

UTILIZAREA TEHNICII GIS ÎN EVIDENȚIEREA PROCESELOR DE EROZIUNE ÎN B.H. GĂICEANA, JUD. BACAU

S.L.dr. Ing. Bială Gabriela,*

I. Introducere

Intensitatea și ritmul de eroziune al solului depind de agresivitatea agenților erozivi și de fluctuațiile rezistenței opuse de factorii care atenuează eroziunea. Analiza, în contextul unei metodologii fenomenologice a eroziunii, presupune cunoașterea amănunțită a agenților, factorilor și a mecanismelor de interacțiune. Pe lângă interesul teoretic de cunoaștere a fenomenului, această analiză prezintă un deosebit interes practic. Astfel strategiile adecvate pentru controlul eroziunii nu pot fi elaborate corespunzător dacă nu sunt cunoscute legitățile de interacțiune a agenților și factorilor erozionali.

Procesele de eroziune și torențialitate sunt caracterizate îndeosebi prin multiple și variate forme de interdependență, prin variabile de cauzalitate (legea de compunere a lui e_1, e_2 , și e_3 este foarte complicată, neputând fi considerată ca o simplă operație de sumare) a apărut necesitatea integrării lor într-o formă numerică \Rightarrow corelație.

Aceste corelații au evoluat de la cele simple - lineare, parabolice, exponențiale etc. la cele mai complexe, cum ar fi: funcțiile logaritmice, logistice etc.

Pe lângă încercările de explicare a mecanismului eroziunii de pe versanți, la cuantificarea proceselor de eroziune s-au folosit foarte multe metode cu caracter empiric. Aceasta se datorează complexității procesului și multitudinii factorilor ce intervin și care fac aproape imposibilă folosirea instrumentului matematic diferențial.

Formalizarea cu ajutorul modelelor simpliste de tip empiric sau regresional dacă nu sunt satisfăcătoare din punct de vedere teoretic au în schimb o deosebită utilitate în proiectarea lucrărilor antierozionale (fig. 1).

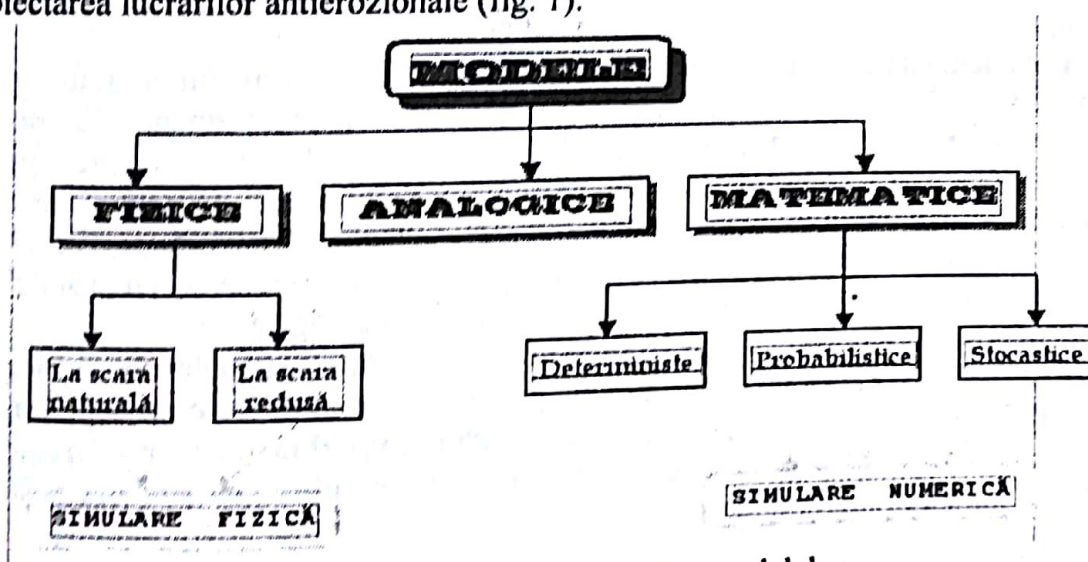


Fig. 1 – Variantă de clasificare a modelelor

Cu ajutorul acestora sau elaborat diferite tehnici de modelare a proceselor de eroziune – scurgere – sedimentare, ce constituie “imagini condensate” apropiate realității, cu scopul de a analiza, verifica și valida rezultatele, legile și relațiile esențiale după care se conduc procesele respective.

