

ESTIMAREA STĂRII DE DEGRADARE A TERENURILOR PRIN PROCESE DE EROZIUNE PE SPAȚII ÎNTINSE CU AJUTORUL TEHNICILOR GIS. STUDIU DE CAZ.

Popovici Nicolae, Biali Gabriela*, Sainiuc Ion***

Utilizarea sistemelor informaționale geografice în domeniul enunțat se impune și se justifică mai ales datorită posibilităților oferite pentru analiza multitudinii de factori cu distribuție spațială care intervin în declanșarea și desfășurarea proceselor erozionale, a costurilor ridicate și a timpului mai îndelungat necesare pentru monitoringul lor prin alte metode, mai ales pe arii întinse.

1. Algoritmul prognozei erozionale

Pentru estimarea stării de degradare a terenurilor prin eroziune hidrică s-au determinat pierderile de sol, într-o primă fază, cu ajutorul “ecuației universale a eroziunii solului” – USLE (Universal Soil Loss Equation), elaborată în SUA încă de la sfârșitul anilor 70 [6, 1].

$$E = K \cdot S \cdot L \cdot I \cdot C \cdot C_s$$

unde: E este pierderea medie anuală de sol prin eroziunea în suprafață, (t / ha-an);
K – erozivitatea zonală (pierderi de sol pe zone de agresivitate pluvială, (t / ha-an);
L – lungimea pantei în sensul de scurgere (m);
I – parametru depinzând de înclinarea versantului;
S – erodabilitatea solului (funcție de tipul de sol);
C – factor de influență a folosințelor, culturilor și lucrările solului;
C_s – factor de influență a măsurilor existente pentru protecția și conservarea solului.

În contextul implementării tehnicilor GIS pentru rezolvarea temei propuse, al prelucrării computerizate a datelor de mai sus pe diferite straturi tematice, s-a ales o zonă din bazinul hidrografic mijlociu al râului Berheci din jud. Bacău.

Zona a fost extrasă dintr-un plan la scara 1:10000, ce a fost obținut la rândul său din planul la scara 1:5000, cu echidistanța curbelor de nivel de 5m. Are o suprafață totală de 169 ha și cuprinde o vale cu trei ramificații. Pantele versanților variază între 5 și 37 %, iar lungimea albiei principale de scurgere este de cca. 1450 m. Din punct de vedere pedologic se remarcă o structură eterogenă, predominând solurile brune argilo – iluviale, aflate în diferite stadii de decarbonatare. Cele mai importante folosințe ale terenului sunt arabilul, pășunea și plantațiile viticole.

* Universitatea Tehnică “Gh.Asachi” Iași

** S.S.I. Suceava

Alături de factorii de relief, îndeosebi condițiile climatice și factorii antropici au favorizat aici o evoluție rapidă a proceselor geomorfologice de versant, concretizate în special prin eroziuni în suprafață și în adâncime, alunecări de teren și prăbușiri.

2. Crearea bazei de date

Pentru crearea bazei de date relaționale georeferențiate ce intră în ecuația mai sus menționată, s-a utilizat procedeul raster, constând din suprapunerea peste documentele cartografice a unei grile rectangulare de celule pătrate cu dimensiunea laturii de 25 m.

Stabilirea coeficienților de erodabilitate (S) conform distribuției tipurilor de sol (cartării pedologice) și a valorilor parametrului privind influența folosințelor terenului și a culturilor (C), s-au făcut cu ajutorul planurilor de situație la scara 1:25000 furnizate de O.J.S.P.A. și respectiv O.C.O.A.T.A. din Bacău. Numerizarea planurilor cu acești parametri s-a făcut prin scanare iar încărcarea în baza de date a valorilor lor s-a realizat de la tastatura calculatorului (Pentium 200 MHz, 32 MB RAM, HDD 2GB).

