

## PROCEDEE SIG UTILIZATE PENTRU EVALUAREA RISULUI GEOMORFOLOGIC

Ludovic-Ștefan Kocsis\*, Adrian Grozavu\*

Problematica riscului, abordată de prezenta lucrare, se numără printre cele mai actuale preocupări ale cercetătorilor, dat fiind faptul că riscul este un rezultat al caracterului aleatoriu al unor fenomene naturale sau antropice, fiind marcată imposibilitatea determinării precise a amplitudinii, datei sau locului viitorului eveniment.

Astfel, riscul este definit ca reprezentând probabilitatea reală de expunere a omului și a spațiului de activitate al acestuia la acțiunea unui *hazard* de o anumită mărime. El presupune două laturi: pe de o parte, fenomenul fizic așa cum este el și posibilitatea de repetare a lui la scări și cu efecte mai mari, iar pe de alta, potențialul acestuia de a crea prejudicii omului și spațiului de activitate al acestuia.

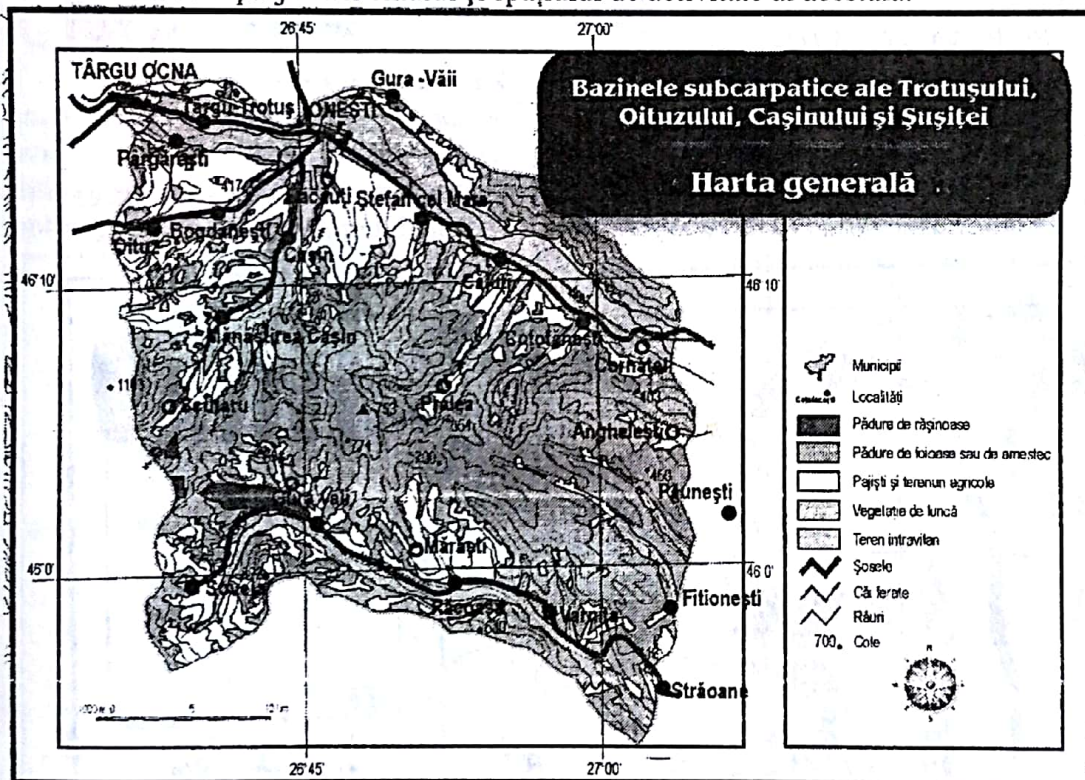


Figura 1. Zona studiată

Focalizând privirea către riscul geomorfologic, am putea considera că acesta reprezintă *probabilitatea ca anumite fenomene de instabilitate geomorfologică să se manifeste pe un teritoriu, într-un interval de timp determinat, vizând, prin urmare, ansamblul de amenințări care vin din instabilitatea caracteristicilor de suprafață ale Pământului, totalitatea fenomenelor care produc modificări în starea de echilibru*

\* Universitatea „A.I. Cuza” Iași



*dinamic al versanților și contribuie la degradarea reliefului terestru.* În această noțiune de risc geomorfologic preferăm să includem totalitatea fenomenelor care produc modificări în starea de echilibru dinamic al versanților și contribuie la degradarea reliefului terestru.

