

EVALUAREA COEFICIENTULUI DE SUSCEPTIBILITATE LA ALUNECARE A TERENURILOR DIN ZONA SUBCARPATICĂ DINTRE TROTUȘ ȘI ȘUȘIȚA

Adrian GROZAVU

Cuvinte cheie: alunecări de teren, analiză cantitativă, coeficient de susceptibilitate.
Key words: landslides, quantitative analysis, susceptibility index.

Evaluation du coefficient de susceptibilité au glissement des terrains dans la zone subcarpatique comprise entre Trotuș et Șușița. Les conditions géologiques, la néo-téctonique active, les caractéristiques morphométriques du relief, les variations climatiques et même l'impact anthropique, constituent des prémisses favorables pour la manifestation des glissements de terre dans la région subcarpatique située entre Trotuș et Șușița, en déterminant l'encadrement de celle-ci parmi les aires de la Roumanie où ce type des processus ont une fréquence grande et très grande. La répartition des glissements de terre d'après les principales groupes lithologiques, la pente et l'exposition des versants et l'application de la "méthode du cube matriciel", nous a permis l'évaluation du coefficient de susceptibilité des terrains au glissement: susceptibilité modérée pour la plupart des cas, où représentative est la combinaison lithologie D, pente 15-30° et >30° et exposition variée; susceptibilité grande pour les groupes lithologiques C et D, pente 5-15°, exposition N, NO et O; susceptibilité sévère pour le groupe lithologique C, pente 15-30°, exposition E et SE et pour le groupe lithologique D, pente 5-15°, exposition NE et SE;

Reprezentând „procese de modelare a terenurilor în pantă, sub acțiunea gravitației, care se produc pe o suprafață de demarcație, între o parte mobilă și una stabilă a depozitelor de suprafață” (Surdeanu, 1998), alunecările de teren găsesc condiții favorabile de dezvoltare în cuprinsul regiunii subcarpatice dintre Trotuș și Șușița, fapt ce determină încadrarea acestora printre ariile din România în care acest tip de procese au o **frecvență mare și foarte mare** (Surdeanu, 1998, după Bălteanu, 1997; Ielenicz, 1970; Rădulescu, 1959).

Condițiile geologice, neotectonica activă, caracteristicile morfometrice ale reliefului, variațiile climatice și, nu în ultimul rând, impactul antropic, constituie principalele cauze în declanșarea frecventă a deplasărilor în masă.

Cauzele directe, cu acțiune imediată, având drept rezultat încetarea stării de echilibru a versanților, sunt date de condițiile pluviometrice și hidrologice deosebite, cu consecințe în creșterea presiunii interstițiale după ploi de lungă durată și cu cantități mari de apă, ca și de intervențiile brutale, naturale sau artificiale, asupra versanților (cutremure, excavații, supraîncărcarea acestora etc.).

Printre *cauzele indirecte* se numără substratul geologic, procesele fizice și chimice care duc la distrugerea acestuia, mișcările epirogenetice, morfologia preexistentă ș.a.

Substratul geologic din regiune este reprezentat printr-o diversitate de orizonturi impermeabile și permeabile (marno-argiloase, argiloase, argilo-nisipoase, nisipuri, pietrișuri, luturi, tufuri, gipsuri etc.) (Dumitrescu, 1952; Grasu și colab., 1999). Deosebit de importantă este dezvoltarea unei cuverturi de depozite de versant, apărute în urma meteorizației, ca și evoluția acestora sub aspect fizic și chimic. În cazul unor văi elementare se constată o înecare a lor cu depozite deluviale, motiv pentru care acestea ar putea fi considerate mai degrabă creația proceselor de alunecare și nu a unei scurgeri concentrate.

Mișcările neotectonice pozitive din jumătatea vestică a regiunii, compensate în jumătatea estică de mișcări în sens negativ (Cornea și colab., 1979), au drept consecință o activitate erozională intensă executată de rețeaua hidrografică, fapt ce se răsfrânge la rândul său în tendința de compensare a dezechilibrelor ce apar în treimea inferioară a versanților prin procese de degradare prin alunecări.