Estimarea eroziunii pe versanți cu ajutorul corelațiilor și a regresiiilor dintre aceasta și caracteristicile precipitațiilor sau ale reliefului a fost folosită de mulți cercetători iar rezultatele obținute au căpătat o largă utilizare.

Pentru a facilita stocarea și prelucrarea computerizată, indicatorii și compartimentările lor se codifică cu simboluri sau cifre.

2. Rolul Sistemelor Informaționale Geografice (GIS) în activitatea de combatere a eroziunii solului

La fel ca în cazul tuturor metodelor de simulare folosite la studiul proceselor de degradare a terenurilor, pentru prognoza evoluției în timp a acestora, trebuie dată o atenție deosebită alegerii celor mai potrivite metode de modelare a eroziunii solului (validate în urma unor ample cercetări în teren, în diferite zone climatice și agropedologice) și care să poată fi implementate fără mari restricții într-un sistem informațional dedicat monitoringului.

Dacă ne referim la stabilirea riscului erozional, mai ales pe spații largi, acest demers implică cunoașterea amănunțită a tuturor factorilor ce intervin în desfășurarea procesului de degradare, respectiv a parametrilor caracterizând clima, relieful, solul, modul de folosire a terenurilor, tehnologiile de exploatare agricolă etc. Ținând seama însă că toți acești parametri au o distribuție spațială, adică primesc o anumită valoare în fiecare punct din spațiu, acțiunea complexă de monitoring nu se poate realiza decât în cadrul unui sistem informațional spațial.

În acest context, aplicarea tehnicii Sistemelor Informaționale Geografice / Teritoriale în scopul enunțat, în țara noastră, se impune și se justifică nu numai din considerente economice dar și al siguranței și rapidității cu care se pot obține în „timp real” informațiile dorite.

Prin implementarea acestor tehnici se poate realiza inclusiv un monitoring ecologic integrat, prin care organele abilitate pot supraveghea permanent starea resurselor naturale, în general al factorilor de mediu și a impactului antropic, bazat pe parametrii și indicii de acoperire spațială și temporală, care să asigure cadrul informațional necesar strategiei și tacticii de prevenire a consecințelor factorilor de mediu și a activităților umane, de elaborare a prognozelor și exercitarea controlului operativ asupra măsurilor de redresare (ameliorare) a situației ecologice.

În concluzie, considerăm că utilizarea Sistemelor Informaționale Geografice pentru analiza și prognoza degradării terenurilor prin eroziune și procese asociate din țara noastră, este o cerință de mare actualitate, justificată în primul rând de considerente economice dar și al promptitudinii cu care se pot obține informațiile pe baza cărora să se poată adopta decizii specifice.

2. Metoda de cercetare abordată - principiile

În vederea cunoașterii stadiului actual și al prognozării evoluției proceselor de degradare prin eroziune pe spații largi, prin folosirea tehnicii sistemelor informaționale spațiale / teritoriale, au fost luate în studiu două bazine de recepție corespunzătoare la două acumulări amplasate în b.h. Berheci (afluent al Bârladului), din județul Bacău. Acumulările au intrat în funcțiune în anul 1984. Aceste acumulări sunt:

Acumularea Antohești, amplasată în bazinul superior al râului Berheci;

Acumularea Găiceana, amplasată în bazinul mijlociu al râului Ghilavești.

Pentru determinarea pierderilor de sol prin eroziunea în suprafață s-a optat pentru ecuația USLE, într-o primă etapă, în forma uzuală care se folosește în țara noastră.

