

presented generally for the territory of the Republic of Moldova. As seen, changes for the period 2070 compared to 2050 are more obvious.

Based on generated maps the monthly sums of precipitation were calculated for two main projected periods 2050 (2040-2060) and 2070 (2060-2080) for all administrative districts of the Republic of Moldova. As seen from fig. 3 higher differences of precipitation are characteristic for northern district in comparison with southern.

### Conclusion

This research represents the first attempt to generate precipitations maps for all months of the year basing on climate changes projections from 5<sup>th</sup> IPCC report. Utilization of global climate models with low spatial resolution, regional climate models and recently created maps of monthly precipitation from the Atlas of Climatic Resources of the Republic of Moldova [5] allowed developing regional precipitation projections for four representative concentration pathways for 2050 and 2070 years for the territory of the Republic of Moldova. The obtained results can be used to develop scenarios in order to predict the risks that could affect Moldova's agriculture as well as for assessment of water resources and hydrological modeling as well as crop simulation models.

### References

1. Collins W. J. et al. Development and evaluation of an Earth-system model—HadGEM2. *Geosci. Model Dev.*, 4, 997–1062, 2011;
2. Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978;
3. Jones C. D. et al., The HadGEM2-ES implementation of CMIP5 centennial simulations. *Geosci. Model Dev.*, 4, 543-570, 2011;
4. Martin G. M. et al. The HadGEM2 family of Met Office Unified Model climate configurations. *Geosci. Model Dev.*, 4, 723–757, 2011;
5. Nedealcov M. et al. Climatic Resources of Republic of Moldova. Atlas. Chisinau: IP Știința. 78 p. 2013.



Figura 3. Codrii de Nord - harta geodezică și harta de precipitații proiectate pentru perioadele 2050 (2040-2060) și 2070 (2060-2080).

## CARACTERIZAREA GEOMORFOMETRICĂ A PODIȘULUI CODRIILOR DE NORD ȘI UTILIZAREA TEHNICILOR SIG

Viorica Angheluța

Institutul de Ecologie și Geografie al AȘM

**Abstract:** In recent times the development of GIS applications has represent an important moment of practical significance concerning landscape morphometric analysis. This paper shows some aspects of landscape morphometry of Northern Codrii and is based on the analysis of morphometric indicators such as: elevation, slope gradient and aspect, depth and density of landscape fragmentation. The importance to calculate these morphometric indicators, as a way of knowledge of the landscape, of the trends of its evolution, of the intensity of the current modeling process, has great practical valences.

**Cuvinte-cheie:** caracteristici morfometrice, Sisteme Geografice Informaționale, Podișul Codrilor de Nord, analiza spațial cantitativă

### Introducere

Spațiul delimitat de Podișul Codrilor de Nord reprezintă o unitate geografică complexă din punct de vedere morfometric, respectiv al altitudinii, declivității, fragmentării și expoziției diferitelor forme de relief. Analiza particularităților morfometrice (hipsometrie, fragmentarea reliefului, geodeclivitate), ajută la înțelegerea aspectelor de ordin genetic, iar variația valorică a acestor indicatori sintetici sugerează dimensiunea potențialului evolutiv de care dispune un sistem teritorial. De asemenea, relevarea caracteristicilor morfometrice conduce la evidențierea intensității proceselor actuale de morfogeneză și impun încadrarea formelor de relief în tipologii și clase ierarhice. În acest context, scopul acestei lucrări constă în caracterizarea indicatorilor morfometrici ai reliefului din cadrul Podișului Codrilor de Nord pe baza Modelului Numeric al Terenului (MNT).

### Materiale și metode

Metodologia aleasă pentru analiza caracteristicilor morfometrice se bazează pe conceptele GIS de realizare și analiză spațială a bazelor de date datorită faptului că acuratețea și calitatea rezultatelor finale este net superioară. Utilizarea sistemelor informaționale geografice reprezintă o nouă modalitate de a vizualiza, gestiona informații, analiza relații și procese corelate cu spațiul geografic, colecta, stoca, analiza, vizualiza, edita și afișa datele geografice [4]. Printr-o corelație hardware, software și proceduri s-au realizat analize geomorfometrice complexe pe baza datelor raster, vector și de tip grilă (rețeaua hidrografică, MNT), cu ajutorul cărora s-au derivat indicatorii morfometrici principali (declivitatea terenului, orientarea versanților, adâncimea fragmentării reliefului sau energia reliefului și densitatea fragmentării reliefului),

a căror repartiție spațială, în cadrul Podișului Codrilor de Nord, este neuniformă. Repartiția spațială a acestor indicatori s-a analizat prin metode cartografice (hărți) și statistice (diagrame circulare) [7].

Transpunerea în format digital a componentelor reliefului permite o mai ușoară analiză cantitativă, datorită faptului că fiecărui punct din teren îi corespunde o valoare numerică. Evaluarea geodeclivității, expoziției versanților, energiei și densității fragmentării reliefului pe baza unor aplicații SIG specifice este superioară metodologiei clasice prin rapiditatea operațiilor, algoritmi matematici de calcul, posibilitatea interogării în orice moment a bazei de date din spatele fiecărui câmp tematic de informație în vederea evidențierii, în caz de necesitate, a unor areale distincte, suprapunerea sau analiza în paralel a mai multor straturi de informație etc. Întreg procesul de descriere în termeni cantitativi a terenului poartă numele de analiza digitală a terenului (DTA – Digital Terrain Analysis) [6].

## Rezultate și discuții

### Hipsometria

Disponerea reliefului pe altitudine joacă un rol deosebit de important în ceea ce privește desfășurarea activităților antropice, extensiunea zonelor de locuire, disponerea etajelor vegetale și climatice [6]. Harta hipsometrică a fost realizată în programele QGIS, ArcGis, prin crearea modelului numeric al terenului (MNT) și are rolul de a evidenția trăsătura caracteristică a acestei regiuni: înălțimea maximă fiind de 389 m. și ocupă interfluviile Cula-Ichel, Cula-Ciulucul Mijlociu și Ciulucul Mic, înregistrându-se în partea sudică, vestică și, parțial, nordică a Codrilor de Nord (d. Măgura, d. Mănăstiri). Cele mai mici altitudini se regăsesc în luncile principalelor artere fluviale din zonă, și anume: r. Răut, Cula și afluenții acestuia, cea mai mică altitudine fiind de 25 m și situându-se în partea estică a regiunii. Analiza procentuală a treptelor hipsometrice (figura 1) prezintă o asimetrie evidentă, dată de procentul ridicat al suprafețelor ce caracterizează treapta altimetrică cuprinsă între 100-200m. Peste 46 % din suprafața regiunii se încadrează în treapta respectivă și este reprezentată de versanți și culmi interfluviale, cu o repartizare neuniformă în teritoriu.