Caracteristicile morfometrice ale reliefului se concretizează printr-o energie de relief cu valori medii cuprinse între 200-250 m și o densitate medie a fragmentării între 2,0-2,5 km/km² (Grozavu, 1992).

O caracteristică pentru alunecările de teren din regiune - ca de altfel și pentru cele de la nivelul întregii țări, unde doar în foarte puține cazuri este afectat și substratul - este că s-au dezvoltat în depozite de cuvertură, mecanismele de producere și derulare a fazei dinamice fiind coordonate de proprietățile acestora.

După grosimea depozitelor, alunecările de teren din regiune acoperă trei categorii importante:

- alunecări superficiale, cu grosime de până la 2 m, cu frecvența cea mai mare și care de obicei reprezintă reactivări ale vechilor suprafețe cu alunecări, dar sunt prezente și pe versanții care au suportat un singur ciclu de procese de mișcare în masă;

- alunecări de profunzime medie, cu grosimi între 2-5 m;

- alunecări profunde, cu grosimi ce depășesc 5 m, cu frecvență ceva mai redusă, dar care, acolo unde se produc, capătă amploare deosebită (cazul perimetrului Gura Văii de pe versantul stâng al Trotușului, capătul vestic al interfluviului Trotuș-Oituz, sectorul superior al bazinul pârâului Buciumi, sectorul inferior al Curiței și, mai ales, bazinele Verdea, Alba, Rădoaia, Valea Babei ș.a. de pe versantul stâng al Șușiței);

După stadiul de evoluție, alunecările sunt active, semistabilizate și stabilizate, iar după morfologia determinată acestea aparțin diferitelor tipuri: complexe, cu monticuli și valuri, în trepte și brazde, lenticulare etc.

Cele mai frecvente și totodată cele mai importante prin consecințele lor sunt alunecările complexe, intervențiile pentru stabilizarea lor fiind foarte costisitoare. Ele sunt alunecări profunde, cu deluviile în general vechi, cu grosimi ce depășesc 5 m, aflate în deplasare lentă pe pante, generalizate pe importante arii de versanți, așa cum este cazul celor din perimetrele menționate mai sus.

Alunecările din perimetrul Gura Văii (versantul stâng al Trotușului) sunt de tipul alunecărilor active complexe, sub formă de trepte în alternanță cu monticuli (Brânduș, 1981). Ele au luat naștere pe seama depozitelor sarmațiene, slab înclinate către sud-vest, alcătuite din argile marnoase în bază (constituind substratul lubrifiant de alunecare). În numeroase puncte din cadrul frunții terasei de 45-65 m de pe dreapta văii Trotușului, din aval de Onești, deluviile de alunecare parazitează podurile teraselor inferioare sau diversele trepte ale luncii, iar în câteva sectoare (aval de Gura Văii, amonte și aval de confluența pârâului Călugărului cu Trotușul), acestea vin în contact direct cu albia minoră, obligând-o să se abată de la direcția inițială.

În aceeași categorie a alunecărilor active complexe se încadrează și cele din bazinele râurilor afluate pe stânga Șușiței (Verdea, Alba, Rădoaia, Valea Babei ș.a.), aflate în fază dinamică, cu corpurile alunecărilor puternic fragmentate, pe care se întâlnesc și alte tipuri morfologice (monticuli, valuri, trepte și brazde, lentile etc.), în cadrul unor areale în care evoluția dinamică se produce diferențiat.

Alunecările în trepte și brazde, cu masa deluvială deranjată și pătura de sol puternic distrusă, reprezintă de regulă reactivări parțiale sau totale ale vechilor forme de alunecare, aflate în stare de echilibru. Ele se întâlnesc pe capătul interfluviului Trotuș-Oituz, în bazinul superior al pârâului Buciumi, pe versanții de tip cuestas ale unor văi subsecvente afluate Trotușului (Bogdana, Căiuți, Pralea, Bilca) ș.a.

Alunecările lenticulare sunt alunecări de mică adâncime, a căror declanșare este controlată în special de excesul de umiditate realizat la un moment dat în masa deluvială. Ele apar pe toate categoriile de deluvii, însă în mod special ele se întâlnesc în regiune pe frunțile teraselor medii și înalte ale Troțușului și Șușiței, pe deluvii uniforme din punct de vedere granulometric, predominant luto-argiloase. Zonele de desprindere sunt slab evidențiate, cu înălțimi sub 1 m, iar corpurile alunecărilor sunt în general puțin fragmentate.

