii cât și ale morfogenezei, constituind în același timp un factor esențial al potențialului morfogenetic actual (I. Ungureanu, 1978).

Harta declivității reliefului dintre văile Lohan și Horincea a fost realizată pe baza aceleiași metodologii ca și harta hipsometrică, având ca punct de plecare Modelul Numeric al Terenului (MNT). Harta inițială a pantelor cuprinde valori continue de la 0

la 90° reprezentate prin tonuri de gri. Aceste valori pot fi clasificate pe intervale de pantă care pot varia foarte mult, de la valori de sub 1°, la valori de zeci de grade.

Harta declivității terenului dintre văile Lohan și Horincea



Prin utilizarea SML (Spatial Manipulation Language) se pot face interogări asupra hărții inițiale a pantelor cu ajutorul unui algoritm asemănător celui arătat la harta pantelor unde intervalele altitudinale sunt înlocuite de intervale de declivitate.

Având în vedere tipul de relief specific din zona noastră de studiu, respectiv unul colinar cu altitudini relativ joase (sub 400 m) am optat pentru următoarele 7 intervale de pantă: < 1°, 1-3°, 3-5°, 5-10°, 10-15°, 15-25°, > 25°.

Analizând harta declivității terenului dintre văile Lohan și Horincea (vezi Harta declivității reliefului) se observă că pantele mici sub 1° ocupă o suprafață destul de mare

16,48 % (362,23 km<sup>2</sup>) și se regăsesc în cuprinsul principalelor lunci (Prut, Bârlad, Elan, Huși etc) și pe interfluviile largi din nordul zonei, din partea centrală și de sud.

Pantele de 1 - 3° reprezintă 8,62 % (189,46 km<sup>2</sup>) și se află localizate la periferia luncilor principalelor râuri care drenează arealul cercetat, pe culmile interfluviiale și la racordul platourilor interfluviiale cu versanții, terase fluviale.

Declivitățile cuprinse între 3 și 10° reprezintă 27,2 % (597,85 km<sup>2</sup>) și se constituie în areale de racord între platouri interfluviiale și versanți, unii versanți mai slab înclinați, glacisuri coluviale, coluvio-proluviale care fac racordul între versanți și lunci, terase fluviale.

Intervalul de pantă cuprins între 10 - 15° reprezintă 14,94 % (328,38 km<sup>2</sup>) și cuprinde versanți, coluvii, glacisuri, partea superioară a frunților de cueste.

Plajele de pantă cuprinse între 15 - 25° și mai mare de 25° reprezintă 32,76% (720,06 km<sup>2</sup>)

și se constituie în versanți abrupti și cueste cu diferite orientări. Acestea domină versanții de cuestă și cuestiformi de pe stânga principalelor râuri care drenează arealul cercetat de noi (Moșna, Lohan, Bârlad, Draslăvăț, Idrici, Elan, Zorleni, Trestiana, Hulubăț, Sărata ș.a) precum și pe unii afluenți ai lor.

Distribuția valorilor declivității reliefează în mod clar puternica influență a structurii geologice prin prezența cvasigenerală a monoclinului cu orientare NNV-SSE și cu o înclinare slabă, ceea ce a permis ca râurile subsecvente și obsecvente să rezeze în capete stratele sedimentare în general moi, slab consolidate, depozitate în facies deltaic și de mare puțin adâncă (salmastră) formând versanți abrupti de cuestă sau cuestiformi cu pante în general peste 15°.

