

EVALUAREA SUSCEPTIBILITĂȚII LA ALUNECĂRI DE TEREN ÎN SECTORUL-CHEIE CRIULENI

N. BOBOC, I.U. BEJAN, T. CASTRAVEȚ

Institutul de Ecologie și Geografie, A.Ș.M.

Abstract. L'étude représente une analyse détaillée de la propagation des glissements de terrain sur un secteur clé, dans le district de Criuleni - une zone fortement touchée par les processus de versant. L'analyse était basée sur les cartes topographiques à l'échelle 1: 25 000 (année 1970) et images orthophoto (année 2007) avec une résolution de 40 cm et les recherches sur le terrain. Avec l'utilisation du SIG a été évalué l'influence de la lithologie, les conditions géomorphologiques et l'utilisation des terres sur la dynamique temporelle et répartition spatiale des glissements de terrain. Grâce à ces techniques ont été déterminé le nombre de glissements de terrain (33) et le susceptibilité de cette zone aux glissements de terrain.

Cuvinte-cheie: Landslides, Codrii Heights, Criuleni key sector

INTRODUCERE

Zona de studiu cuprinde sectorul-cheie Criuleni, o regiune deluroasă din SE Podișului Codrilor. Deoarece utilizarea terenurilor, panta reliefului, structura geologică și densitatea covorului vegetal sunt principalii factori ai alunecărilor de teren, Modelul Numeric al Terenului și imaginile NDVI reprezintă cheia în aprecierea susceptibilității teritoriului la aceste procese geomorfologice.

Relieful zonei este reprezentat printr-o înșiruire de dealuri alungite, orientate NV-SE și separate prin văile afluenților principali de dreapta ai Nistrului (fig. 1). Altitudinea reliefului variază între 7,3 și 221,3 m. Altitudinea medie este de 111,9 m, majoritatea valorilor încadrându-se intervalului de 61,5-162,5 m (tab. 1). Valorile sub 50 m constituie 14,9% din teritoriu, corespunzând luncilor Nistrului, Bâcului și Bălțatei. Interfluviile au altitudinea cuprinsă între 150 și 200 m, iar versanții – 50-150 m.

Tabelul 1.

Treptele de altitudine și suprafața lor

Nr	Trepte de altitudine, m	Suprafața, km ²	Suprafața,%
1	7,3 - 50	52,67	14,9
2	50 - 100	80,37	22,8
3	100 - 150	125,93	35,7
4	150 - 200	89,03	25,2
5	200 – 221,4	4,75	1,3
	Total	352,75	100,0