Analiza cantitativă a alunecărilor de teren din zona subcarpatică dintre Troțuș și Șușița s-a făcut prin luarea în considerare, din multitudinea factorilor ce favorizează declanșarea acestora, a trei elemente cu influență maximă în controlul fenomenului respectiv și anume, roca de bază, panta versanților și expoziția versanților (**Tabelul 1**).

Au fost parcurse următoarele etape de lucru:

- inventarierea arealelor cu alunecări de teren, pe baza cartărilor de teren, a aerofotogramelor și a fondului topografic în scara 1/25 000;
- repartizarea alunecărilor de teren pe grupe litologice;
- repartizarea alunecărilor de teren funcție de panta și expoziția versanților;
- repartizarea terenurilor alunecate în funcție de modul de utilizare (pășuni și fânețe, vii și livezi, teren agricol, vetre de sat);
- determinarea coeficientului de susceptibilitate a terenurilor la alunecare, prin aplicarea metodei "cubului matricial";

Precizăm că obiectul inventarierii l-au constituit doar terenurile situate în afara masivelor păduroase compacte în care cartarea amănunțită de teren este extrem de dificil de realizat. A fost inventariată astfel o suprafață (unitate de management) însumând circa 276,89 km² pe care sunt prezente alunecări, reprezentând terenurile din zonele depresionare, din lungul văilor principale și secundare, precum și a celor puternic poienite de la partea superioară a versanților, a cărei pondere în suprafața totală a regiunii este de aproximativ 26,3%.

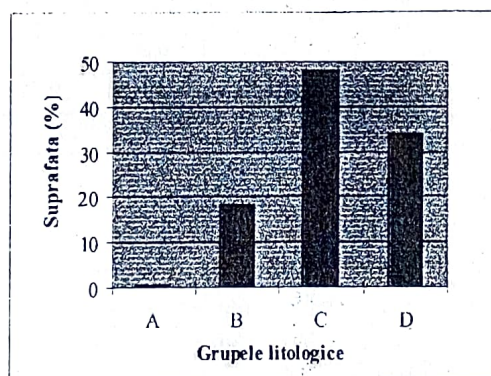


Fig. 1 Repartizarea alunecărilor pe grupe litologice

În cadrul acestei suprafețe, alunecările de teren (active, parțial stabilizate și stabilizate) se manifestă pe circa 86,45 km², ceea ce reprezintă 31,2% din aceasta.

Repartizarea pe grupe litologice (4 clase, enumerate de la A la D) evidențiază un răspuns diferențiat al extinderilor alunecărilor de teren pentru unitățile litologice determinate (**Fig. 1**).

Ponderea cea mai mare a suprafețelor cu alunecări (47,7%) revine grupei litologice C, cu susceptibilitate mare la alunecări, deși ponderea acesteia în suprafața totală a regiunii este doar de 19,8%. Ponderi importante (33,7%) se înregistrează și în cadrul grupei litologice D, după care urmează grupele B (18,3%) și A (cu doar 0,3%).

Tabelul 1. Repartiția alunecărilor de teren (km²) în funcție de litologia dominantă, panta și expoziția versanților