Valoarea erozivității zonale (K) depinzând de indexul de agresivitate $H \cdot I_{15}$ (H – cantitatea de precipitații căzute în timpul unei ploi, în mm; I_{15} – intensitatea medie pe 15 minute a nucleului torențial al ploii, în mm/ minut), a fost obținută din harta erozivității elaborată de I.C.C.P.A. – A.S.A.S. București (la scara 1:500000), [2].

Ținând seama de întinderea mică a zonei test, parametrul K a rămas constant, constituind un factor de multiplicare a celorlalți parametri ce intervin în ecuația USLE. În lipsa unor măsuri antierozionale în teritoriul studiat, pentru C_s s-a adoptat valoarea 1,0.

Elementele caracteristice ale topografiei terenului (pante – I, direcții de scurgere și lungimi ale versantului în sensul scurgerii) au fost determinate cu ajutorul unui Model Numeric de Teren (MNT). Pentru realizarea acestuia s-a apelat la numerizarea planului topografic cu curbe de nivel. Deoarece planul conținea și detalii planimetrice ce nu permiteau vectorizarea automată a curbelor de nivel, a fost necesară realizarea unei copii manuale pe calc a stratului ce conținea doar curbele de nivel cu echidistanța de 10 m. Acest plan a fost scanat pe soft scanner Scan Jet 3C HP (cu rezoluție 600 dpi) rezultând un fișier raster pe 1 bit.

Desenul vectorial (reprezentarea grafică vectorizată) s-a obținut prin digitizarea cu mouse-ul pe imaginea raster (on - screen), pe soft Geo – Graph, [7].

2.1. Obținerea și exploatarea modelului numeric al terenului

Ținând seama de facilitățile pe care le oferă structura raster a datelor în cadrul tehnicii overlay, de suprapunere, combinare și analiză spațială a mai multor layere (straturi), prin care se realizează un nou layer (în cazul nostru, harta tematică a riscului erozional) s-a optat pentru un model numeric al terenului bazat pe procedeul raster.

De aceea, curbele de nivel numerizate au fost raportate în cadrul unei grile regulate de 52 x 52 celule / pixeli (în total 2704) fiecare celulă având dimensiunile 25 x 25m (fig.1).

După suprapunerea grilei prezentate mai sus peste harta cu curbe de nivel digitizate și pe baza unui algoritm specific, plecând de la cotele acestor curbe, s-au calculat cotele nodurilor grilei printr-o metodă locală de interpolare: metoda mediilor ponderate, [5].

În acest context stabilirea altitudinii nodurilor grilei s-a realizat printr-o combinare liniară a altitudinii mai multor puncte măsurate din vecinătate (de pe curbele de nivel) și a căror pondere s-a stabilit în funcție de inversul distanței ce le separă față de nodul considerat.

Astfel, altitudinea necunoscută a unui nod oarecare (H_i) s-a determinat plecând de la altitudinea punctelor (H_j) situate pe curbele de nivel după relația de mai jos, unde x și y sunt coordonatele punctelor iar p_j ponderile :

$$H_i = \frac{\sum p_j H_j}{\sum p_j}; \quad p_j = \left(\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \right)^{-u}$$

Pentru exponentul u , ce depinde în principal de relieful terenului, s-a adoptat valoarea 2.