O pondere relativ ridicată, de peste 33%, revine și treptelor altitudinale de sub 50 m și cea cuprinsă între 50-100m, care ocupă luncile râurilor Răut, Cula și afluenții acestuia (Culișoara, Bagu, Hirișăuca). Dealurile cu altitudinea cuprinsă între 200-250 m ocupă 12% din suprafața totală, iar cele cu altitudinea de peste 300m - doar 3% și predomină în partea sud-vestică a regiunii. Din analiza treptelor hipsometrice constatăm o asimetrie evidentă între partea central-estică a regiunii, cu altitudinile predominante de până la 150 m și hotarele de nord, vest și sud, cu altitudini de peste 200 m.

Harta hipsometrică este relevantă pentru identificarea zonelor susceptibile pentru anumite procese actuale sau pentru relaționarea altitudinii cu tipul de relief creat [4].

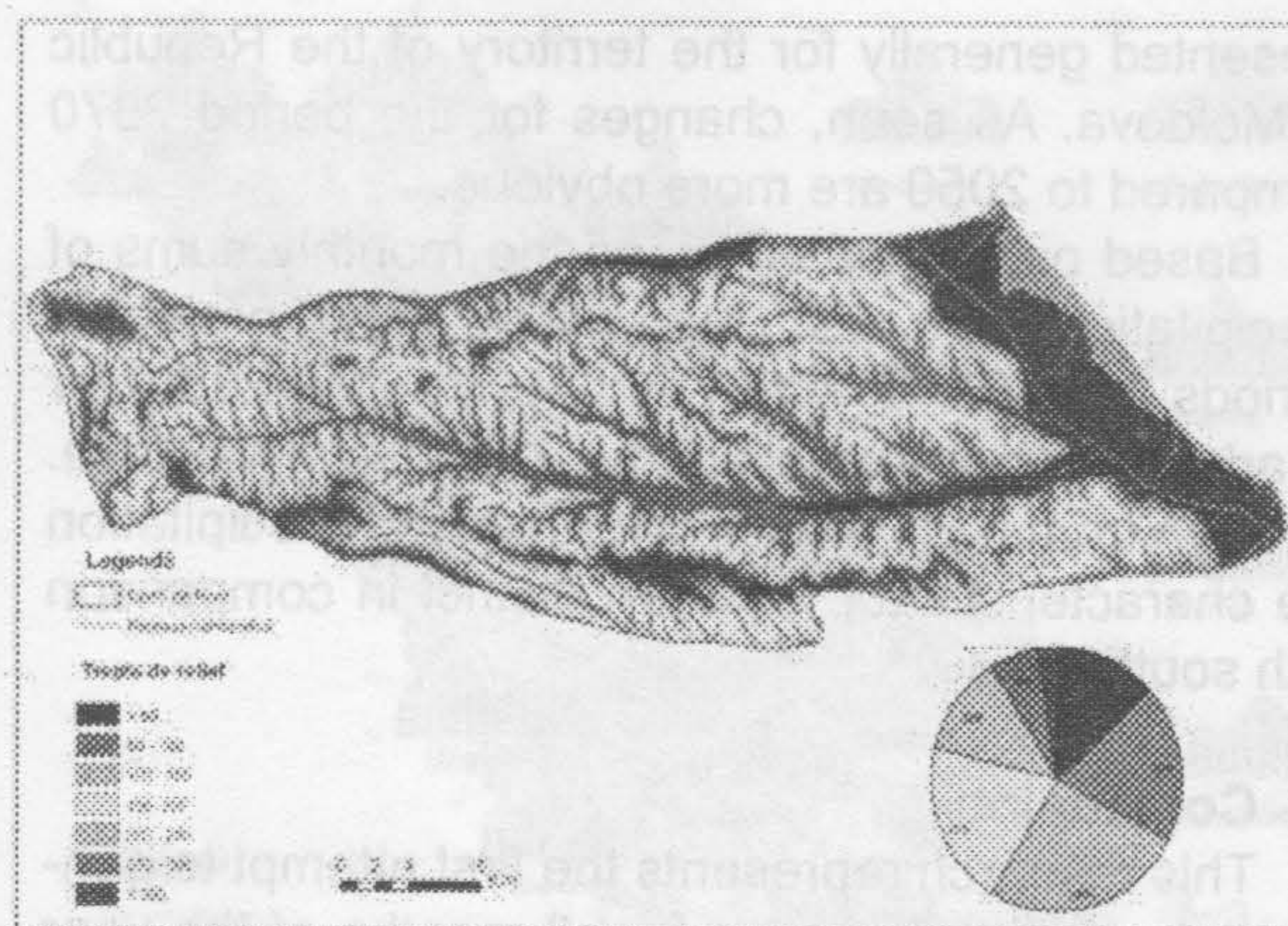


Figura 1. Codrii de Nord – harta treptelor de relief, m

### Geodeclivitatea

Panta reprezintă un parametru morfometric important, un element de analiză a reliefului și implicit a peisajului. Înclinarea versanților reflectă fidel constituția geologică și structura, stadiile de evoluție, precum și caracterul modelării trecute și actuale [3]. Panta determină cantitatea de radiație solară primită, este un element declanșator pentru procese geomorfologice, poate determina eroziunea hidrică, influențează formarea solurilor și continuitatea învelișului de sol, și posibilitatea de instalare, și modul de distribuție a vegetației. Panta influențează modul de utilizare a terenurilor de către om [5]. Geodeclivitatea este un factor ce condiționează dinamica și frecvența proceselor de modelare actuală a reliefului, individualizând diferite unități de relief [6].

Valorile declivității suprafețelor morfologice au fost împărțite în 6 categorii (clase) în funcție de criteriul morfodinamic adaptat și de caracterele locale și regionale ce reflectă condițiile proprii de desfășurare.