Grupa litologică	Suprafața (km ² , %)	Panta versanților				Expoziția
		< 5°	5 - 15°	15 - 30°	> 30°	
A (Formațiunile de Răchitașu și de Haloș-Sărățel)	0,27 (0,3%)	-	0,17	-	-	N
		-	-	-	-	NE
		-	-	-	-	E
		-	-	-	-	SE
		-	-	-	-	S
		-	0,10	-	-	SV
		-	-	-	-	V
		-	-	-	-	NV
B (Formațiunile sarmațian-romaniene din Avânfosa s. str.)	15,81(18,3%)	0,04	1,36	0,51	1,35	N
		0,09	-	0,75	0,85	NE
		-	0,84	0,39	0,28	E
		-	0,12	0,42	-	SE
		0,29	0,43	1,33	0,83	S
		0,20	0,20	0,09	1,49	SV
		-	1,50	1,55	0,74	V
		-	0,31	0,42	-	NV
C (Formațiunile saliferă inferioară și cenușie cu gipsuri)	41,21 (47,7%)	-	2,89	1,81	0,05	N
		0,02	2,03	2,15	-	NE
		0,53	3,03	4,40	0,13	E
		0,47	3,72	4,73	0,08	SE
		0,14	2,06	1,39	0,28	S
		-	0,57	0,84	-	SV
		-	2,49	1,94	0,32	V
		0,19	2,86	4,11	-	NV
D (Formațiunile Villafranchian-cuatemare)	29,15 (33,7%)	0,07	1,80	0,37	0,78	N
		0,37	3,05	0,70	0,04	NE
		0,09	1,42	0,03	0,04	E
		-	3,01	1,48	0,77	SE
		0,01	0,25	0,15	0,02	S
		0,33	1,89	2,84	1,16	SV
		-	2,40	0,60	1,51	V
		-	1,87	0,97	1,06	NV

Repartiția în funcție de panta versanților (Fig. 2), grupați în patru clase (<5°, 5-15°, 15-30° și >30°), exprimând trăsăturile de bază ale morfologiei terenurilor, evidențiază faptul că cele mai multe alunecări (43,1%) se produc în clasa 5-15°, urmată de clasa 15-30° (38,7%), apoi de clasa >30° (14,8%) și de clasa <5° (cu doar 3,4%). Se observă, de asemenea, că în cazul rocilor aparținând grupelor D și B, cu matrice mai puțin argiloasă, sunt necesare pante mai mari pentru ca depozitele de versant să se pună în mișcare,

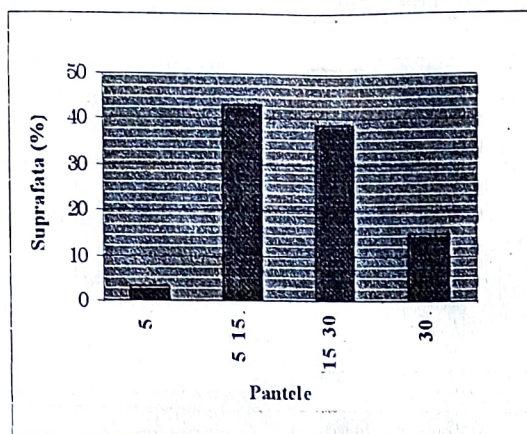


Fig. 2 Repartiția alunecărilor în funcție de panta versanților

în timp ce depozitele din grupa litologică C, cu mare cantitate de argilă în compoziție, necesită pante chiar sub 5° pentru a se deplasa gravitațional.

Repartiția în funcție de expoziția versanților, exprimată în 8 clase (N, NE, E, SE, S, SV, V, NV), oferă o dimensiune asupra influențelor de ordin climatic, cât și din punct de vedere al structurii geologice în răspândirea alunecărilor de teren (Fig. 3).

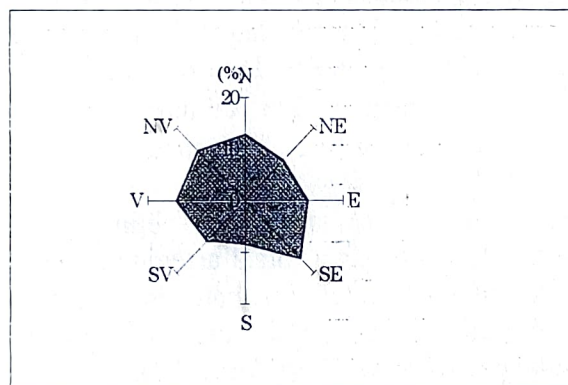


Fig. 3 Repartiția alunecărilor în funcție de expoziția versanților

Se constată că alunecările sunt repartizate oarecum uniform pe toate categoriile de expoziție, cu predominarea celor dezvoltate pe versanții cu expoziție SE (16%), cum este cazul versanților de pe partea stângă a Șușiței în cuprinsul depresiunii Câmpuri-Răcoasa, Trotușului, Cașinului și ai unor afluenți ai acestora. Factorul geologic, atât prin compoziția litologică dar mai ales prin dispunerea stratelor, exercită un control substanțial asupra alunecărilor.