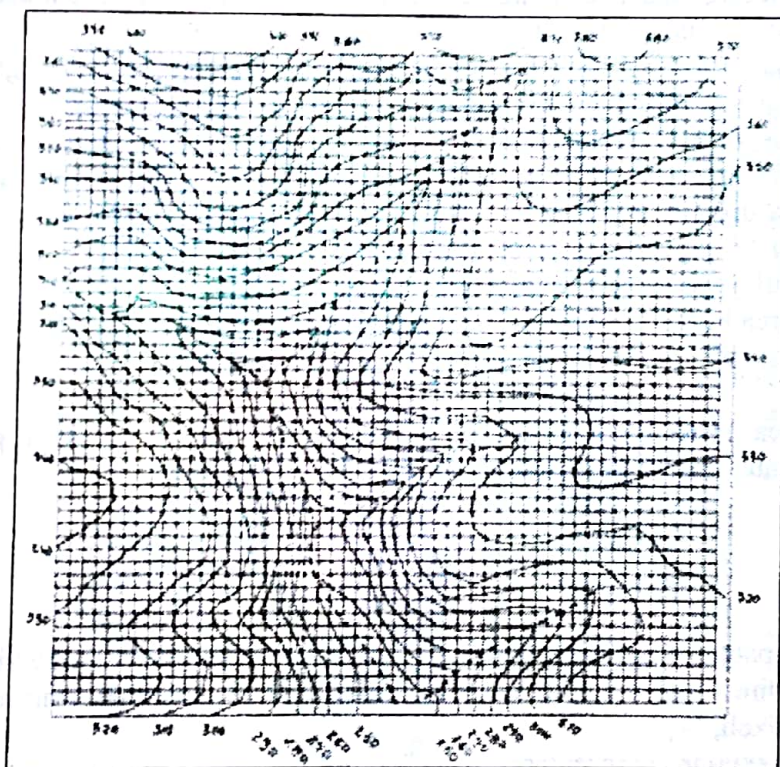


Fig. 1. Plan de situație al zonei test obținut prin digitizarea curbelor de nivel

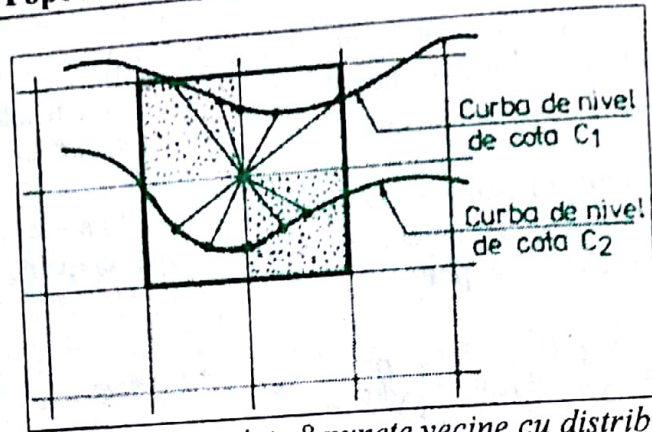


Fig. 2. Căutarea celor mai apropiate 8 puncte vecine cu distribuție radială pe un quadrant

În scopul reducerii timpului de procesare algoritmul folosit a luat în considerare cercetarea pentru fiecare nod a unui număr total de 8 puncte de cotă cunoscută, cu distribuție radială pe un quadrat ale grilei (fig.2).

Într-o a doua etapă s-au calculat cotele medii ale celulelor (pixelilor) grilei (z), ca medie aritmetică a cotelor celor patru noduri ce formează colțurile celulei.

În fig. 3 se expune reprezentarea 3D wire – frame a modelului numeric al terenului pentru zona test, pornind de la cotele medii ale pixelilor grilei (vedere din față). Exploatarea MNT a urmărit trei obiective importante, impuse îndeosebi de necesitatea cunoașterii parametrilor topografici din ecuația pierderilor de sol USLE:

- a.) calculul pantelor pe direcțiile de scurgere;
- b.) stabilirea lungimii versantului pe direcțiile de scurgere;
- c.) determinarea direcțiilor de scurgere a apei pe versanți.

• Înclinarea terenului I a fost calculată pornind de la valoarea pantei i (exprimată în procente - %), după relația lui Wischmeier și Smith [6]:

$$I = \frac{0,17 + 0,17i + 0,017i^2}{6,613}$$

• Calculul pantelor (gradienților) și orientărilor s-a făcut după 8 direcții (fig.4) plecând de la altitudinea medie a pixelilor, ambii parametri fiind estimați prin utilizarea unei ferestre 3 x 3 pixeli, [4].