Așadar, se remarcă predominarea pantelor cuprinse între  $6-10^{\circ}$ , care reprezintă suprafețele moderat înclinate și cuprind terasele fluviale, racordurile între lunci și versanți, unii versanți slab înclinați și racordurile între culmile interfluviale și versanți. Pantele mai mici de  $2^{\circ}$  dețin 20% din suprafața totală, fiind localizate în special în luncile râurilor mari (Răut, Cula, Ichel, Ciulucul Mic), în zonele superioare ale

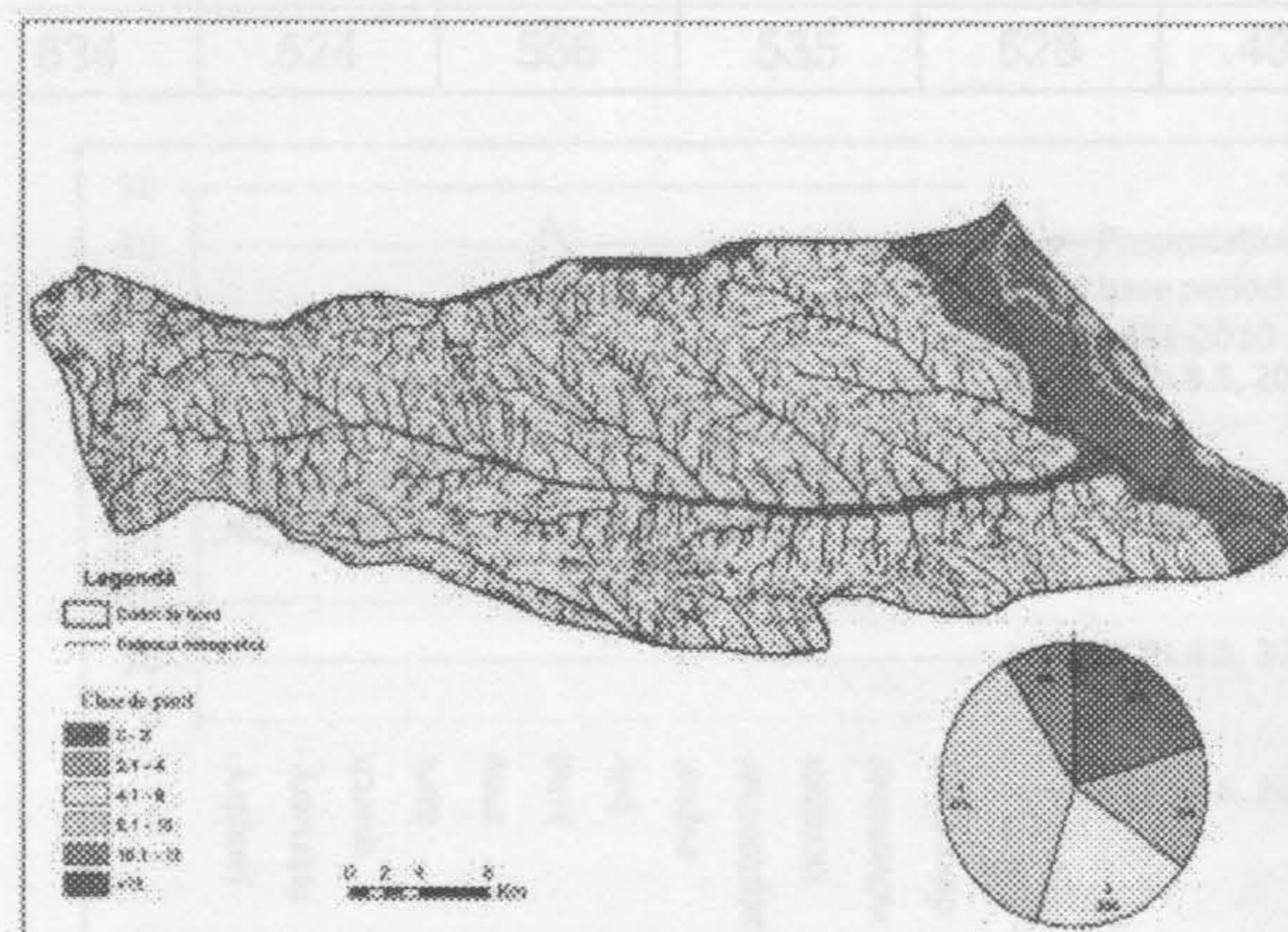


Figura 2. Codrii de Nord – harta geodeclivității, grade<sup>o</sup>

versanților, la contactul acestora cu culmile interfluviale. Pantele cu valorile cuprinse între  $2-4^{\circ}$  și  $4-6^{\circ}$  dețin o pondere de 35% din suprafața totală. Pantele de  $10-15^{\circ}$  dețin 8 % din suprafața totală și constituie limita posibilă a manifestării eroziunii liniare care generează organisme torențiale, ogașe și ravene. Pantele mai mari de  $15^{\circ}$  dețin o suprafață modestă, întâlnindu-se practic în regiunile unde sunt răspândite organismele rezultate din procesele de ravenare și abrupturile cornișelor alunecărilor de teren. Ele corespund, de asemenea, și malurilor abrupte ale albiilor râurilor.

### Expoziția versanților

Orientarea versanților față de razele soarelui are un rol important în diferențierea proceselor de modelare asupra cărora acționează indirect factorii radiativi. Radiația solară este sursa de energie a tuturor proceselor climatice și a celor la nivel terestru. Incidența radiației solare directe, durata și repartitia regimului caloric condiționează regimul precipitațiilor, umidității aerului și solului, repartitia solurilor și vegetației, și utilizarea terenurilor [5].

Harta expunerii versanților a fost realizată prin mijloace digitale în programul ArcGis, în urma analizei modelului numeric altimetric, prin aplicarea funcției *Aspect* ce analizează orientarea versanților și a permis clasificarea după criteriul expoziției în felul următor:

- versanți însoriți cu expoziție S și SV;
- versanți semiînsoriți cu expoziție SE și V;
- versanți semiumbriți cu expoziție E și NV;
- versanți umbriți cu expoziție N și NE [2].