Cunoașterea mediului a devenit de foarte timpuriu scopul cercetărilor omenirii, care a avut la baza în permanență încercarea de a înțelege fenomenele naturale și legile ce le guvernează, singura abordare posibilă până în prezent fiind crearea de modele, pe baza legilor cunoscute, care să aproximeze cât mai fidel posibil fenomenele studiate, în limitele posibilităților fizice de identificare, detectare și măsurare a factorilor determinanți și a relațiilor cantitative dintre aceștia, precum și ale posibilităților de stocare și calcul. Astfel, orice model existent până la ora actuală are limitările proprii, și propriul grad de apropiere față de fenomenul modelat.

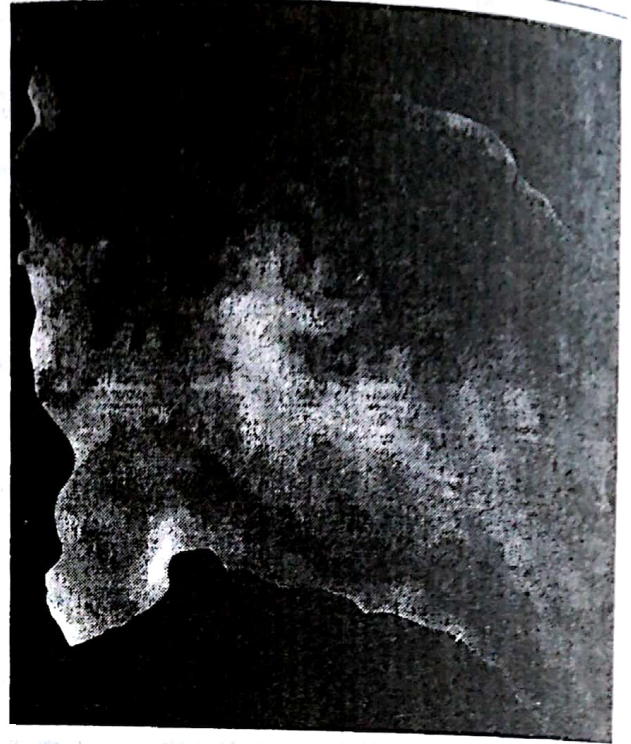


Figura 2. Modelul Numeric al Altitudinii Terenului din zona studiată

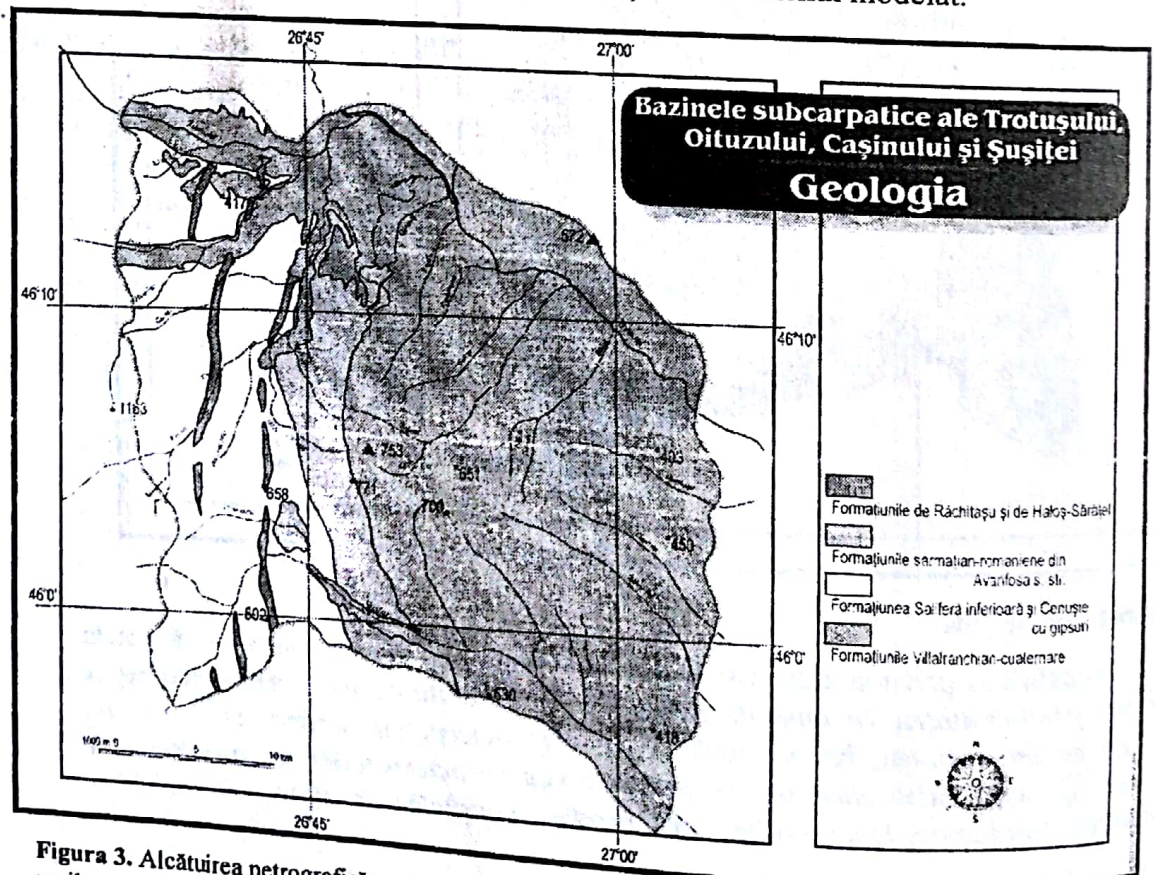


Figura 3. Alcătuirea petrografică a zonei studiate, clasificată în grupe litologice, funcție de rezistența rocilor



Pentru a construi un model, primul pas a fost alegerea unei regiuni de studiu, optându-se pentru sectorul subcarpatic suprapus bazinelor Oituzului, Cașinului, Șușiței și, parțial, Troțușului. (Figura 1.) În acest sector, ca de altfel în întreaga regiune subcarpatică, se înâlnește