În fig.5 se expune reprezentarea grafică a pantelor terenului din suprafața test analizată, prin elemente prismatice (celule) grupate în clase și coduri cromatice asociate (grila 3).

• Parametrul marcând lungimea versantului pe direcția pantei s-a determinat cu relația, [3]:

$$L = \lambda \frac{m}{22,1}$$

unde λ este lungimea pantei (m) iar m este un parametru cu valori variind între 0,3 și 0,6; s-a adoptat $m = 0,5$.

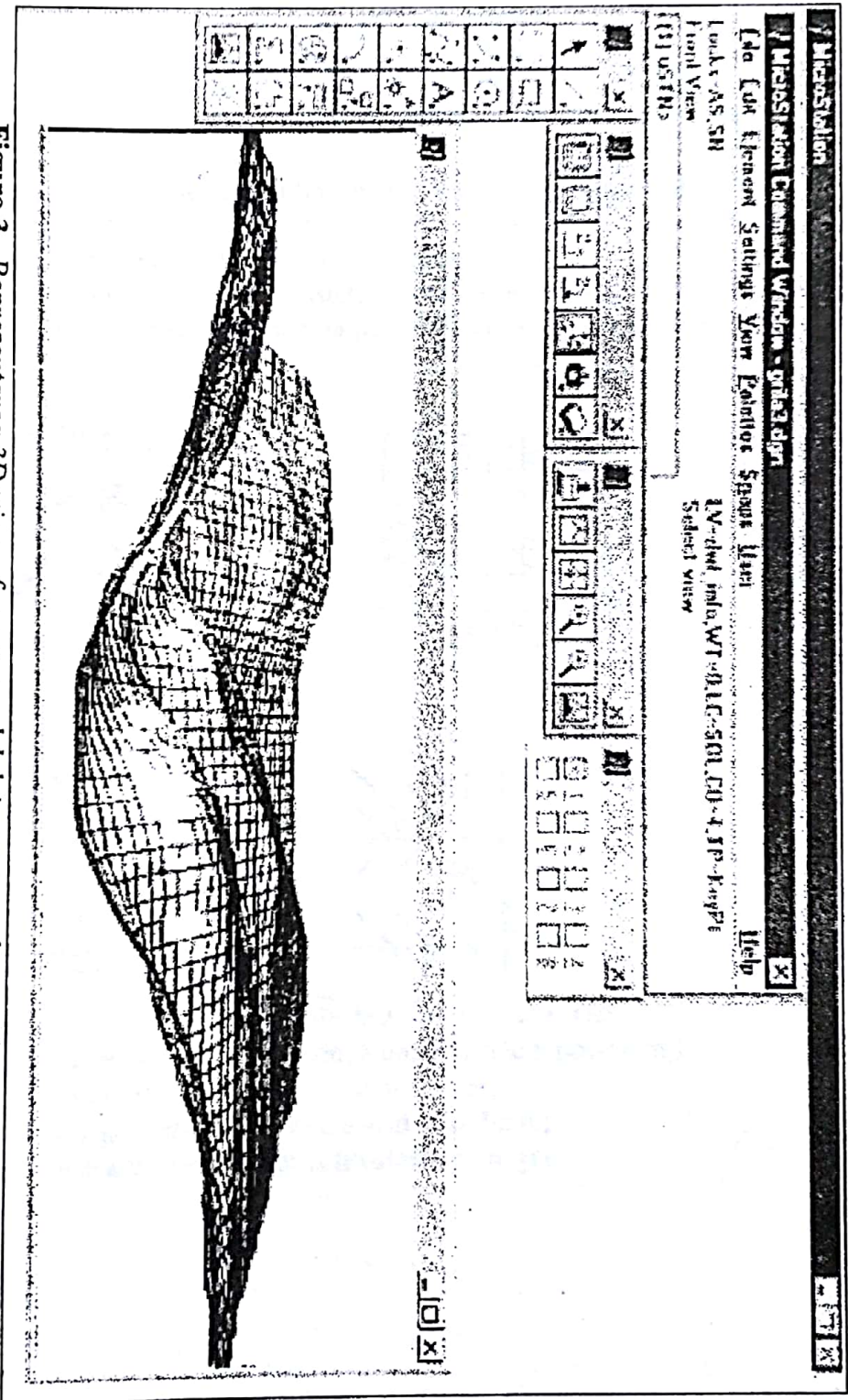


Figura 3. Reprezentarea 3D wire – frame a modelului numeric al terenului pentru zona test

• Trasarea direcțiilor de scurgere (drenaj) din cadrul suprafeței test luate în considerare s-a realizat tot cu ajutorul modelului numeric al terenului sub formă raster.

În cadrul acestui procedeu rețeaua de drenaj a teritoriului luat în considerare constituie o structură arborescentă, cu ramificație maximă la nivelul pixelilor sursă, la care modul de concentrare a scurgerilor în lungul traseelor spre pixelul de închidere