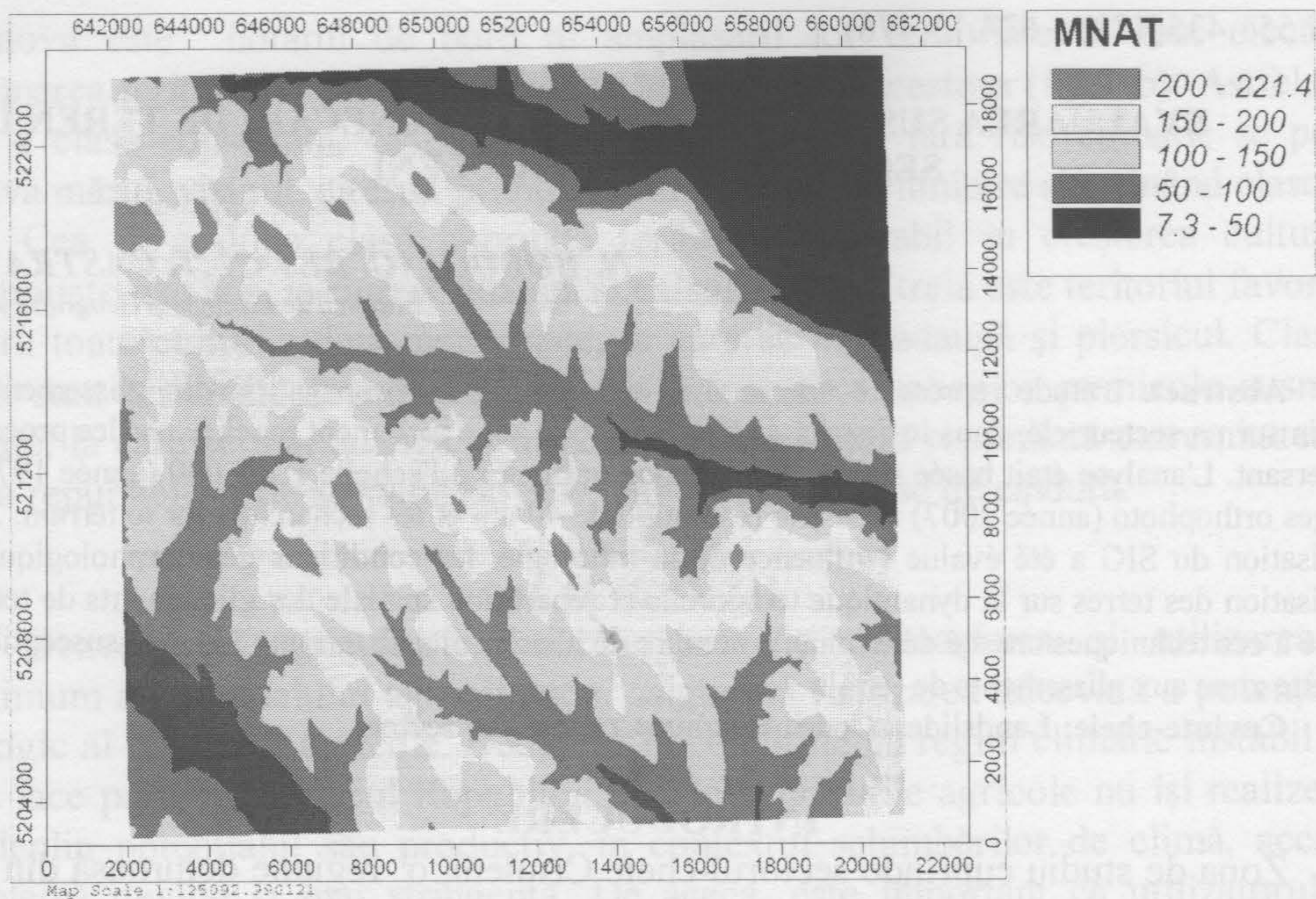


Figura 1. Modelul numeric al terenului

Panta medie a reliefului pentru toată zona este de 4,86 grade, având majoritatea valorilor cuprinse între 1,6 și 8,2 grade. Valorile minime ale declivității, sub 2° , se suprapun luncilor și interfluviilor. Versanții de dreapta ($10-30^{\circ}$), comparativ cu cei de stânga ($5-10^{\circ}$), au o înclinare evident mai pronunțată.

Tabelul 2.

Panta versanților

Nr	Panta, grade	Suprafața, km ²	Suprafața, %
1	0 - 2	72,72	20,62
2	2 - 5	131,54	37,29
3	5 - 7	67,95	19,26
4	7 - 10	53,15	15,07
5	10 - 15	24,72	7,01
6	15 - 30.6	2,68	0,76
	Total	352,75	100,00

Structura geologică a sectorului-cheie Criuleni. În cadrul teritoriului, cele mai vechi roci apar sub aluviul de vârstă holocenă a luncilor râurilor Nistru și Ichel, fiind reprezentate prin marne, calcare peltomorfe, oolitice și foraminiferice cu grosimi de până la 25 m care aparțin Basarabianului inferior și probabil Volhinianului ($N_1Vh+N_1Bs^1$).