Pentru crearea bazei de date georeferențiate ce intră în ecuația amintită, s-a utilizat îndeosebi procedeul raster, constând din suprapunerea peste documentația cartografică a unei grile rectangulare de celule pătrate a căror dimensiuni variază în principal în funcția de relieful terenului, suprafața bazinelor de recepție aferente celor două acumulări, variația diferitelor tipuri de soluri și folosințe.

Astfel, pentru prelevarea datelor topografice de bază s-au procurat de la Oficiul de Cadastru Agricol și Organizarea Teritoriului Agricol (O.C.A.O.T.A.) Bacău, planurile de situație cu curbe de nivel la scările 1:5000, 1:10000 și 1:25000, urmând ca în primă fază să se realizeze digitizarea planurilor 1:10000 în vederea obținerii unui Model Numeric de Teren. Din acesta prin prelucrare se obțin date referitoare la pante, expoziții, lungimi și direcții de scurgere (I, L).

Grila rectangulară aplicată pe aceste planuri este de 25 x 25 m.

Pentru introducerea coeficienților de erodabilitate (S) conform distribuției tipurilor de sol (cartarea pedologică), a parametrilor privind influența culturilor agricole și folosinței terenurilor (C) și a măsurilor antierozionale existente (C_1) s-au folosit planurile de situație 1:25000 pe care se aplică o grilă rectangulară având dimensiunile celulei tot de 25 x 25 m.

Studiul pedologic (inclusiv fișele solurilor și planurile de cartare – 1:25.000) a fost furnizat de către Oficiul Județean pentru Studii Pedologice și Agrochimice – Bacău, iar planurile privind folosințele terenului au fost procurate de la O.C.A.O.T.A. – Bacău.

Pentru fiecare strat informațional (caracteristici topografice, distribuția solurilor, ocuparea terenurilor cu diferite folosințe, distribuția măsurilor antierozionale în teritoriu etc.) s-a început crearea unei baze relaționale de date georeferențiate și a unei baze de atribute, având ca punct de plecare aceeași celulă a rețelei rectangulare.

În continuare, pentru fiecare celulă a rețelei / grilei rectangulare raportată spațial prin coordonate geodezice în sistem Stereo 70 s-a aplicat succesiv ecuația USLE adaptată pentru țara noastră de către M. Moțoc. În scopul determinării pierderii medii anuale de sol și apoi a afluenței aluvionare din bazinele de recepție a celor două acumulări mai sus menționate s-a utilizat un software autohton.

Informațiile obținute sunt prezentate atât sub formă alfanumerică cât și sub formă grafică – hărți de risc erozional astfel încât acestea să poată fi ușor utilizate în vederea luării unor decizii.

Creșterea preciziei studiilor interpretate asupra degradării în timp a terenurilor prin eroziune, va putea fi realizată prin dezvoltarea și actualizarea permanentă a bazelor de date dar și prin utilizarea unor modele matematice mai complexe pentru prognoza proceselor erozionale, cum ar fi variantele mai noi ale ecuației universale a eroziunii solului (USLE revizuită și modificată), ori modele ca EPIC sau WEPP.

În contextul folosirii acestor din urmă modele se pot introduce în sistem o mare diversitate de baze achiziționate din surse diverse, uneori extinse prin prelucrări statistice automate (caracterizând însă aceeași factori esențiali în apariția și desfășurarea proceselor erozionale) și se pot obține astfel o multitudine de informații inclusiv sub forme de sinteze lunare, anuale sau pentru evenimente pluviale singulare, grafice și hărți (tematice) de estimare a eroziunii solului, de amenajare etc. la diferite scări.