depinde de pozițiile de confluență. Drenarea apei de pe teritoriu se realizează prin ansamblul de trasee care unesc punctele cu altitudini ridicate cu punctul de închidere al bazinului de recepție al scurgerilor.

Astfel, în bazin se pot distinge pixeli tip sursă – în care nu se drenează alt pixel, pixeli de confluență - în care se drenează cel puțin doi pixeli amonte și pixelul de închidere – prin care trec toate traseele de drenare a bazinului.

S-a ținut seama că în reprezentarea raster, pixelul curent poate fi drenat după una din cele 8 direcții posibile, funcție de poziția pixelului vecin cu altitudinea ce mai mică (fig.4).

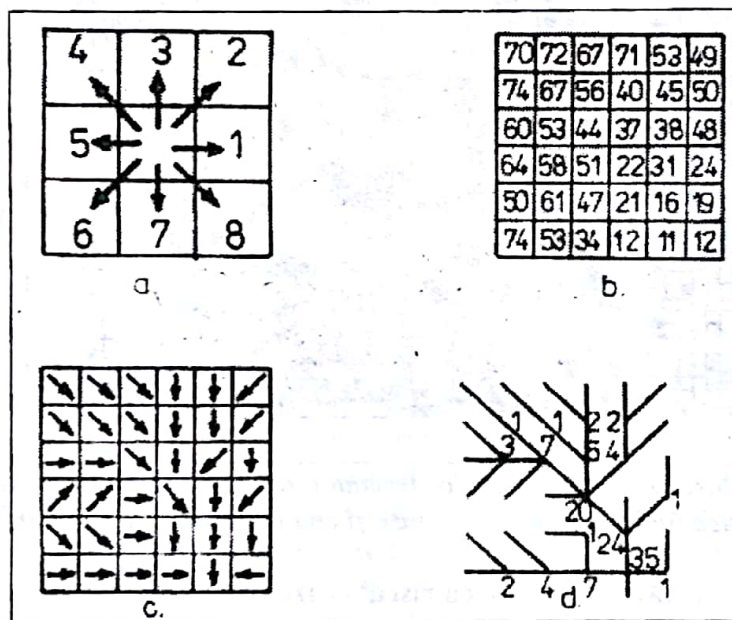


Fig. 4. Analiza scurgerii pe versanți utilizând metoda raster GIS:

- determinarea direcției de scurgere după una din cele 8 posibilități;
- reprezentarea suprafeței terenului în model raster;
- direcțiile de scurgere corespunzătoare grid-ului din b.;
- rețea de concentrare a scurgerilor echivalentă cu b. și c.