Calcularea acestui indice pe baza MNT-ului este facilă și extrem de precisă. Geometric expoziția reprezintă unghiul format între direcția nordului și direcția pantei (în sensul acelor de ceasornic), putând avea valori cuprinse între 0 și 360 grade [7].

Repartitia versanților cu orientări diferite, în cadrul Podișului Codrilor de Nord, este eterogenă, rezultând un „mozaic” de areale cu suprafețe reduse (figura 3). Cea mai mare pondere o au versanții cu orientare nord-estică (18%), umbriți și reci; sud-vestică (15%), nordică (14%) sudică și estică (câte 13%). Cele mai mici procente le au cei cu orientare nord-vestică (8%)

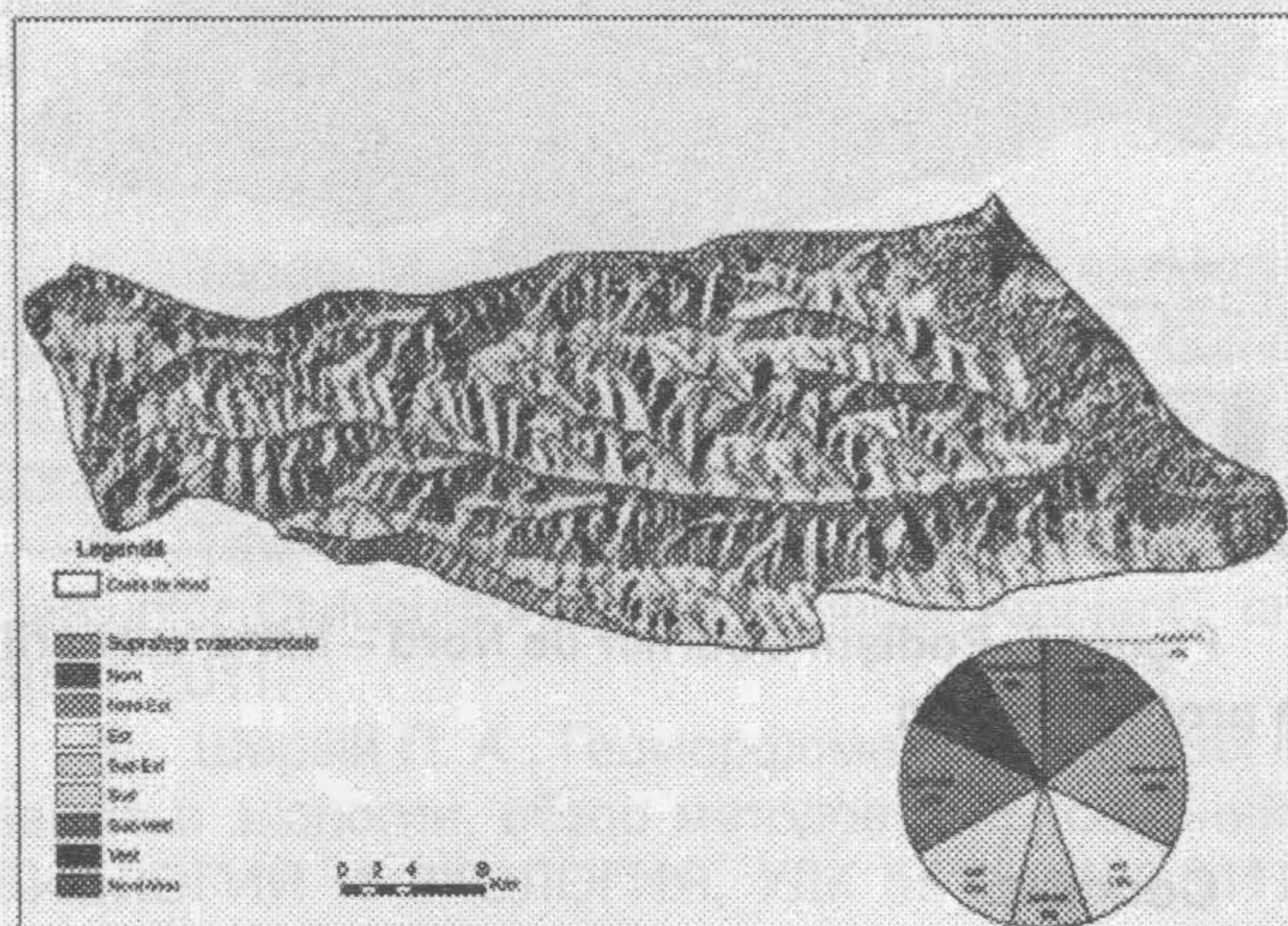


Figura 3. Codrii de Nord – harta expoziției versanților

și sud-estică (9%). Ponderea cumulată a versanților însoriți și semiînsoriți (47%) aproape că echivalează cu ponderea versanților umbriți și semiumbriți (53%).

### Adâncimea fragmentării reliefului

Adâncimea fragmentării reliefului sau fragmentarea verticală, energia reliefului (figura 4) reprezintă diferența dintre punctul cu altitudinea cea mai mare și punctul cu altitudinea cea mai mică de pe unitatea de suprafață, influențând în mod direct dezvoltarea activităților antropice și extinderea acestora pe suprafața regiunii de studiu datorită faptului că imprimă discontinuități în extinderea teritorială a suprafețelor plane [6].

Harta adâncimii fragmentării reliefului a fost realizată cu utilizarea mai multor programe GIS, care au permis calcularea diferenței dintre altitudinea maximă și cea minimă de pe fiecare  $km^2$ . Soft-urile GIS oferă o variantă mult mai precisă și mai flexibilă pentru aceste calcule decât metodele tradiționale, dimensiunile caroiajului putând fi alese de utilizator în funcție de dimensiunile arealului analizat (în cazul hărții realizată pentru Codrii de Nord am optat pentru o celulă cu latura de 1 km).

Cele mai mari valori ale energiei reliefului, care depășesc 190 m, se întâlnesc în câteva areale din cadrul regiunii, în partea de nord-vest a acesteia, în preajma Dealului Măgura, în partea de sud-vest – în apropierea Dealului Mănăstiri. Fragmentarea verticală a reliefului se caracterizează prin suprafețe mari cu valoare mică a fragmentării. Adâncimea fragmentării cu valori cuprinse între 50-90 m reprezintă cea mai mare parte a regiunii – 36% din suprafața totală. Valorile minime de sub 50 m dețin o pondere importantă de 14 %, fiind reprezentate de arealele din cadrul luncii râurilor Răut și Cula, areale cu pantă minimă în care râurile au atins un profil de echilibru. Ponderi semnificative dețin și clasele cu adâncimea fragmentării cuprinsă între 90-110 m – 24% și 110-135 m – 19%, respectiv, pe când cele cu valori mai mari de 150 m nu depășesc 5% din suprafața regiunii.