Fundurile vâlcelelor, luncile și sectoarele inferioare ale versanților văilor afluenților Nistrului (Ichel, Bălțata și Bâc) sunt formate pe calcare cu intercalații de nisipuri și argile de vârstă Basarabianului mediu și superior, cu grosimi de până la 40 m.

Sectoarele medii și superioare ale versanților sunt formate din roci nisipo-argiloase cu intercalații și lentile de calcare cochilifere Chersoniene (N_1Ch), cu grosimi de până la 100 m.

Interfluviile se suprapun pe formațiuni nisipo-argiloase Chersoniene și Meoțiene, reprezentate prin depozite aluviale ritmice, cu grosime totală de 40-45 m. Fiecare ritm începe cu nisipuri cuarțoase mediu-granulare și se sfârșește cu nisipuri micro-granulare. Nisipurile au stratificație oblică și conțin uneori lentile de gresii, iar spre partea superioară trec în nisipuri micro-granulare argiloase și aleurite (Boboc N., Ercanoglu M. et al., 2009).

Interfluviile din vecinătatea văii Nistrului sunt alcătuite din depozite aluviale pliocene. Acestea se referă la subetajele Akchagylianului (Romanianului) mediu și superior (orizontul Bălțata) reprezentate prin depozite aluviale și subaerale ale terasei a XI-a a Nistrului (Ob`iasnitelinaia zapiska, 1988). Grosimea totală a acestora atinge 20 m.

Depozitele terasei a X-a a Nistrului (orizontul Fârlădeni), reprezentate prin nisipuri micro- și mezogranulare cu prundișuri și pietrișuri formate din jasp carpatic, gresii vendiene și aleurite, se atribuie Akchagylianului superior (Cepalâga, 1962).

METODOLOGIA

Studiul se referă la utilizarea teledetecției și a Sistemelor Informaționale Geografice în vederea identificării zonelor susceptibile la alunecări de teren, presupunând generarea hărților tematice legate de factorii cauzali. Etapele de realizare a cercetării sunt prezentate în figura 2 (Amirdha et Sudha, 2007; Rădoane, Rădoane, 2007).