un cumul de condiții propice manifestărilor independente a diferitelor procese și fenomene geomorfologice, favorizate de structura geologică specifică, varietatea litologică, neotectonica activă, caracteristicile morfometrice ale reliefului, în special înclinarea versanților, dar și asocierea acestora cu variațiile climatice și nu în ultimul rând cu un puternic impact antropic.

Tabelul 1. Grupele litologice în raport cu rezistența la eroziune

Grupa litologică	Formațiunea	Suprafața ocupată		Indicele de rezistență relativă la eroziune
		(km <sup>2</sup> )	(%)	
A	Formațiunile de Răchitașu și de Haloș-Sărățel	14,3	1,4%	1,37
B	Formațiunile sarmațian-romaniene din Avanfosa s. str.	121,5	12,8%	1,26
C	Formațiunile Saliferă inferioară și Cenușie cu gipsuri	208,2	20,5%	1,00
D	Formațiunile Villafranchian-cuaternare	709,0	65,3%	0,86

Având în vedere caracterul imprecis al noțiunii de risc, este imposibilă cuantificarea cantitativă a acestui parametru, însă interesul pe care îl poate avea evaluarea riscului este obținerea unei comparabilități între diversele areale în scopul diferențierii lor din acest punct de vedere, spre exemplu în scopul alegerii arealului optim pentru desfășurarea unei anumite activități.