În linii generale, putem afirma că energia reliefului crește odată cu creșterea altitudinii și pantei reliefului.

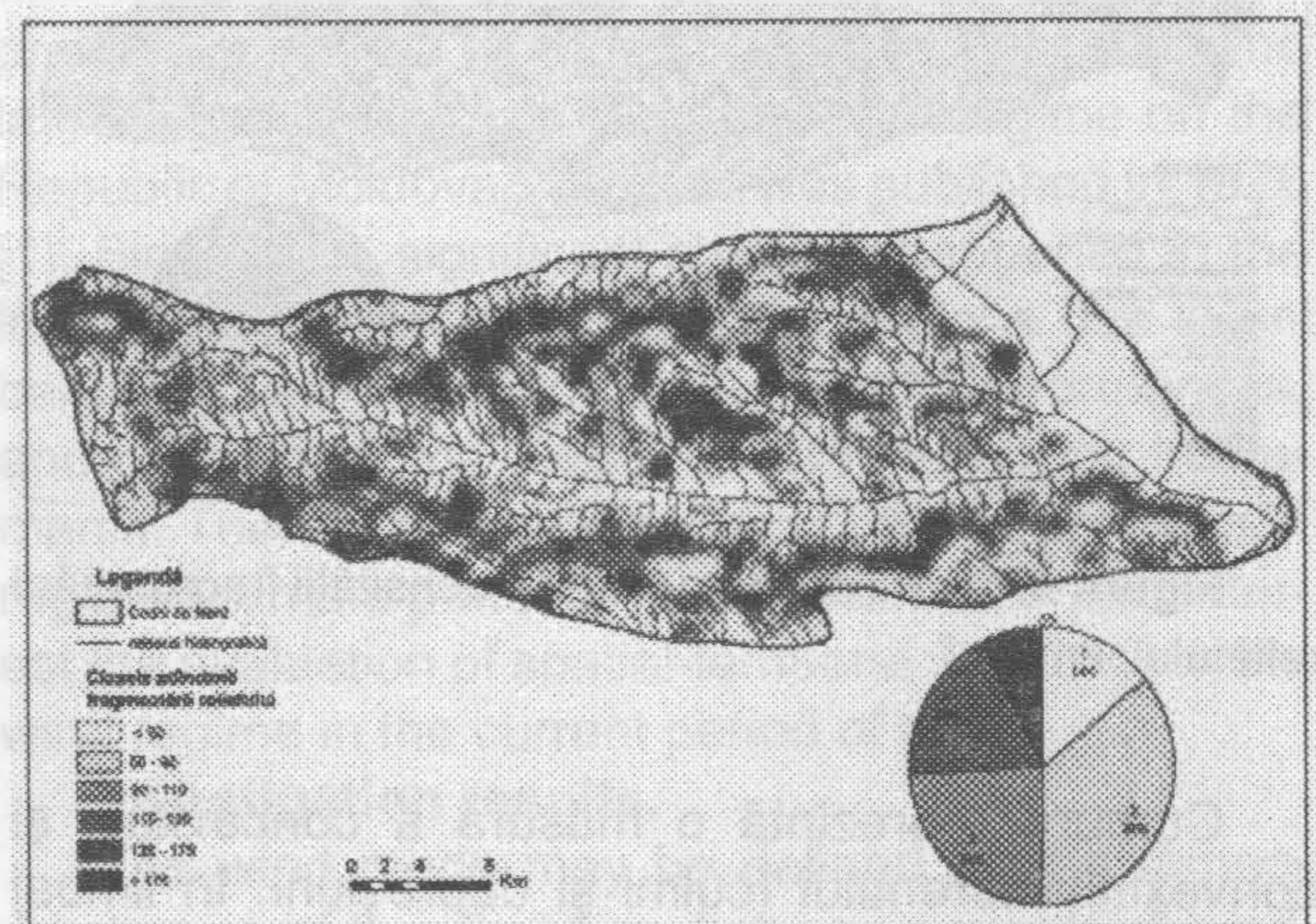


Figura 4. Codrii de Nord – harta energiei reliefului, m

### Densitatea fragmentării reliefului

Reprezintă un important indice cantitativ pentru determinarea fizionomiei reliefului și factor condiționant pentru dinamica și frecvența proceselor de modelare. Exprimă raportul dintre lungimea totală a rețelei hidrografice de pe un teritoriu și suprafața acestuia [1]. Relevă o legătură între evoluția reliefului, condițiile litologice și, într-o oarecare măsură, factorul antropic. Valoarea acestui indice reflectă gradul de fragmentare a reliefului, dar oferă și posibilitatea determinării resurselor de apă dintr-un anumit areal și permite determinarea zonelor de concentrare a scurgerii. Cu cât densitatea rețelei hidrografice este mai mare, cu atât arealul respectiv dispune de resurse mai bogate de apă [5].

Harta fragmentării reliefului s-a realizat în programe de GIS specializate (ArcGis, QGIS). Pentru determinarea densității fragmentării reliefului, s-a utilizat rețeaua hidrografică generată din MNT, folosindu-se principiile metodei aplicate la calcularea adâncimii fragmentării reliefului.

Prin metoda respectivă s-au determinat valorile densității fragmentării cuprinse între 0 și 4 km/km<sup>2</sup>. Ponderea maximă de 32% se găsește în intervalul cu valori mai mici de 0,5 km/km<sup>2</sup>, care se regăsesc, în special, în partea estică și sudică a regiunii, fiind caracteristică zonelor unde lunca râurilor se lărgesc și este lipsită de confluențe. Valorile din intervalul 0,5-1 km/km<sup>2</sup> au o pondere de 24% și se întâlnesc frecvent, de rând cu valorile precedente, pe suprafețele interfluviilor. Densitatea fragmentării cu valori de 1-1,5 și 1,5-2 km/km<sup>2</sup> au împreună o pondere de 36% și se înregistrează pe versanții văilor cu o rețea torențială foarte densă. Cele mai mari valori ale densității fragmentării, mai mari de 2 km/km<sup>2</sup> și care ating valoarea maximă de 4,2 km/km<sup>2</sup>, dețin o pondere foarte mică și corespund, în special, zonelor de confluență a văilor.