3. Localizarea cercetărilor

Acumularea Gălceana este situată în bazinul hidrografic mijlociu al râului Berheci (la 14,5 km de obârșie) și anume pe afluentul de ordinul 2 al acestuia - Ghilavești, în apropierea confluenței cu pârâul Gălceana (afluent de ordinul 1 al Berheciului) și în apropierea localității omonime. Acumularea a fost creată prin intermediul unui baraj de pământ, a intrat în exploatare în anul 1984 și are următoarele caracteristici constructive:

- suprafața bazinului de recepție: 4665 ha (aparținând în întregime teritoriului cadastral al comunei Gălceana);
- suprafața luciului de apă la NNR: 28 ha;
- volumul de apă la NNR: $410 \cdot 10^3 \text{ m}^3$;
- volumul mort: $40 \cdot 10^3 \text{ m}^3$;

Bazinul de recepție aferent acumulării *Gălceana* este constituit aproape în totalitate din bazinul hidrografic al pârâului Ghilavești, deoarece barajul acestuia se află foarte aproape de confluența acestuia cu pârâul Gălceana.

Relieful acestei zone este foarte fragmentat. Valorile cele mai mari ale altitudinilor reliefului (525 m) se găsesc în partea de NV, pe interfluviumul Berheci - Polocin, Soci, iar cele mai coborâte (cca. 162 m), în partea de SE a perimetrului, către râul Berheci, rezultând o energie de relief de cca. 363 m.

Principalele forme de relief separate în zona luată în studiu sunt: versanții, colinele, culmile și văile.

Versanții ocupă cea mai mare parte a suprafeței, fiind orientați în general de la nord la sud. Înclinarea versanților variază de la slab la foarte puternic înclinat, predominând în general pantele ce au favorizat declanșarea proceselor de eroziune în suprafață și în adâncime, precum și a alunecărilor de teren.

Versanții cu pantele cele mai mari se întâlnesc în partea vestică a văii pârâului Ghilavești, pe care este realizată acumularea. Îndeosebi, acești versanți sunt afectați în cea mai mare parte de eroziunea în suprafață și de eroziunea în adâncime (rigole de șiroire, ogașe și ravene cu densitate mare). Majoritatea versanților din cadrul bazinului hidrografic Ghilavești au expoziție vestică și estică.

4. Prezentarea unor rezultate obținute

Modelul Numeric de Teren s-a obținut cu ajutorul unei interpolări (interpolarea reprezentând operația fundamentală pentru exploatarea unei informații punctuale / discrete). S-a adoptat o metodă de interpolare locală și anume *metoda medilor ponderate*.

Exploatarea MNT a avut în vedere posibilitatea spațializării informației, adică a obținerii de informații în orice punct al arealului studiat, a unei suprafețe sau câmp de informații continue.

În acest sens, s-au urmărit trei obiective importante:

- ε calculul pantelor și orientărilor versanților;
- ε determinarea direcțiilor de scurgere a apei pe versanți;
- ε trasarea unor profiluri prin versant (transversale sau longitudinale).

Plecând de la harta hipsometrică (fig. 2) rezultată în urma prelucrării planului cu curbe de nivel s-au obținut elementele necesare pentru calculul factorilor topografici din ecuația pierderilor de sol USLE, (fig. 3)

Din punct de vedere matematic, panta (încalinarea suprafeței cu un plan orizontal) și orientarea (direcția determinată în raport cu punctele cardinale) sunt corect determinate într-un punct, dacă suprafața este descrisă printr-o funcție analitică (gradient al suprafeței); în cazul de față, acești doi parametri trebuie redefiniți pentru fiecare pixel (celulă) în parte.