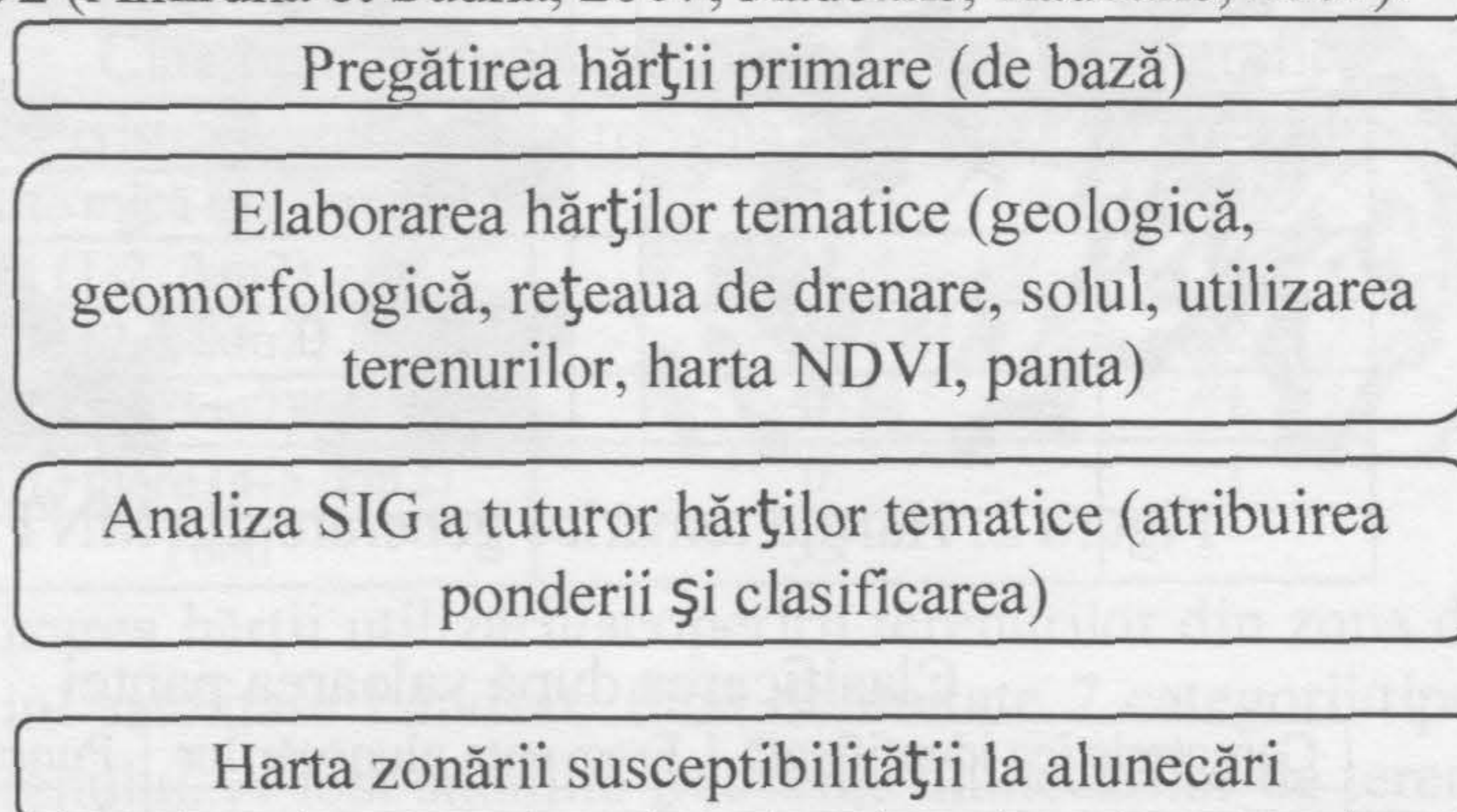


Figura 2. Etapele de efectuare a studiului

Pentru toate hărțile tematice, în coloanele din tabelul de atribute, sunt introduse valorile respective și apoi analizate într-un mediu SIG. Am utilizat soft-ul ArcGIS 9.3.1 pentru a genera curbele de nivel în baza hărții topografice la scara 1:25.000 (Topograficeskie carti..., 1970). În baza acestora a fost generat modelul numeric al terenului pentru zona de studiu. În baza MNT au fost realizate alte straturi tematice, cum ar fi harta pantelor, harta energiei reliefului, harta densității rețelei de drenaj și harta frecvenței rețelei de drenaj. Hărțile realizate au fost clasificate, iar pentru fiecare clasă a fost calculată frecvența alunecărilor de teren. De asemenea, pentru fiecare dintre clasele de valori a fost stabilită poziția vizavi de susceptibilitatea la alunecări de teren. În cazul pantei terenului au fost evidențiate 6 clase (tab.3).

Se observă o frecvență mai mare a alunecărilor (20 de alunecări) amplasate pe treapta de pantă $10-15^{\circ}$, urmând treapta $7-10^{\circ}$ și $>15^{\circ}$ (tab. 3), cărora li s-au alocat și cele mai mari valori ale importanței factorului respectiv pentru declanșarea alunecărilor de teren.