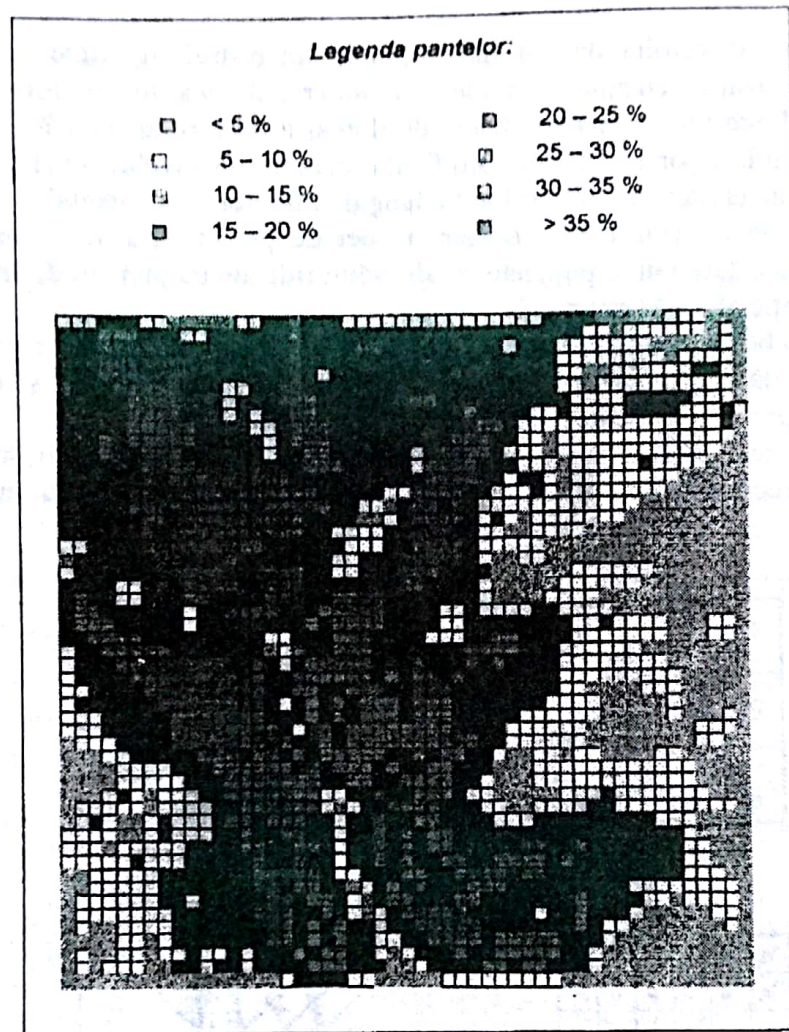


Fig. 5. *Reprezentarea grafică a pantelor terenului din suprafața test, prin elemente prismatice (celule) grupate în clase și coduri cromatice asociate.*

3. Realizarea hărții tematice cu riscul erozional

Evidențierea stării de degradare a terenurilor prin procese erozionale s-a realizat prin tehnica overlay, de combinare a următoarelor straturi informaționale / layere harta topografică digitală cu curbe de nivel (layer 1) din care au derivat (cu ajutorul MNT) hărțile digitale cu pantele (layer 3), orientările și lungimile de scurgere pe versanți (layer 2), harta cu zonarea parametrului reprezentând erodabilitatea S (layer 5), harta cu zonarea coeficientului reprezentând influența folosințelor și a practicilor agricole (layer 4).

Prin suprapunerea hărților mai sus menționate, ca straturi informaționale (cu aceeași origine a sistemului de axe XYZ), s-a realizat o legătură georeferențiată, în cadrul unei baze de date grafică și respectiv alfanumerică, a tuturor parametrilor din ecuația USLE și care au provenit de pe suporturi diferite.