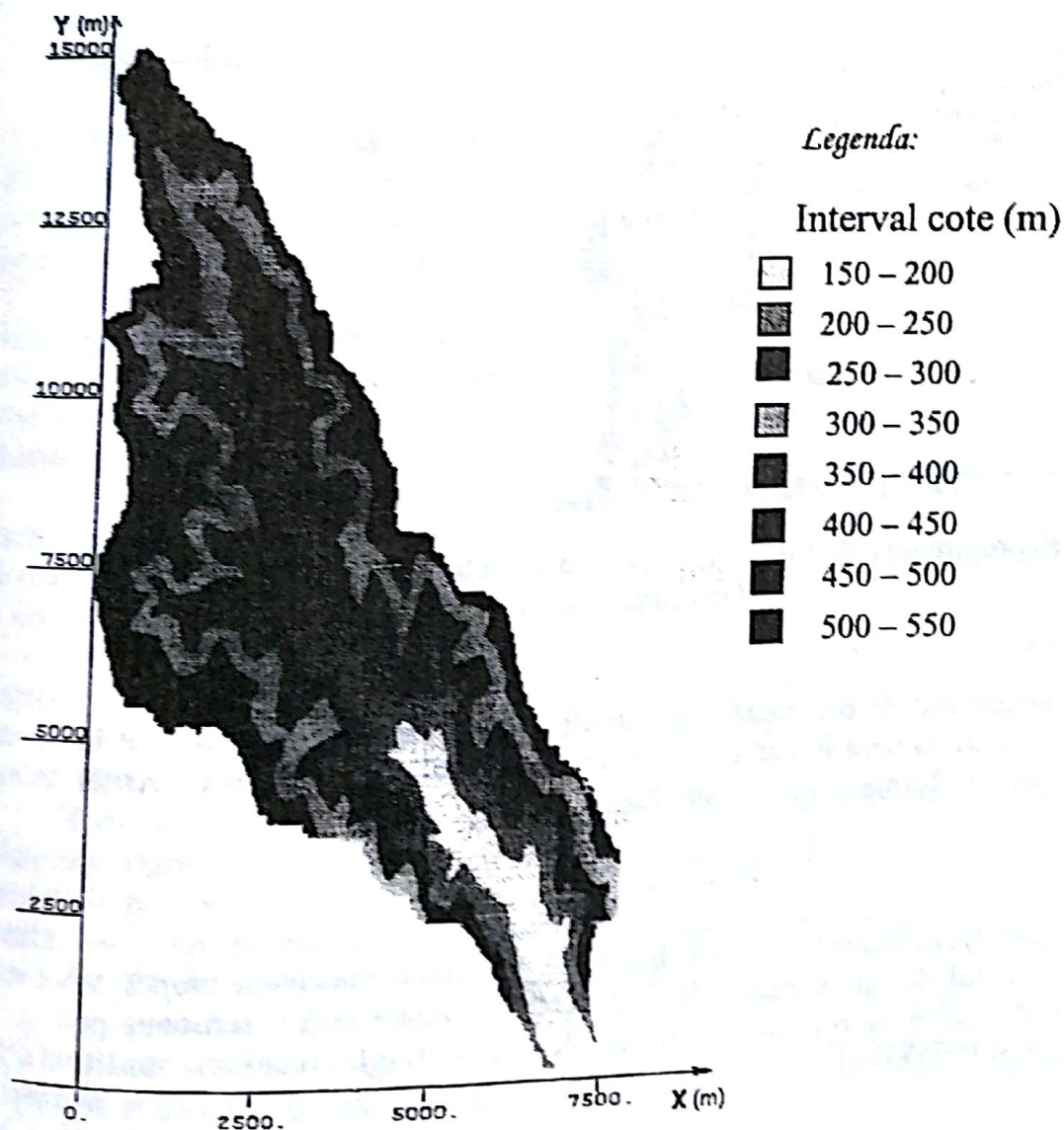
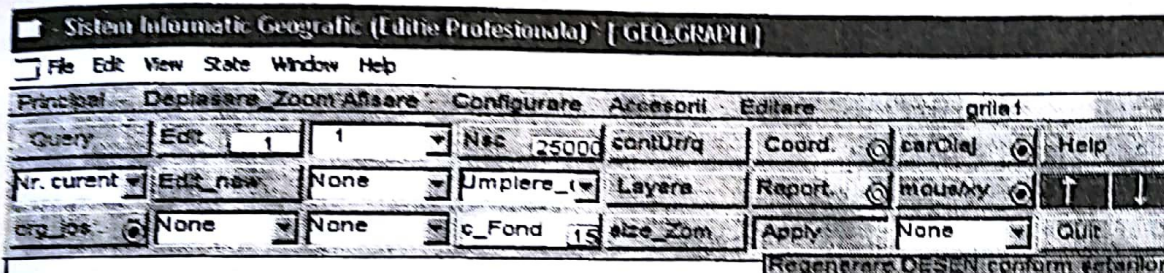