### Curbura în plan și în profil

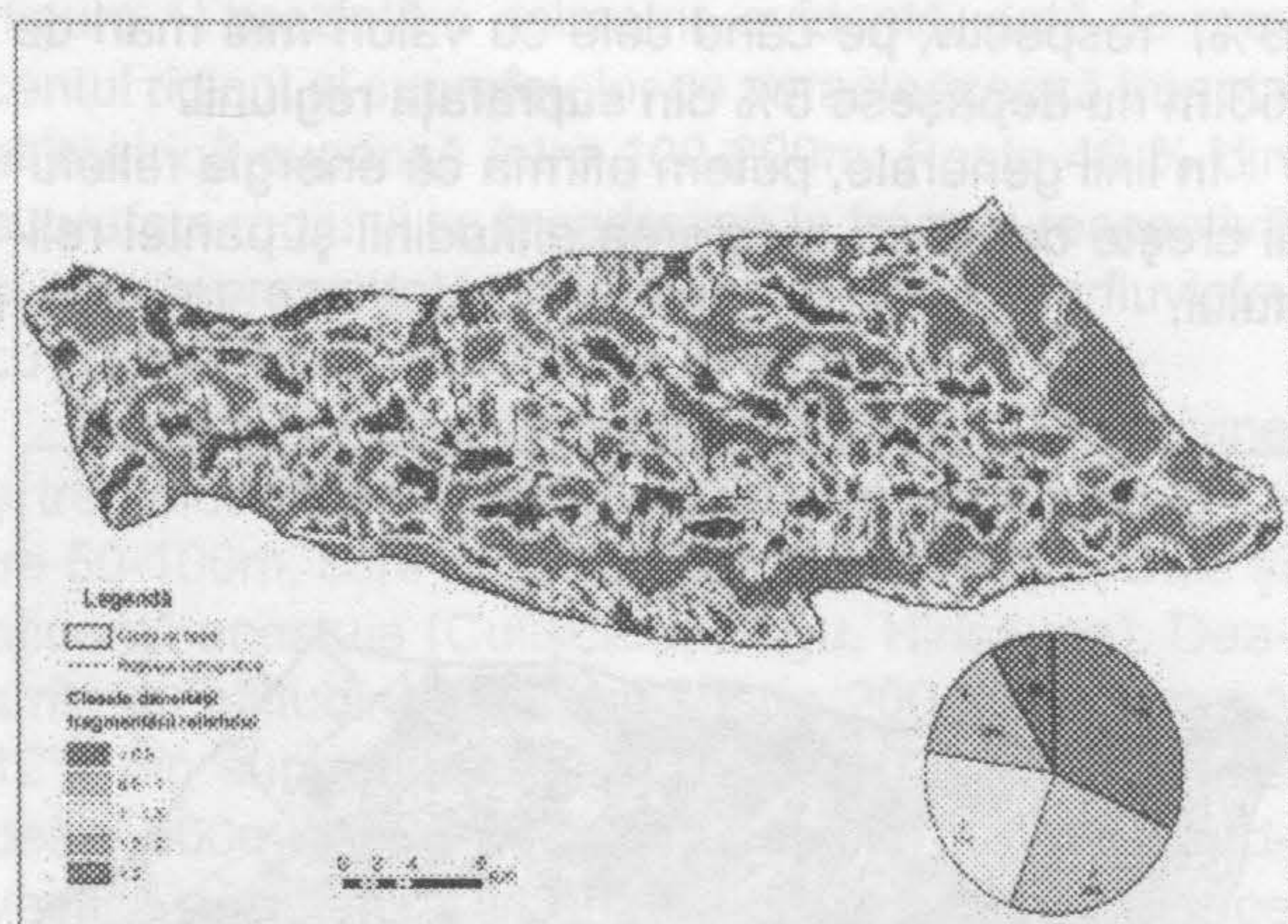


Figura 5. Codrii de Nord – harta densității fragmentării reliefului, km/km<sup>2</sup>

Curbura reprezintă o măsură a concavității și convexității terenului (culmi și depresiuni, în limbaj SIG). Putem vorbi despre două tipuri de curbura: cea în plan (măsurată pe direcția curbelor de nivel) și

cea în profil (măsurată de-a lungul aliniamentelor de scurgere, perpendicular pe curbele de nivel). Rezultatele sunt codate pozitiv (profile convexe) și negativ (profile concave) [6].

Pentru harta curburii în plan, culoarea galbenă (figura 6) denotă o scurgere mai accentuată. Valorile negative indică zonele unde scurgerea apei pe suprafața topografică are caracter convergent, iar cele negative reprezintă areale cu scurgere divergentă. Intensitatea caracterului convergent/divergent este cu atât mai mare cu cât se apropie de valorile extreme.

Harta curburii în profil denotă gradul de convexitate (valorile pozitive reprezentate cu culori închise) sau de concavitate (valorile negative reprezentate cu culori deschise). Curbura în profil influențează viteza de scurgere a apei pe suprafața topografică, fiind accelerată în zonele convexe și încetinită în zonele concave (figura 6).

Cele două hărți (figura 6) ale curburii pot fi folosite pentru diverse analize de vulnerabilitate a versanților sau de susceptibilitate a apariției proceselor geomorfologice de versant (torențialitate, șiroire, alunecări de teren), luncă (eroziune liniară, regresivă, laterală etc.) [8].