Repartiția în funcție de utilizarea terenurilor (Fig. 4), evidențiază faptul că cele mai predispuse la alunecări sunt terenurile acoperite cu pășuni și fânețe (79,9%), urmate de terenurile defrișate ocupate de tufărișuri (10,3%), apoi de cele de sub livezi, vii și terenuri agricole (7,8%) și de cele din localitățile care și-au extins vetrele de sat pe versanți (2,0%).

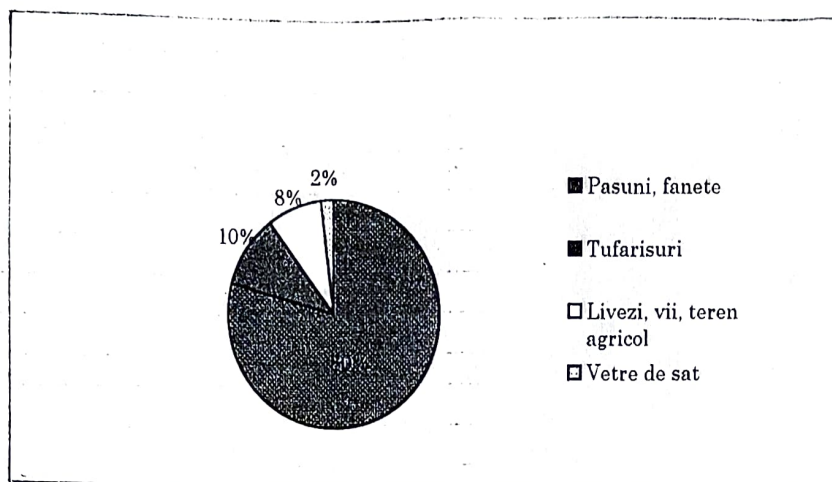


Fig. 4 Repartiția alunecărilor în funcție de utilizarea terenurilor

Evaluarea coeficientului de susceptibilitate a terenurilor la alunecare s-a făcut pe baza variabilelor reprezentate de roca de bază, panta versanților și expoziția lor, prin aplicarea metodei "cubului matricial" (Rădoane și colab., 1996).

Pe una din muchiile cubului s-au reprezentat cele 4 unități litologice distincte (notate de la A la D), pe cea de-a doua muchie au fost plasate cele 4 clase de pante ale versanților cu alunecări, iar pe cea de-a treia muchie s-au reprezentat clasele orientării versanților (notate cu inițialele punctelor cardinale). S-au obținut astfel un număr de celule (cuburi mai mici) în care a fost înscrisă suprafața perimetrelor cu alunecări, înregistrarea datelor **în toate celulele** făcându-se prin detașarea celor 8 felii din cub care reprezintă orientările. De exemplu, pe grupa litologică B, pe pante cuprinse între 15-30° și expoziție V, există 1,5 km² de teren afectați de alunecări, iar pe grupa litologică C, pe pante din clasa 5-15° și expoziție N, sunt circa 2,9 km² cu alunecări ș.a.m.d., după cum se poate observa și din **Tabelul 1**.

Matricea susceptibilității terenurilor la alunecare s-a obținut prin împărțirea valorii reprezentând suprafața terenului alunecat, la suprafața totală a regiunii considerate (suprafața de management) și înscrierea cifrei subunitare astfel rezultate în celula "cubului matricial" corespunzătoare din punctul de vedere al rocii, pantei și expoziției. Cifra respectivă reprezintă *coeficientul de susceptibilitate la alunecare a terenurilor (Tabelul 2)*.

Cu cât valorile lui sunt mai apropiate de 0, cu atât ponderea alunecărilor este mai neînsemnată în regiunea respectivă și invers, cu cât acesta este mai apropiat de 1, cu atât procesul de alunecare afectează o mai mare parte din teritoriu. În cazul grupei litologice A, rezistentă la alunecare, au fost semnalate numai patru cazuri de alunecări, repartizate la un număr mic de categorii de pantă, de aceea calculul coeficientului de susceptibilitate nu redă situația reală, nefiind luat în considerare.