Harta marcând zonarea riscului erozional de pe suprafața test (fig.6) s-a realizat prin calculul pierderilor de sol de pe fiecare pixel al grilei pe baza ecuației USLE, exprimată sub următoarea formă:

$$E = K \cdot S \cdot C \cdot \lambda \cdot \frac{0,5 \times 0,6}{22,1} \frac{0,17 + 0,12i + 0,017i^2}{6,613}, (t / ha \cdot an)$$

unde:

$\lambda = \Delta x$, pentru direcțiile 1,3,5 și 7 (fig.4);

$\lambda = 1,41\Delta x$, pentru direcțiile 2,4,6, și 8 (fig.4);

$\Delta x = 25$ m, dimensiunea pixelului (mărimea laturii unei celule pătrate a grilei).

Concluzii

1. Implementarea Sistemelor Informaționale Spațiale / Geografice în studiul proceselor erozionale pe spații largi, oferă posibilitatea realizării unui monitoring complex asupra calității solurilor de pe versanți, fapt ce permite planificarea celor mai adecvate măsuri de protecție și conservare a fertilității acestora.

2. Utilizarea GIS – urilor pentru studiul proceselor de degradare a terenurilor și pentru prognoza evoluției acestora în timp. este posibilă atât pentru loturile relativ mici ale unor deținători de terenuri distribuite mai mult sau mai puțin uniform în teritoriu, cât și pentru zone mai mari, bazine hidrografice de ordinul 4 – 5 sau unități teritorial administrative.

3. În comparație cu alte procedee de evaluare a potențialului productiv al unor terenuri agricole afectate de procese permanente de degradare, tehnicile GIS oferă factorilor decizionali în managementul teritorial informații în timp real și la un cost mult mai scăzut.

4. Creșterea preciziei studiilor întreprinse asupra degradării în timp a terenurilor prin eroziune, poate fi realizată atât prin dezvoltarea și actualizarea permanentă a bazelor de date specifice, dar și prin utilizarea unor software ce urmăresc complexitatea proceselor analizate, realizările științifice în domeniu, și compatibilitatea standardelor de achiziție a datelor multisursă (ca de exemplu: modelul WEPP – Water Erosion Predicting Project; GRASS – Geographical Resources Analysis Suport System; EPIC – Erosion Productivity Impact Calculator etc.).