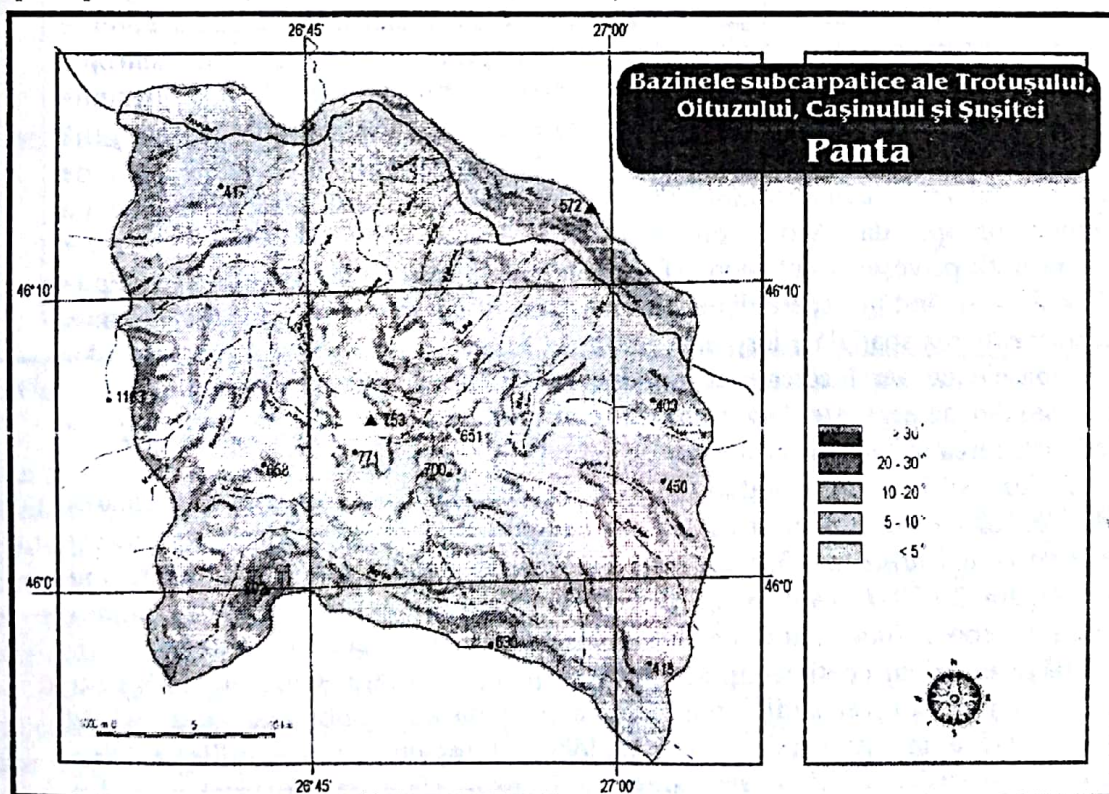


Figura 4. Harta pantelor, clasificată în cinci paliere semnificative



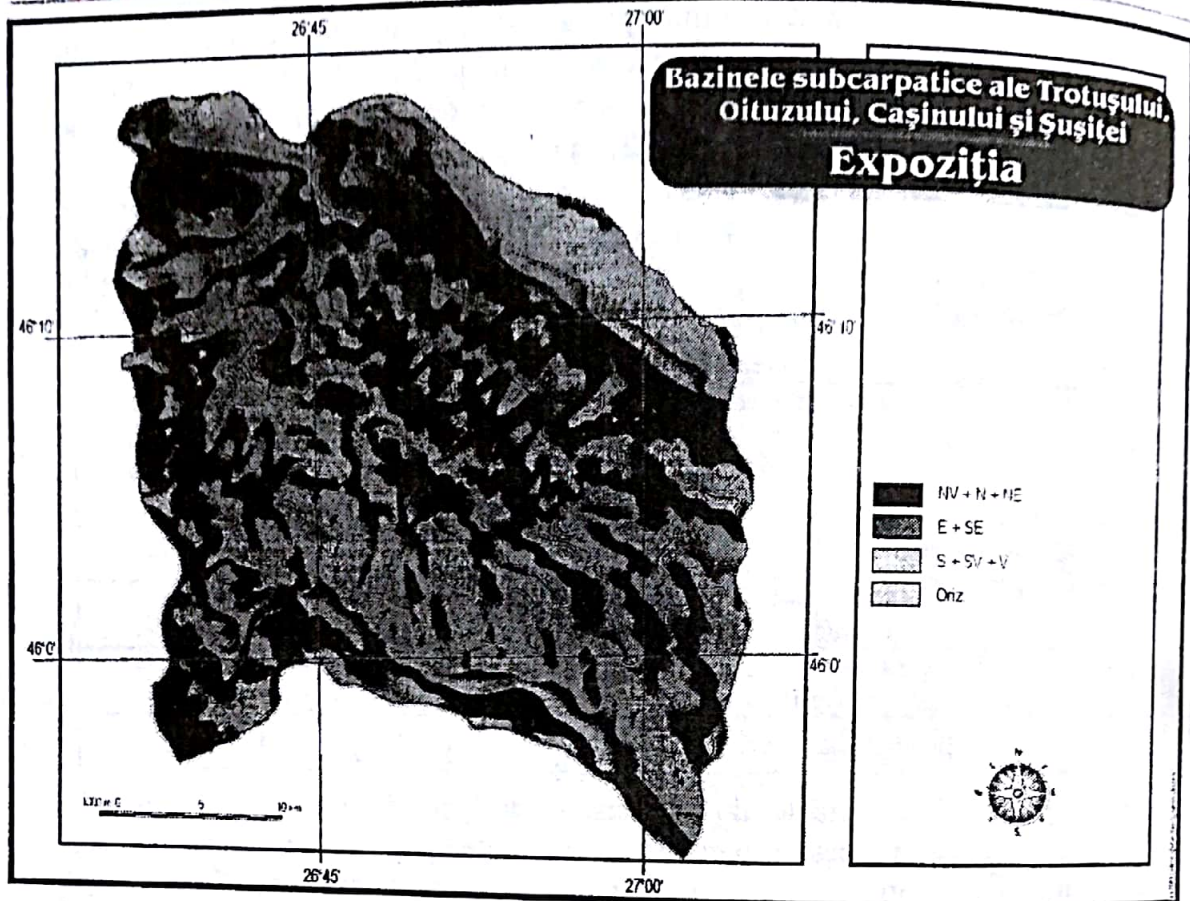


Figura 5. Harta orientării versanților, clasificată în patru clase semnificative

Pentru evaluarea riscului geomorfologic s-au luat în considerare atât trăsăturile reliefului preexistent (pantă, expoziție, alcătuire petrografică) cât și impactul antropic prin intermediul activităților desfășurate. Agresivitatea factorilor climatici nu constituie o sursă directă de diferențiere a arealelor din zona aleasă, întrucât aceasta este omogenă din acest punct de vedere. Elemente climatice luate separat însă pot fi responsabile de creșterea sau scăderea riscului geomorfologic atunci când sunt considerate în legătură cu variabilitatea lor spațială. Astfel, precipitațiile și insolația pot constitui un factor discriminant în ce privește riscul geomorfologic numai în măsura în care ele diferă de la un areal la altul. Având în vedere dimensiunea redusă și omogenitatea climatică a zonei studiate, diferențierea spațială a insolației (radiației solare directe) cât și a precipitațiilor (aduse de masele de aer încărcate cu umiditate, dirijate pe direcția predominantă de mișcare a masele de aer) este dată în principal de orientarea versanților, încât s-a putut considera includerea influenței acestor factori în influența expoziției.