### HARTA EXPOZIȚIEI VERSANȚILOR

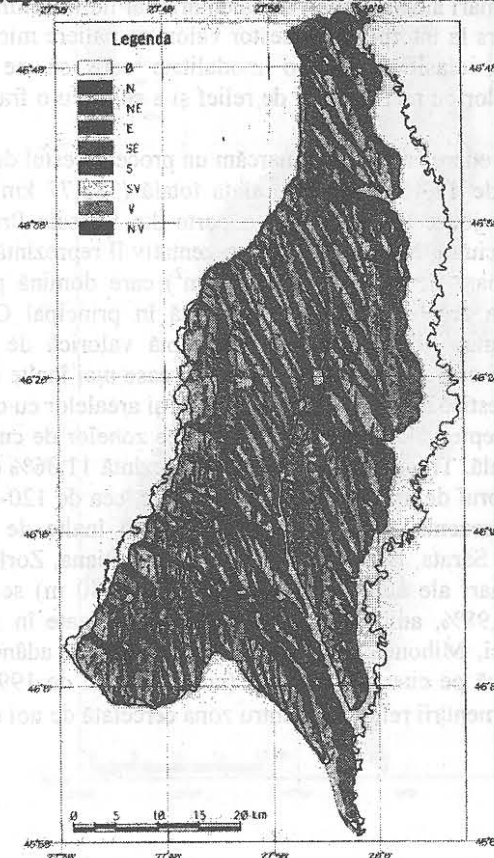
Altă caracteristică morfometrică o constituie orientarea sau expoziția versanților sub aspect cantitativ, adică mărimea arealelor aflate sub diferite orientări. Importanța acestei caracteristici constă în faptul că evoluția și dinamica diferitelor procese geomorfologice de versant este influențată de expoziția versanților care se comportă diferit în contextul termohidric zonal (astfel încât versanții mai umbriți sunt mai umezi și mai reci iar cei însoriți mai calzi și mai uscați) dar și de alcătuirea geologică a substratului. De aici rezultă diferențieri ale ratei unor procese geomorfologice (alunecări de teren, eroziuni areolare, eroziuni în adâncime, deflație, prăbușiri, tasări, etc).

Din acest punct de vedere cantitativ, se poate urmări distribuția procentuală a diferitelor orientări. Valorile prezentate au fost obținute în urma procesării MNT (prin generare automată și apoi clasificare).

Astfel orientarea nordică deține un procent de 3,61 % (79,34 km<sup>2</sup>), cea nord-estică 11,68% (256,72 km<sup>2</sup>), cea nord-vestică 4,27% (93,85 km<sup>2</sup>) toate acestea însumând 19,56% (429,92 km<sup>2</sup>) și caracterizează frunțile de cuestă sau cele cuestiforme din cuprinsul arealului cercetat de noi, fiind dominante sau reprezentative pe versantul drept al Moșnei, Draslăvățului și Hușiului, versantul stâng al Lohanului, Crasnei, Idriciului, Văleniului, Recei, Bujoraniului, Zorleniului, Trestianeii, mai puțin pe cursul

mijlociu al Elanului și valea Hulubățului, pe versantul drept al văii Soci - Stuhuleț - Mușata, Mihonea și afluenții lui, valea Lișcovului etc.

Harta expoziției versanților din zona deluroasă dintre vâlcele Lohan și Florincea



### HARTA ADÂNCIMII FRAGMENTĂRII RELIEFULUI

Adâncimea fragmentării reliefului (energia reliefului) reprezintă diferența de altitudine între culmile interfluviiale și talvegul văilor. Analiza acestui indicator morfometric am efectuat-o având la bază metoda cartogramei, ținând cont de suprafața relativ mare luată în studiu și posibilitățile oferite de softul SIG de care dispunem.

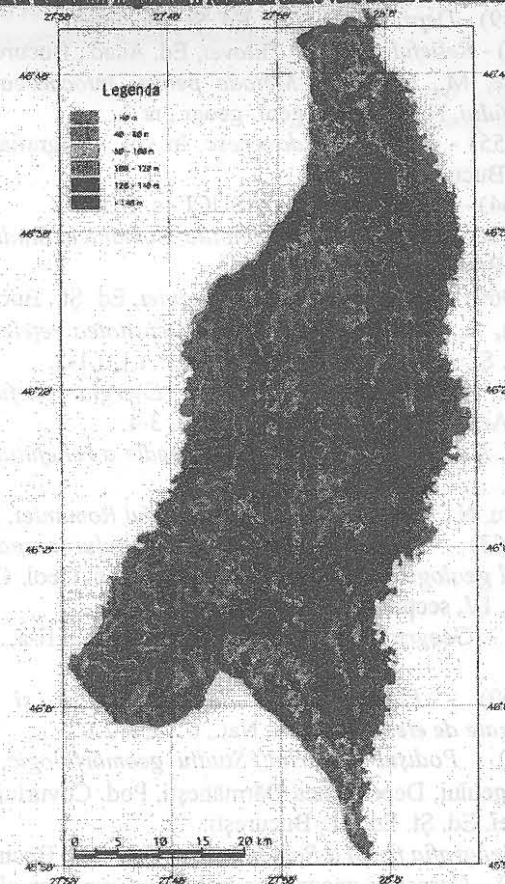
În analiza adâncimii fragmentării reliefului am avut ca bază de studiu același model numeric al reliefului (MNT) pe care l-am analizat folosind un script SML (Spatial Manipulation Language) în vederea delimitării de areale de 1 km<sup>2</sup> care să