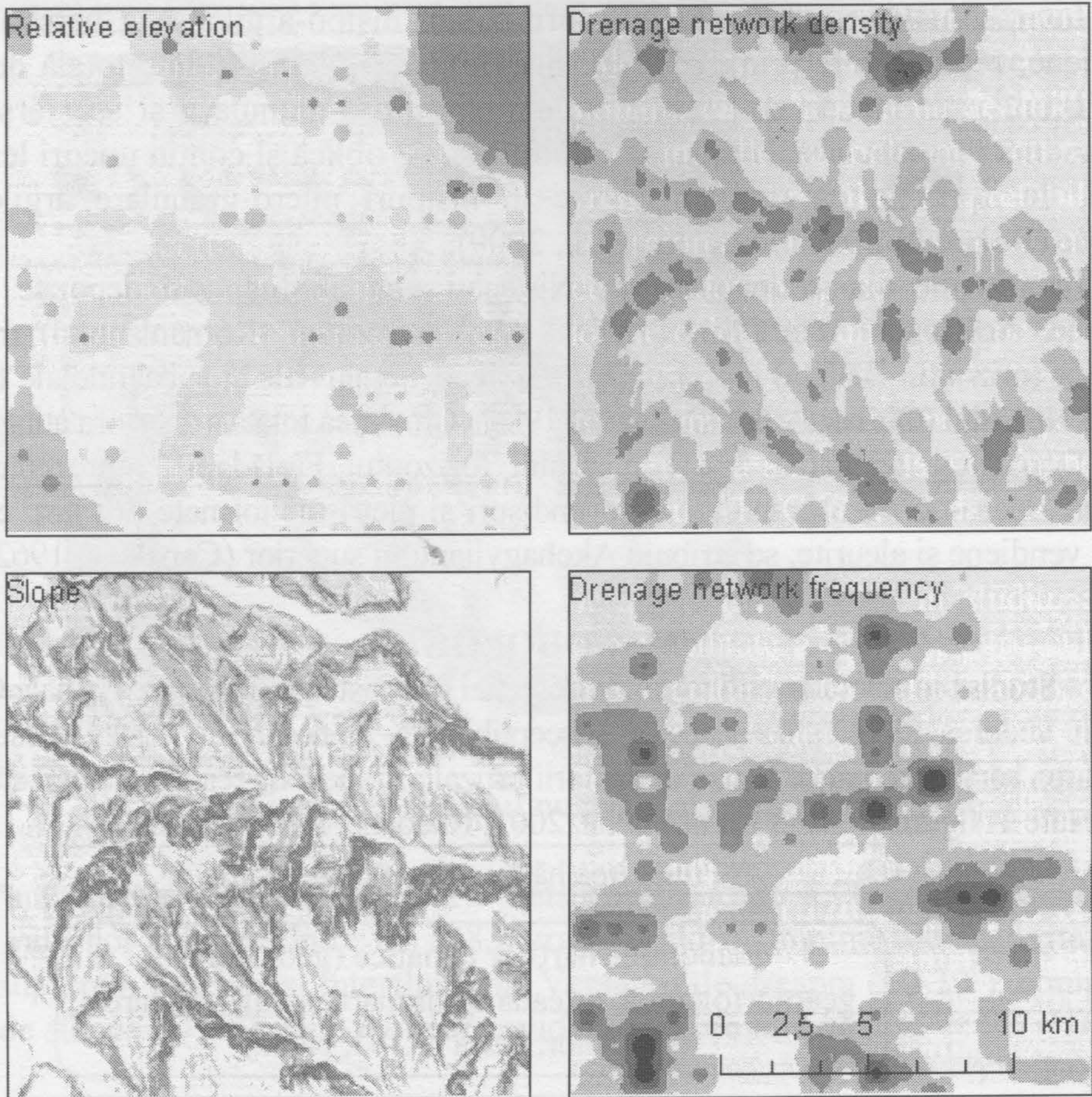


Figura 2. Hărțile tematice generate din MNT

Tabelul 3.