Tabelul 2. Coeficientul de susceptibilitate la alunecare a terenurilor

Grupa litologică	Panta versanților				Expoziția
	< 5°	5 - 15°	15 - 30°	> 30°	
A (Formațiunile de Răchitașu și de Haloș-Sărățel)	-	0,61	-	-	N
	-	-	-	-	NE
	-	-	-	-	E
	-	-	-	-	SE
	-	-	-	-	S
	-	0,39	-	-	SV
	-	-	-	-	V
	-	-	-	-	NV
B (Formațiunile sarmațian-romaniene din Avanfosa s. str.)	0,003	0,086	0,032	0,085	N
	0,006	-	0,004	0,055	NE
	-	0,053	0,024	0,017	E
	-	0,007	0,026	-	SE
	0,019	0,027	0,084	0,052	S
	0,013	0,012	0,005	0,094	SV
	-	0,095	0,098	0,046	V
	-	0,019	0,027	-	NV
C (Formațiunile saliferă inferioară și cenușie cu gipsuri)	-	0,070	0,044	0,001	N
	0,001	0,049	0,052	-	NE
	0,013	0,073	0,106	0,003	E
	0,011	0,090	0,114	0,002	SE
	0,003	0,050	0,038	0,007	S
	-	0,014	0,020	-	SV
	-	0,060	0,047	0,007	V
	0,002	0,069	0,099	-	NV
D (Formațiunile Villafranchian-cuaternare)	0,002	0,062	0,012	0,026	N
	0,012	0,104	0,024	0,001	NE
	0,003	0,048	0,001	0,001	E
	-	0,103	0,050	0,026	SE
	0,001	0,008	0,005	0,001	S
	0,011	0,065	0,097	0,039	SV
	-	0,082	0,020	0,051	V
	-	0,064	0,033	0,036	NV

Plasarea valorilor acestui coeficient pe un grafic între 0 și 1 a condus la separarea mai multor clase de susceptibilitate (Fig. 5):

- susceptibilitate moderată (între 0 și 0,05), în care se plasează cele mai multe celule cu valori aparținând tuturor celor trei grupe litologice luate în considerare și unde reprezentativă este combinația: litologie D, pantă 15-30° și >30° și expoziție variată;

- susceptibilitate mare (între 0,05 și 0,10), unde se plasează o serie de alunecări aparținând, de asemenea, la toate cele trei grupe litologice, reprezentativă fiind combinația: litologie C și D, pantă 5-15°, expoziție N, NV și V;

- susceptibilitate severă (cu valori de peste 0,10), unde se plasează o serie de alunecări din grupa litologică C, pantă 15-30°, expoziție E și SE, cât și din grupa litologică D, pantă 5-15°, expoziția NE și SE.