Fig. 2. – Harta hipsometrică în b.h. Găiceana
(distribuția cotelor medii pe pixeli - „layer 1”)

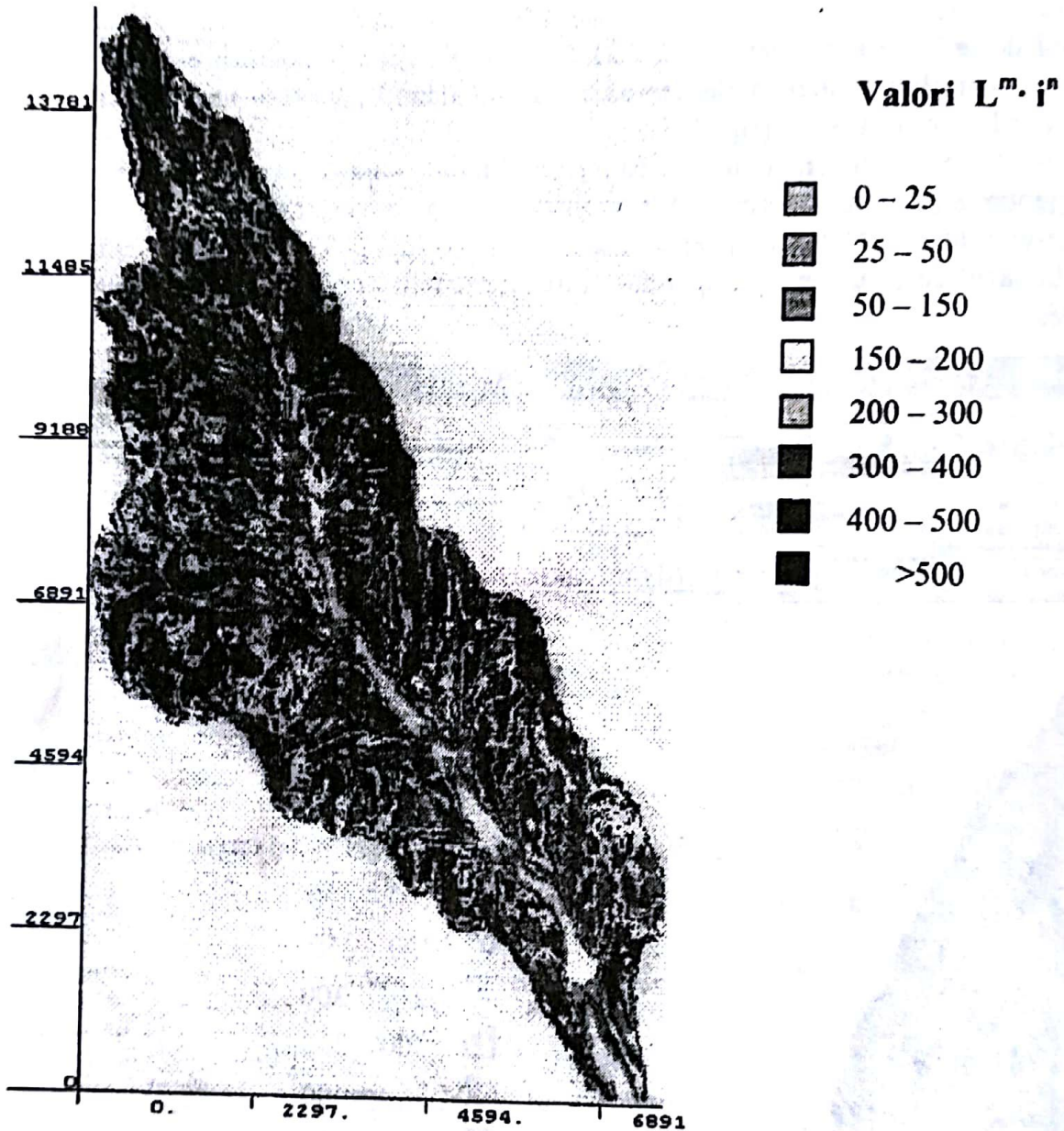


Fig. 3. – Reprezentarea stratului informațional al factorului topografic $L^m \cdot i^n$
în b.h. Găiceana „layer 4”

Modelul matematic de prognoză a pierderilor de sol prin eroziune adoptat în cadrul proiectului GIS are la bază Ecuația Universală a Eroziunii Solului (USLE). Astfel aplicarea în condițiile din România se face sub forma:

$$E = K \cdot L^{0,4} \cdot i^{1,4} \cdot S \cdot C \cdot C_a$$

unde:

K reprezintă *agresivitatea pluvială*; în cadrul modelului matematic propus, se exprimă prin coeficientul de agresivitate pluvială a cărui valoare este o constantă pe cuprinsul celor două bazine hidrografice luate în studiu; $K = 0.15$ (conform zonării erozivității pe teritoriul României).

i – panta medie în lungul scurgerii, (%); („layer 3”)

L – lungimea în sensul scurgerii, (m); s-a determinat ținând cont de direcția de scurgere în fiecare celulă („layer 2”).

$L^{0.4} \cdot i^{1.4}$ – factorul topografic („layer 4”).

S – factor de corecție pentru erodabilitatea solului (adimensional); („layer 5”).

C – factorul de influență a folosințelor, culturilor (adimensional); („layer 6”).

C_s – factorul de influență a măsurilor și lucrărilor de protecție și conservare a solului (adimensional); („layer 7”).

Distribuția spațială a acestor ultimilor trei factori la nivel de celulă, reprezintă ultimele trei staturi informaționale în cadrul sistemului aplicat Geo – Graph, pentru prognoza eroziunii. S-a plecat de la hărțile cu cartarea folosințelor, cartarea unităților de sol și cartarea sistemelor antierozionale, în cele două bazine hidrografice.