Clasificarea după valoarea pantei

Caracteristica identificată	Frecvența alunecărilor	Punctajul
Foarte mică (0-2°)	1	1
Mică (2-5°)	1	1
Medie (5-7°)	2	1
Moderată (7-10°)	6	2
Mare (10-15°)	20	4
Foarte mare (>15°)	3	2
Total	33	

Harta energiei reliefului (altitudinea relativă) a fost realizată astfel: (1) teritoriul a fost împărțit într-o rețea de pătrate cu suprafața de 1 km², care au fost suprapuse peste modelul numeric al terenului (Zonal Statistics utilizând Hawth's Analysis Tools pentru ArcGIS); (2) în fiecare celulă a grilei a fost calculată diferența dintre valorile maxime și minime ale altitudinii. Similar cu valorile pantei, harta obținută a fost reclasificată, iar pentru fiecare dintre clase a fost calculată frecvența alunecărilor de teren și stabilit punctajul (tab. 4).

Clasificarea după energia reliefului

Caracteristica identificată	Frecvența alunecărilor	Punctajul
Foarte mică (< 30 m)	1	1
Mică (30-60 m)	0	1
Medie (60-90 m)	10	3
Mare (90-120 m)	18	4
Foarte mare (120-150 m)	4	2
Total	33	

Rețeaua de drenaj pentru orice suprafață este influențată de litologie, pantă, structură, etc. Harta rețelei de drenaj din zona de studiu este predominant dendritică. În general, modelul dendritic indică lipsa tipurilor structurale și o structură litologică relativ uniformă. Cursurile principale de apă sunt orientate pe direcția NV-SE. Harta frecvenței cursurilor de apă a fost generată în baza rețelei de drenaj generată automat (utilizând modulul Channel Network în SAGA GIS) în baza modelului numeric al terenului. Frecvența cursurilor de apă este determinată de diferiți factori, cum ar fi cantitatea de precipitații, covorul vegetal, permeabilitatea solului și a rocilor (tab. 5). De asemenea, este influențată și de relieful terenului. Harta respectivă a fost reclasificată, iar claselor le-au fost atribuite ranguri în baza frecvenței alunecărilor de teren.

Tabelul 5.

Clasificarea după frecvența rețelei hidrografice

Caracteristica identificată	Frecvența alunecărilor	Punctajul
Foarte mică (<1 /km ²)	5	2
Mică (1-2 /km ²)	22	4
Medie (2-3 /km ²)	6	2
Mare (3-4 /km ²)	0	1
Foarte mare (4-5 /km ²)	0	1
Total	33	

Pentru realizarea hărții utilizării/acoperirii terenurilor din zona de studiu au fost utilizate imagini satelitare Landsat, fiind delimitate 7 categorii/tipuri de utilizare/acoperire a terenului. A fost stabilită frecvența alunecărilor de teren după tipul de utilizare a terenurilor și stabilite rangurile acestora (tab. 6).

Tabelul 6.

Clasificarea după utilizarea/acoperirea terenului

Caracteristica identificată	Frecvența alunecărilor	Punctajul
Arabil	4	2
Vii	0	1
Livezi	0	1
Pășuni	3	2
Localități	2	2
Păduri	24	4
Ape	0	1
Total	33	

Harta geologică a fost realizată în baza hărților geologice existente la scara 1:50.000 și 1:200.000. A fost stabilită frecvența alunecărilor de teren după tipul de rocă și rangurile acestora (tab. 7).

Clasificarea după tipul de rocă

Caracteristica identificată	Frecvența alunecărilor	Punctajul
Argilă	2	1
Nisip argilos	1	1
Nisip	30	4
Calcare	0	0
Total	33	

ANALIZA SPAȚIALĂ

Clasificarea temelor s-a realizat într-un mod imparțial, în funcție de frecvența de apariție a alunecărilor de teren pe o anumită temă.

Straturile hărții au fost considerate ca entități separate și fiecare caracteristică a stratului hărții a fost ierarhizată în funcție de frecvența de apariție a alunecărilor de teren. Numărul mai mic de apariții a alunecărilor de teren, indică susceptibilitatea scăzută la alunecări de teren, în timp ce rangul 4, indică susceptibilitatea mare la alunecări de teren. Localizarea alunecărilor de teren pe hartă s-a realizat pe harta topografică (1:50.000). În total au fost reprezentate grafic și analizate 33 alunecări.