conțină valori ale adâncimii fragmentării. Un prim rezultat îl reprezintă un raster în nuanțe de gri care, ulterior, poate fi clasificat în funcție de dendrograma de frecvențe al adâncimii fragmentării reliefului sau de dorința noastră. Acesta se poate observa într-o hartă ce reprezintă adâncimea fragmentării reliefului (metoda cartogramei) dar care nu ne ajută prea mult în interpretarea precisă a acestui indicator morfometric. Se pot doar bănui zonele cu valori mari ale adâncimii fragmentării dar nu le delimitează într-un mod clar. De aceea am recurs la interpolarea acestor valori pe paliere mici de clase valorice care, ulterior, au fost clasificate într-o modalitate care să ne permită o bună individualizare a arealelor cu mari energii de relief și a celor cu o fragmentare verticală slabă.

Din punct de vedere cantitativ remarcăm un procent destul de mare a adâncimii fragmentării < 40 m, de 17,46% din suprafața totală (383,77 km<sup>2</sup>), care reprezintă arealele joase și foarte joase din luncile și o parte din terasele Prutului, Bârladului, Elanului, Hușiului, Idriciului, Mihonei etc. Reprezentativ îl reprezintă intervalul valoric de 40-80 m, cu o valoare de 43,21% (949,75 km<sup>2</sup>) care domină partea nord-estică, centrală și sud-estică a arealului și care reprezintă în principal Câmpia colinară a Fălciului (Al. Ungureanu, 1993). Următoarea treaptă valorică de 80-100 m ocupă 21,28% (467,73 km<sup>2</sup>) și este specifică arealelor deluroase mai înalte din partea central-nordică și central sud-vestică a zonei analizate precum și arealelor cu cueste.

Următoarele trepte valorice sunt caracteristice zonelor de cuestă și scad foarte mult ca extindere spațială. Treapta de 100-120 m reprezintă 11,36% (249,69 km<sup>2</sup>), mai bine evidențiată în sectorul deluros nordic și în cel sudic, cea de 120-140 m care deține 4,71% (103,52 km<sup>2</sup>) prezintă doar în zonele de cuestă înalte de pe valea Moșna, Draslăvăț, Lohan, Elan, Sărata, Bârlad, Idrici, Grivița, Trestiana, Zorleni, Mihonea etc., iar valorile cele mai mari ale adâncimii fragmentării (> 140 m) se rezumă la areale reduse ce însumează 1,98%, adică 43,52 km<sup>2</sup>, areale localizate în special pe Lohan, Draslăvăț, Moșna, Idrici, Mihonea. Valorile cele mai mari ale adâncimii fragmentării reliefului se înregistrează pe cuesta Lohanului (cu un maxim de 199,6 m), în timp ce adâncimea medie a fragmentării reliefului pentru zona cercetată de noi este de 69,93 m.

Harta adâncimii fragmentării reliefului dintre valea Lohan și Hârniceni



## BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Băcăuanu, V. (1977) - *Processus et formes actuelles de relief dans le Plateau Moldave*, Anal. Șt. Univ. "Al. I. Cuza", secț. II-b, t. XXIII.
2. Coteș, P. (1954) - *Metode de reprezentări cartografice*, Ed. Tehnică, București.
3. Donisă, I., Lupașcu, Gh, Rusu, C. (1986) - *Quelques aspects du relief de la partie orientale du Plateau Central Moldave*, An. Șt. Univ. "Al. I. Cuza" Iași.
4. Filipescu, M. G. (1950) - *Îmbătrânirea prematură a rețelei hidrografice din partea sudică a Moldovei dintre Siret și Prut și consecințele acestui fenomen*, Natura, an II, nr. 5.