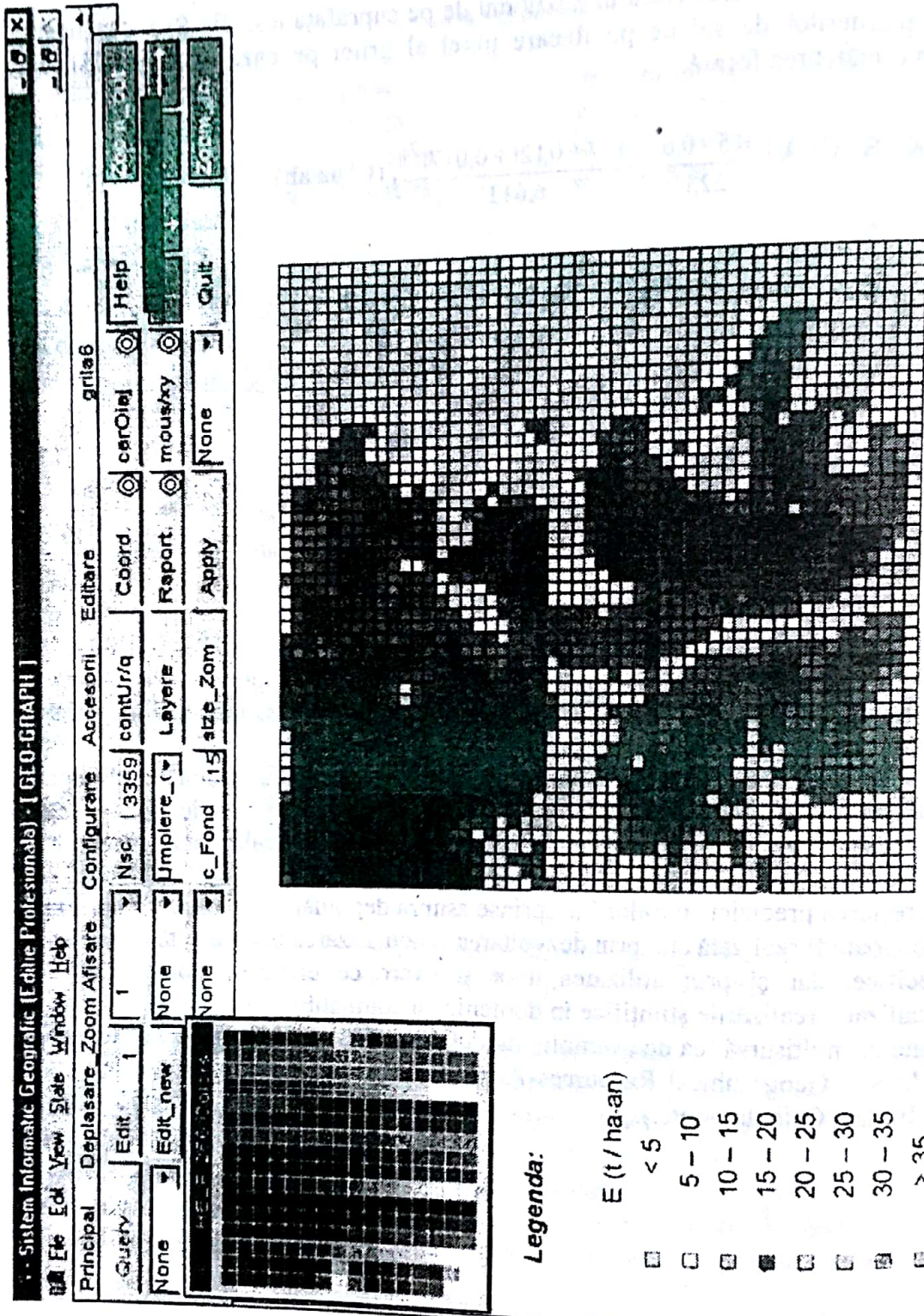


Fig. 6. Zonarea riscului erozional de pe suprafața test

Running

BIBLIOGRAFIE

1. Biali G., Popovici N. (1999) – *Asupra realizării unor programe informatice pentru un GIS utilizat în prognoza degradării solurilor prin eroziune pe spații largi*, Analele Științifice ale Univ. „Al.I.Cuza” Iași, serie nouă, Geografie – Supliment, tom XLIV – XLV, 1998 - 1999.
2. Biali G., Popovici N. (1998) – *Baza de date pentru un sistem informațional spațial destinat monitorizării proceselor erozionale pe suprafețe mari*, Lucrările Simpozionului Științific Jubiliar „65 de ani ai Univ. Agrare de Stat din Moldova”, vol. II, Chișinău, 1998.
3. Nasri S., Hamza A., Sfar F. (1997) – *Contribution a l’etude de la dynamique erosive dans le bassin versant de l’oued ettiour*, Bull. Réseau Erosion, Orstom, Montpellier, France, 1997.
4. Popovici N., Biali G. (2000) – *Sisteme geoinformaționale. Principii generale și aplicații*, Editura “Gh.Asachi” Iași.
5. Tahri D. (1994) – *Les Modeles Numeriques de Terrain: Etat de l’art*, Bul. Trimestrial de la Societe Belge de Photogrammetrie – Teledetection et Cartographie nr. 195 – 196 / 1994, pag. 25 – 39.
6. Wischmeier W.H., D.D. Smith (1978) – *Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning*, Agr. Handbook, No. 537.U.S. Dep.Agr., Washington, D.C. USDA – ARS.
8. * * * (1998) – *Sistemul Informatic Geografic: GEO – GRAPH*, S.S.I. Suceava.