Etapa de pregătire a hărții de localizare a alunecărilor de teren este importantă, deoarece, atunci când sunt suprapuse pe alte hărți tematice, pot fi utilizate pentru a atribui o anumită pondere pentru diferite teme. Punctajul este acordat pentru diferite teme, are valori diferite și este în funcție de frecvența de apariție a alunecărilor de teren.

Straturile vector sunt utile pentru a descrie caracteristicile distincte ale peisajului. Reprezentarea vector al unui obiect este o încercare de a reprezenta un obiect cât mai exact. Spațiul de coordonate se presupune a fi continuu, nu cuantificat, cum este spațiul raster, permițând definirea precisă a tuturor pozițiilor, lungimilor și dimensiunilor. În acest studiu analiza SIG a fost efectuată în format vector, folosind rândurile și ponderile enumerate anterior.

REZULTATE

Harta finală a zonării teritoriului după gradul de susceptibilitate la alunecări de teren a fost pregătită din diferite hărți tematice prin aplicarea analizei diferențiate într-un mediu SIG. Astfel, întreaga zonă de studiu de pe harta finală a zonării susceptibilității la alunecări de teren a fost împărțită în 5 zone, rezultatele fiind prezentate în tabelul 8.

Pe baza studiilor efectuate, folosind tehnici de teledetecție și SIG, a fost elaborată harta zonării susceptibilității la alunecări de teren (fig. 3). Întreaga zonă de studiu a fost împărțită în cinci zone diferite de sensibilitate la alunecările de teren: zero, foarte scăzută, medie redusă, medie sporită și foarte mare. Folosind această tehnică, au fost identificate zonele care sunt vulnerabile la alunecări de teren.

Tabelul 8.

Ponderea susceptibilității la alunecări de teren

Nr.	Categoria	% din teritoriu
1	Susceptibilitate zero	1%
2	Susceptibilitate foarte scăzută	40%
3	Susceptibilitate medie redusă	26%
4	Susceptibilitate medie sporită	24%
5	Susceptibilitate foarte mare	10%