5. Grigore, M., (1972) - *Cartografie geomorfologică*, Ed.Univ. București.
6. Grigore, M., (1979) - *Reprezentarea grafică și cartografică a formelor de relief*, Ed.Acad., București.
7. Gugiuman, I. (1959) - *Depresiunea Huși*, Ed. Șt., București.
8. Hîrjoabă, I. (1968) - *Relieful colinelor Tutovei*, Ed. Acad., București.
9. Ilie, I.D., Grigore, M., (1964) B *Metode pentru întocmirea hărții adâncimii fragmentării reliefului*, Natura, seria geol.-geogr., nr.3.
10. Martiniuc, C. (1955) - *Podișul Moldovenesc*, în vol. Geografia a R. P. Române, curs litogr., Univ. București.
11. Martiniuc, C. (1964) - *Dealuri și coline*, ASUCI - s. GG, t. X.
12. Mihăilescu, V. (1966) - *Dealurile și cîmpiile României. Studiu de geografie a reliefului*, Ed. Șt., București.
13. Mihăilescu, V. (1969) - *Geografia fizică a României*, Ed. Șt., București.
14. Morariu, T., Savu, A., Dumbravă F. (1950) - *Densitatea rețelei hidrografice din R.P.România*, Bul. Șt. Acad. Rom., s. Geol-Geogr., t.1, f.1-2.
15. Morariu, T., Savu, A., Dumbravă F. (1957) - *Energia reliefului R.P.R.*, St. și cerc.geol.-geogr., Acad. R.P.R., Filiala Cluj, VIII, 3-4.
16. Morariu, T., Savu, A., (1959) - *Fragmentarea medie a reliefului R.P.R.*, Probl.de geogr., VI.
17. Posea, Gr., Popescu, N., Jelenicz, M. (1974) - *Relieful României*, Ed. Șt., București.
18. Preda, D.M., (1963) - *Vorlandul din fața Orogenului carpatic și poziția lui tectonică în cadrul geologic structural al Europei*, Asoc. Geol. Carpato-Balcanică, Congr. V, Com.Șt., IV, secția a III-a, tectonica, București.
19. Roșu, Al. (1980) - *Geografia fizică a României*, ed. a II-a, Ed. did. și ped., București.
20. Sficlea, V. (1960) - *Pietrișurile de la Bălăbănești și câteva precizări geomorfologice legate de ele*, ASUCI-St. Nat., t. VI, f. 2.
21. Sficlea, V. (1980) - *Podișul Covurlui. Studiu geomorfologic*, în vol. Masivul Ceahlău, vara Giurgeului, Depresiunea Dărmănești, Pod. Covurlui, col. Cercetări în Geografia României, Ed. Șt. Encicl., București.
22. Sîrcu, I. (1971) - *Geografia fizică a României*, Ed. did. ped., București.
23. Șenchea, N. (1943) - *Cercetări geografice în bazinul superior al Bîrladului*, Lucr. Soc. Geogr. "D. Cantemir", nr. IV, Iași.
24. Tufescu, V. (1966) - *Modelarea naturală a reliefului și eroziunea accelerată*, Ed. Acad., București.
25. Ungureanu, Al., Ungureanu, Irina, Donisă, I. (1994-1995) - *Les régions géographiques du territoire de la Roumanie*, ASUCI, t. XL-XLI, s. II, c. Geogr.
26. Ungureanu, Irina (1972) - *Contribuții la calcularea și reprezentarea cartografică a adâncimii fragmentării reliefului*, ASUCI, Iași.
27. Ungureanu, Irina (1988) - *Cartare, cartografiere și elemente de analiză geomorfologică. Caiet de lucrări practice*, Ed.Univ. Al.I.Cuza, Iași.
28. Ungureanu, Irina (1990) - *Asupra relației dintre densitatea fragmentării reliefului și înclinarea terenului*, Lucr.Sem.geogr. D.Cantemir, Iași.
29. Zăvoianu, I., (1978) - *Morfometria bazinelor hidrografice*, Ed.Academiei, București.

30. \*\* (1955) - *Geografia fizică a României*, Centr. Mult. Univ. "Al. I. Cuza" Iași.
31. \*\* (1972-1979) - *Atlas. Republica Socialistă România*, Ed. Acad., București.
32. \*\* (1992) - *Geografia României. Vol. IV*, Ed. Acad., București.
33. \*\* (1972) - *Hărțile topografice scara 1:50.000*.

Universitatea "AL. I. Cuza" Iași  
Facultatea de Geografie și Geologie