Au fost utilizate patru straturi tematice reprezentând harta geologică, înclinarea terenurilor, expoziția versanților și acoperirea terenului cu vegetație. Harta pantelor și harta orientării versanților au fost obținute pe baza modelului numeric al altitudinii terenului (Figura 2.). S-au estimat influențele parametrilor cuprinși în aceste straturi asupra riscului geomorfologic, atribuindu-se note „de bonitare” a acestor influențe.

Luând în calcul coeficientul susceptibilității la alunecare (Grozavu, 1998) s-a observat că majoritatea versanților din regiune prezintă susceptibilitate moderată la alunecare. Neavând la dispoziție o hartă litologică a regiunii, a fost utilizată harta geologică. S-a procedat la clasificarea arealelor în patru clase de rezistență a rocilor (Tabelul 1.), corespunzător grupelor litologice întâlnite. A rezultat astfel un nou strat



tematic cu împărțirea teritoriului în zone de diferită rezistență a rocilor la eroziune, notate de la 1 la 4 în ordine descrescătoare a rezistenței (Figura 3).

Înclinarea terenului a fost clasificată în cinci paliere din punctul de vedere al riscului: <5, 5-10, 10-20, 20-30, >30, astfel delimitându-se vizibil frunțile de terasă, versanții, podurile teraselor și platourile. Aceste clase de pantă au primit note de la 1 la 5 în ordine crescătoare în funcție de influența pantei asupra riscului geomorfologic (Figura 4.).

Stratul tematic cu orientarea versanților (9 clase) a fost clasificat în patru clase: NV+N+NE, E+SE, S+SV+V, suprafețe orizontale, în funcție de influența orientării asupra expunerii terenului la radiația solară directă, respectiv la descărcarea maselor de aer încărcat cu umezală, cu circulație predominant NNV (Figura 5.).