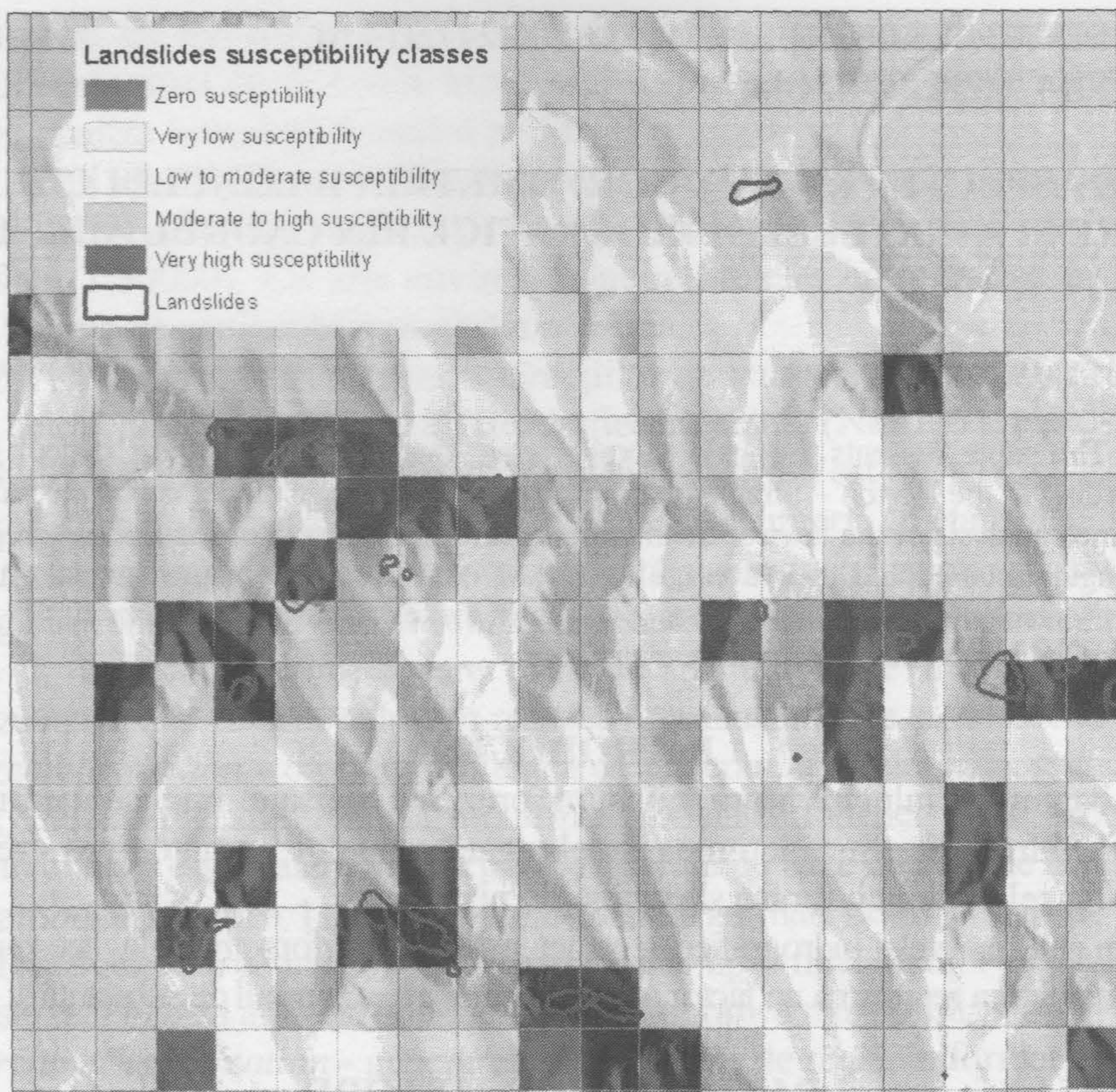


Figura 3. Harta susceptibilității la alunecări de teren a sectorului-cheie Criuleni

BIBLIOGRAFIA

1. Amirdha Priyadharshini P. *, Sudha M. *, Sanjeevi S. and Jayaseelan S. *. Remote sensing and gis for landslide vulnerability studies in the Kodaikanal hills, South India. III yr B.E. (geoinformatics), Anna University, Chennai-25. 2007.
<http://www.geospatialworld.net/>
2. Boboc N., Ercanoglu M, Sîrodoev Gh., Bejan Iu., Sîrodoev I.G., Castraveț T., Jechiu R., Muntean Valentina, Bolfos N., Serbina Svetlana Contributions to spatial landslide assessments in the Bâc Tableland, Analele Universității „Ștefan Cel Mare” Suceava, Secțiunea Geografie ANUL XVIII - 2009, 19-24 p.
3. Cepalâga A.L. Materialy po stratigrafii eopleistotenovîh terras Nijnego Dnestra. Tr. Odessk. Gos. Un-ta, seria geol.-geogr. nauk. T. 156, vîp. 3, 1962. p. 83-98.
4. Ob`iasnitelinaia zapiska k gheologhiceskoi karte Moldavskoi SSR, 1: 200 000. Chișinău, 1988. 273 pag.
5. Ortofoto imagini pentru sectorul-cheie Criuleni, 2007
6. Rădoane M., Rădoane N., Geomorfologia aplicată. Editura Universității Suceava, 2007, 377 pag.
7. Topograficeskie cartî Moldavskoi SSR, 1 : 25 000, Glavnoe upravlenie Gheodezii i Cartografii SSSR, Moskva, 1970