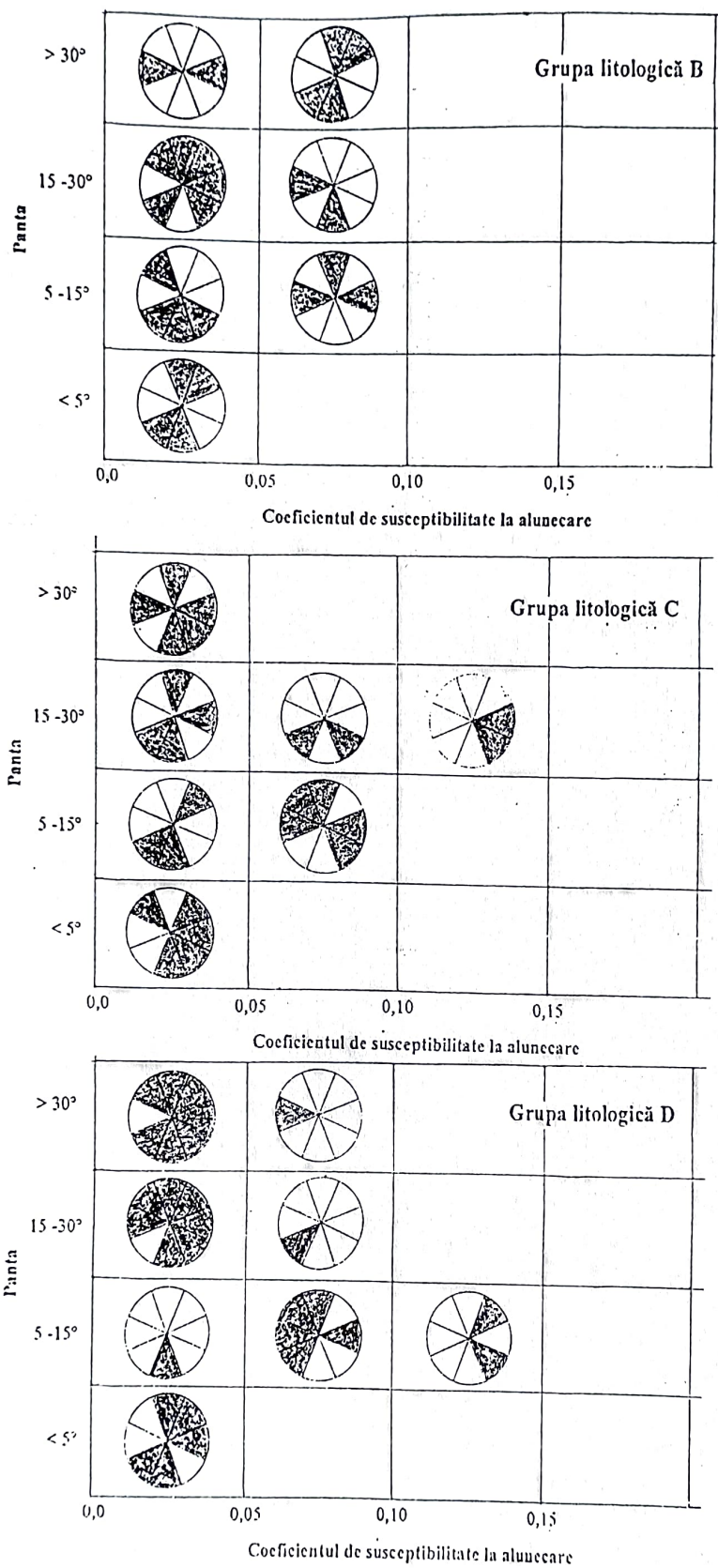


FIG. 5 Susceptibilitatea la alunecare a terenurilor din zona subcarpatică dintre Trotuș și Șușița

BIBLIOGRAFIE

- BRÂNDUȘ, C.** (1981). *Subcarpații Tazlăului. Studiu geomorfologic*, Edit. Academiei R.S.R., București.
- CORNEA, I., DRĂGOESCU I., POPESCU M., VISARION M.** (1979). *Harta mișcărilor verticale recente pe teritoriul R.S. România*, St. Cercet. Geol., Geofiz., Geogr., tom. 17, Nr.1, București.
- DUMITRESCU, I.** (1952). *Studiul geologic al regiunii dintre Oituz și Coza*, An. Com. Geol., XXIV, București.
- GRASU C., CATANA C., MICLAUȘ CRINA, BOBOȘ I.** (1999). *Molasa Carpaților Orientali. Petrografie și sedimentogeneză*, Edit. Tehnică, București.
- GROZAVU, A.** (1992). *Subcarpații dintre Trotuș și Șușița - corelații morfometrice*, An. Univ. "Ștefan cel Mare" Suceava.
- RĂDOANE, MARIA, ICHIM, I., RĂDOANE, N., DUMITRESCU, GH., URSU, C.** (1991). *Analiza cantitativă în geografia fizică*, Edit. Universității "Al. I. Cuza" Iași.
- SFICLEA, V., BARBU, N.** (1956). *Observații fizico-geografice asupra raionului Panciu (regiunea Galați)*, Probl. de Geogr., vol. IV, București.
- SURDEANU, V.** (1998). *Geografia terenurilor degradate*, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- ***** (1967). *Harta geologică a României (foile Bacău, Bârlad, Focșani și Covasna)*, sc. 1/200 000, Institut. Geol. Rom., București.