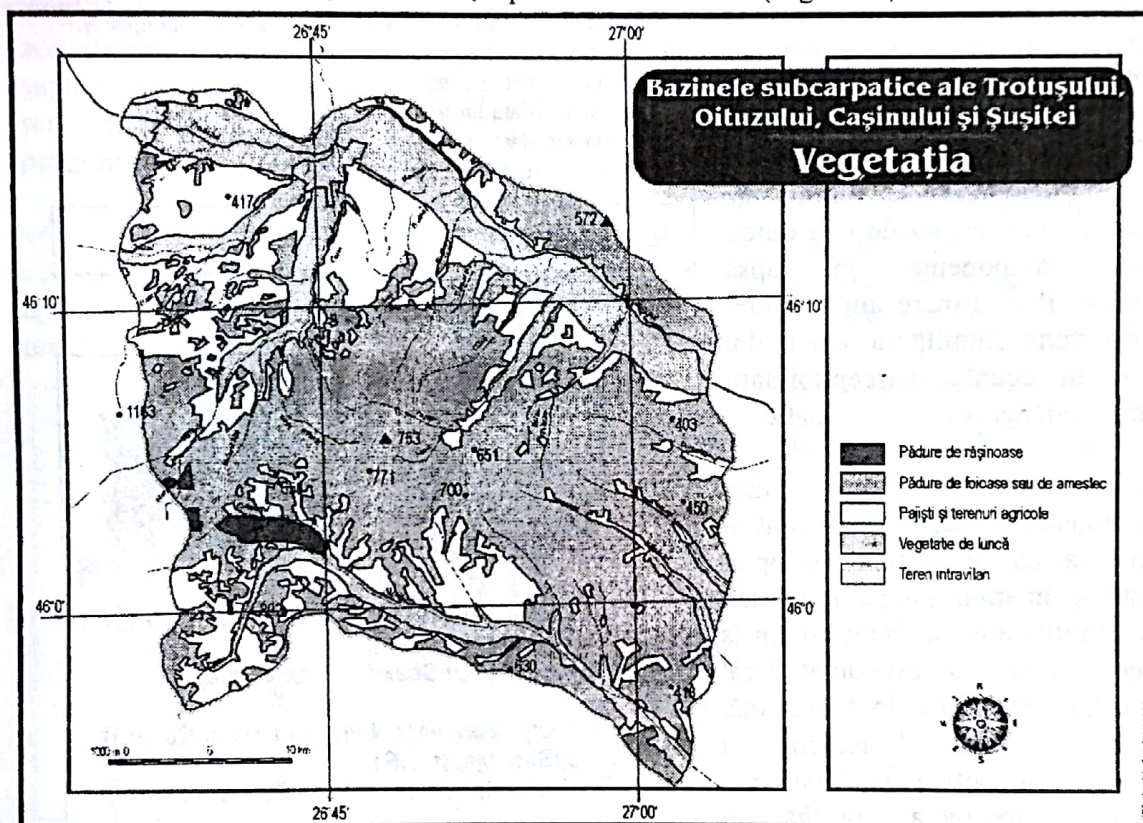


Figura 6. Harta vegetației, clasificată în cinci clase semnificative, în funcție de utilizarea terenului.

În lipsa hărții cadastrale cu utilizarea terenului, a fost utilizată harta vegetației, din care s-a dedus modul de utilizare, implicit extinderea teritorială a activităților umane. Utilizarea terenului a primit note de bonitare pentru cinci clase: păduri de rășinoase, păduri de foioase și amestec, pajiști și terenuri agricole, vegetație de luncă și terenuri intravilane. Aceste clase au fost deosebite considerând mai mulți factori, cum ar fi profunzimea și tipul sistemului radicular, utilizarea antropică a terenului precum și activitățile ce se desfășoară pe acestea (Figura 6.).

Revenind la definiția dată riscului la începutul acestei lucrări, trebuie remarcat că noțiunea de *risc* este indisolubil legată de *om* și de *activitatea sa*. În acest sens, nici nu am putea vorbi de *risc geomorfologic* în cazul unei regiuni nepopulate și neutilizate antropic, chiar dacă acolo s-ar produce cu o mare frecvență procese geomorfologice, tocmai datorită faptului că *omul* nu ar avea nimic de pierdut în urma unor procese geomorfologice, indiferent de amploarea acestora. De asemenea, într-o regiune

nepopulată, însă unde există extensii ale activității umane (căi de comunicație, locuințe temporare etc.) *riscul* începe să își facă simțită prezența. De această dată, *omul* este interesat de posibilitatea ca unele procese geomorfologice să îi afecteze sau chiar să îi distrugă rezultatele investițiilor făcute, dorind chiar o estimare a acestui *risc*.

Din aceste considerente, dorim să subliniem importanța diferență dintre *susceptibilitatea la procese geomorfologice*, ca probabilitate de producere a unor astfel de procese, și *riscul geomorfologic*, ca măsură în care această probabilitate pune în pericol omul și activitatea sa. Ambii parametri au însă un caracter empiric, cu rol comparativ, datorită imposibilității (dată de condițiile actuale) de cuantificare amintite mai sus.

Pentru propunerea unui model de estimare a acestor parametri, pe baza celor patru componente enumerate, s-a luat în considerare faptul că primele două componente (litologia și panta) se poteneză reciproc, neputându-se discuta de susceptibilitate legată de una dintre aceste componente în lipsa celeilalte. Prin urmare am considerat oportună înmulțirea celor doi factori în ecuația susceptibilității. Pentru adăugarea în ecuație a celorlalți doi factori (expoziția și utilizarea terenului), am utilizat suma algebrică, ținând totuși cont de observația că activitatea antropică grefată pe un anumit teritoriu participă la amplificarea susceptibilității la alunecare mult mai pronunțat decât orientarea versanților. În consecință, am potențat factorul *utilizare a terenurilor* cu coeficientul 3 pentru a sublinia importanța mărită a acestuia.