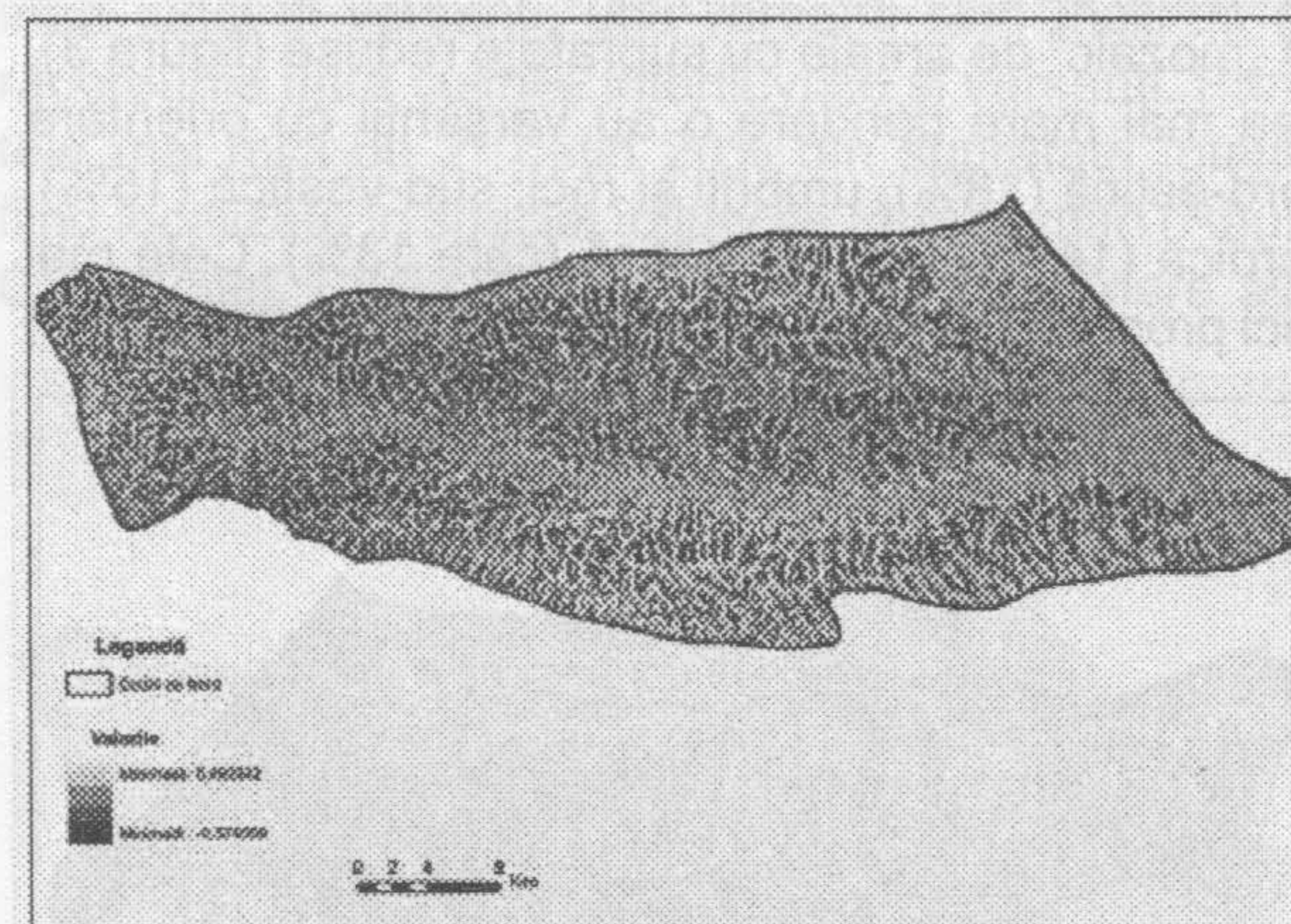
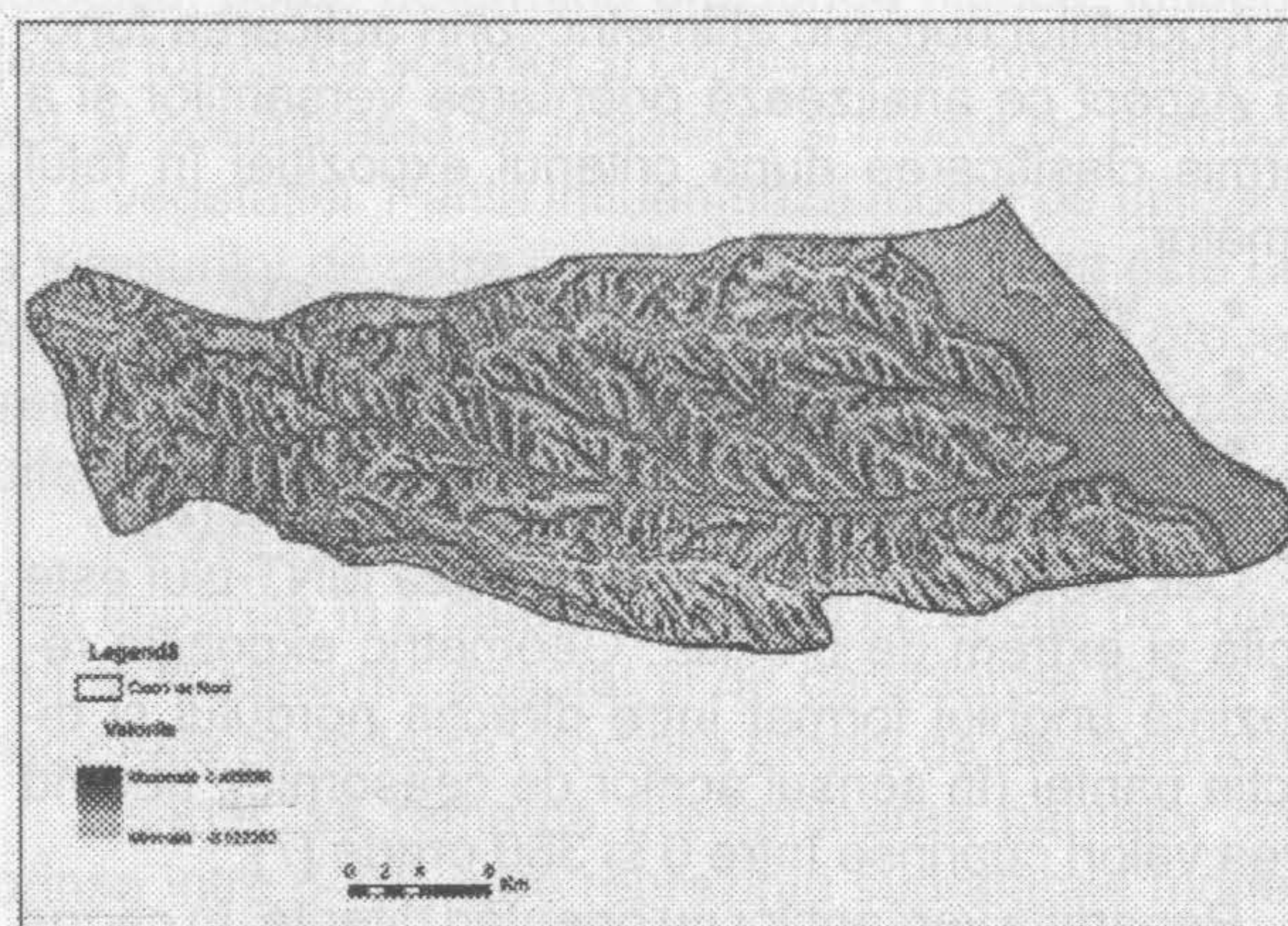