În urma acestor considerații a rezultat Ecuația 1 pentru evaluarea susceptibilității la procese geomorfologice.

Revenind la relația dintre susceptibilitate și risc, și ținând cont că notele acordate utilizării terenurilor reflectă atât gradul de alterare antropică a mediului cât și gradul de utilitate aplicat de om unui anumit teritoriu, apare natural ca *riscul* să fie calculat ca fiind produsul dintre utilizarea terenurilor

$$S = P * L + E + 3 * U$$

**Ecuația 1.** Susceptibilitatea la procese geomorfologice *S*.

În ecuație sunt folosite următoarele notații:

*P* = nota acordată pantei

*L* = nota acordată litologiei

*E* = nota acordată expoziției

*U* = nota acordată utilizării terenului

$$R = U * (P * L + E + 3)$$

**Ecuația 2.** Riscul geomorfologic *R*. În ecuație sunt folosite aceleași notații ca și la ecuația 1.

```
#Susceptibilitate si risc geomorfologic
#Ludovic-Stefan Kocsis, 2003
{
  GetInputRaster(L);
  GetInputRaster(P);
  GetInputRaster(E);
  GetInputRaster(U);

  GetOutputRaster(S, NumLins(L), NumCols(L));
  CopySubobjects(L, S);
  SetScale(S, LinScale(L), ColScale(L));

  GetOutputRaster(R, NumLins(L), NumCols(L));
  CopySubobjects(L, R);
  SetScale(R, LinScale(L), ColScale(L));

  for each L[i,j]{
    S[i,j] = P[i,j]*L[i,j] + E[i,j] + 3*U[i,j];
    R[i,j] = U[i,j]*( P[i,j]*L[i,j] + E[i,j] + 3)
  }

  CloseRaster(L);
  CloseRaster(P);
  CloseRaster(E);
  CloseRaster(U);
  CloseRaster(S);
  CloseRaster(R);
}
```

**Listing 1.** Programul SML utilizat în calcularea susceptibilității la procese geomorfologice și a riscului geomorfologic pe baza parametrilor pantă, litologie, expoziție și utilizare a terenului



și susceptibilitate. Mărirea riscului având însă un interes pur comparativ, se preferă evitarea funcției pătratice în relația de calcul, astfel scoțând în factor parametrul utilizare a terenurilor și eliminând a doua apariție a acestuia în cadrul parantezei. Urmarea acestui raționament poate fi constatată în Ecuația 2.

$$S_{max} = P * L + E + 3 * U = 5 * 4 + 4 + 3 * 5 = 39$$

Ecuația 3. Valoarea maximă posibilă a Susceptibilității la procese geomorfologice

$$R_{max} = U * (P * L + E + 3) = 5(5 * 4 + 4 + 3) = 135$$

Ecuația 4. Valoarea maximă posibilă a Riscului geomorfologic

Utilizând SIG pentru calculul acestor două estimări pe baza parametrilor amintiți, metoda utilizată se bazează în primul rând în aducerea straturilor tematice conținând reprezentarea acestor patru parametri componenți în format raster, având aceeași georeferențiere și aceeași rezoluție. În continuare, toate cele patru straturi sunt supuse unei prelucrări, conform cu ecuațiile amintite, prin intermediul unui program scris în limbajul SML – Spatial Manipulation Language, extensie a pachetului de programe TNT-MIPS utilizat de autori (Listing 1.).

Acest lucru se poate obține prin utilizarea, ca referință, în procesul de conversie vector-raster al stratelor reprezentând utilizarea terenurilor și litologia, a unuia dintre celelalte două straturi care sunt obținute direct în format raster pe baza calculului aplicat modelului numeric al altitudinii terenului, și care moștenesc de la acesta din urmă caracteristicile legate de rezoluție.

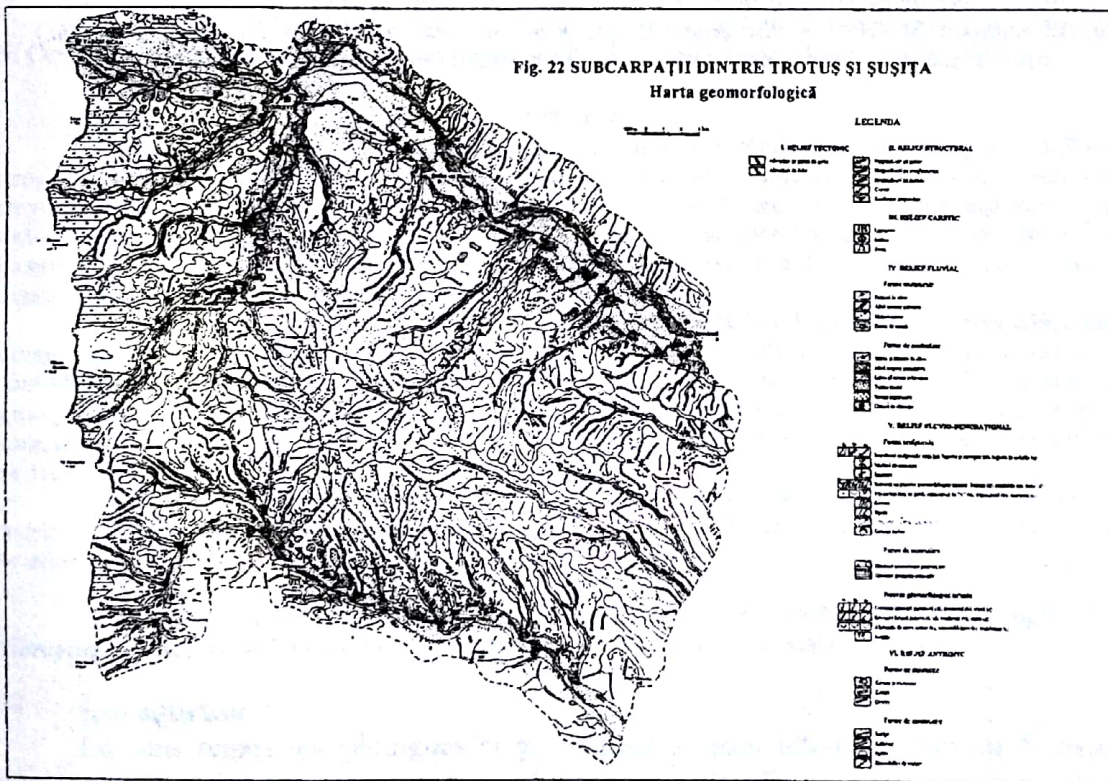


Figura 7. Harta geomorfologică obținută prin mijloace clasice. (Grozavu, 2000)

În urma rulării programului asupra setului de date respectiv, se obțin două noi straturi tematice reprezentând susceptibilitatea la procese geomorfologice și respectiv

riscul geomorfologic, sub forma unor rastere cu aceleași caracteristici dimensionale și de rezoluție, precum și având aceeași georeferențiere cu straturile sursă.

Valorile maxime ale pixelilor din aceste două rastere obținute pot fi calculate după Ecuația 3, respectiv Ecuația 4. După cum se poate constata, susceptibilitatea va putea lua valori între 5 și 39, respectiv riscul va putea lua valori între 5 și 135. Aceste valori ne conduc ușor la concluzia că pentru stocarea acestor rastere putem folosi ca adâncime a pixelului modelul pe 8 biți fără semn.

Decupajele spațiale obținute, reprezentate prin aceste rastere cu valori cuprinse între limitele menționate au un aspect foarte fragmentat. Pentru o aplicabilitate practică sporită, valorile acestor pixeli vor trebui clasificate într-un număr rezonabil (utilizabil – ușor de manipulat) de clase. Pentru aceasta se poate construi dendrograma acestor rastere și alege numărul de clase potrivit.

Pentru o relevanță sporită însă, valorile acestor doi parametri pot fi etalonate în funcție de harta geomorfologică obținută prin procedee clasice. Astfel se poate obține o scară de valori în directă concordanță cu tipul procese geomorfologice ce poate avea loc într-o anumită regiune.

## BIBLIOGRAFIE

- Grozavu, A. (1998) – *Evaluarea coeficientului de susceptibilitate la alunecare al terenurilor din zona subcarpatică dintre Trotuș și Șușița*, An. Univ. „Ștefan cel Mare” Suceava.
- Grozavu, A., Kocsis, L.Șt. (2003) – *Risc geomorfologic în bazinele subcarpatice ale Trotușului, Oituzului, Cașinului și Șușiței*, lucrare prezentată în cadrul Seminarului Geografic „Dimitrie Cantemir”, Iași.