Figura 6. Podișul Codrilor de Nord – harta curburii în profil și în plan

### Concluzii

Parametrii morfometrici oferă atât informații de natură evolutivă, cât și despre teritoriile susceptibile

de a fi afectate de procese geomorfologice contemporane, conturând aspectul morfodinamicii versanților. Reieșind din specificul caracteristicilor morfometrice ale reliefului, putem concluziona că Podișul Codrilor de Nord reprezintă o unitate distinctă de relief, având o altitudine medie de 140,6 m și o declivitate redusă, suprafețele cu pantă sub 6° deținând o pondere de 55 %. Expoziția versanților reflectă, în mare parte, caracterul subsecvent al rețelei de drenaj. Versanții cu expoziție sud-vestică și nord-estică dețin o pondere cumulată de 33 %. Cel mai extins interval al energiei reliefului este de 50-110 m (60%). Densitatea fragmentării, care acționează indirect structura asociațiilor vegetale prin formarea culoarelor de vale, pe unde se canalizează masele de aer, are o repartiție spațială neomogenă.

În așa fel, analiza acestor indicatori morfometrici ai reliefului oferă posibilitatea de a identifica parametrii determinanți ai reliefului în formarea structurii peisagistice a regiunii și de a prognoza direcția de modificare posibilă a acesteia în viitor.

S I G au permis de a cuantifica parametrii morfometrici ai principalelor elemente de relief, valori care pot servi ca suport în identificarea, caracterizarea și clasificarea structurii peisagistice din aria de studiu.

#### Bibliografie

1. Bănică S., Studiu fizico-geografic al Bazinului râului Bârsa – cu privire specială asupra peisajelor, Universitatea București, 2006.
2. Budui V., Caracteristici geomorfometrice generale ale Podișului Central Moldovenesc dintre Siret și Șacovăț, Analele științifice ale Universității „Al. I. Cuza” din Iași, Lucrările Simpozionului Sisteme Informaționale Geografice, Nr. 8, 2002.
3. Dilan V., Caracterizarea morfometrică a Câmpiei Colinare a Bălților, folosind tehnici SIG, Analele științifice ale Universității „Al. I. Cuza” din Iași, Lucrările Simpozionului Sisteme Informaționale Geografice, nr. 8, 2002.
4. Patriche, C-V., Cuantificarea energiei locale a reliefului folosind SIG, Analele Universității „Ștefan cel Mare”, Secțiunea Geografie, Suceava, 2005.
5. Raportul de etapă, Indicatori agroecologici bazați pe informații numerice de teren pentru caracterizarea vulnerabilității sistemelor agricole din zonele colinare, Institutul național de cercetare – dezvoltare pentru pedologie, agrochimie și protecția mediului, București, 2012.
6. Teodor M., Particularități structurale ale Mășii Piatra Craiului, OpenGis.Unibuc.ro, URL: [http://opengis.unibuc.ro/index.php?option=com\\_content&view=article&id=485](http://opengis.unibuc.ro/index.php?option=com_content&view=article&id=485).
7. Țițu P., Caracteristici geomorfometrice ale Dealurilor Ciulucurilor, revista „Mediul Ambient”, nr. 5(59), 2011.
8. Шарый П. А., Геоморфометрия в науках о земле и экологии, обзор методов и приложений, БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ, УДК 551.4 (473.311), 2006.

## THE ASSESSMENT OF WIND MODE CHANGES OVER THE 20TH AND EARLY 21ST CENTURIES ON THE REPUBLIC OF MOLDOVA'S TERRITORY

Mleavaia Galina\*

\*Institute of Ecology and Geography,  
Academy of Sciences Republic of Moldova

#### Abstract

The article presents a research focused on studying the statistical characteristics and identifying the patterns of spatial-temporal variability of wind mode in response to features of the complex relief conditions on the Republic of Moldova's territory over the 20th – early 21st centuries. The assessed results on the frequency of wind directions, monthly and annual average of wind speed indicators are submitted. The revealed trends in wind patterns are presented as a series of maps.

**Key words:** wind speed, wind mode, spatial-temporal variability.

#### Materials and investigation methods.

The information on wind speed registered at 14 meteorological stations of the State Hydro-meteorological Service of the Republic of Moldova was used as reference source for the research. Original results were obtained by applying up-to-date research methods and GIS-technologies. A database of monthly and annual wind speed for 1945-2010 years was created by using the MS Excel application. The statistical analysis was conducted by using the program STATGRAPHICS PLUS. Construction of maps was executed by the application SURFER package, specifically by use of “Minimum Curvature” interpolation method.

#### Introduction.

Wind is the reflection of the global scale atmospheric circulations processes. It plays a key role in the global transport of heat and energy. Variability, observed in the wind parameters, may be an indicator of larger changes in the overall climate system. Historically, in climate researches, more attention was dedicated to such parameters as temperature and precipitation, than to wind speed and direction. The last scientific information on the wind regime on the Republic of Moldova's territory was published in 1978 [1]. Since then, significant changes happened in the localization of the meteorological stations due to urbanization process, their instrumental performances, and changes in the height on the measuring instruments. Therefore, taking into account the changes in regional climate patterns is of specific scientific interest the evaluation of spatial-temporal variability in the wind regime in the current period of time.

#### Investigation results.

The wind mode may be defined as the temporal change of the direction, force and speed of wind. Direction data have been evaluated using traditional