S-a procedat analog ca în cazul planurilor cu curbe de nivel, parcurgând etapele: scanare, vectorizare automată sub soft Corel Draw, modul OCR Trace, filtrare coordonate cu modulul „*dxfin.exe*”, salvare ASCII și sub formă binară; crearea automată a topologiei pe conturul obiectelor grafice.

În final s-a obținut stratul informațional privind pierderile de sol prin eroziune la nivel de pixel, în b.h. Găiceana („layer 8”), fig. 4.

5. Concluzii

Implementarea Sistemelor Informaționale Geografice / Teritoriale (SIG / SIT) în studiul proceselor erozionale pe spații largi, oferă posibilitatea realizării unui monitoring complex asupra calității solurilor de pe versanți și permite luarea în timp util a celor mai adecvate măsuri de protecție și conservare a fertilității acestora.

Utilizarea SIG / SIT – 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 distribuite mai mult sau mai puțin uniform într-un teritoriu, cât și pentru zone mai mari, bazine hidrografice sau unități teritorial administrative.

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

Modelele de modelare /simulare a proceselor erozionale și de optimizare a soluțiilor de amenajare specifică a terenului integrate într-un SIG / SIT, necesită mai multe date decât în mod obișnuit, pentru a se putea obține informații / rezultate sub formă de hărți.

Toate modelele actuale performante pentru simularea eroziunii și a proceselor asociate (ex. deplasarea chimicalelor provenite din agricultură) – cum sunt cele sumar prezentate – au fost validate pe baza unor ample cercetări în teren, în diferite zone climatice și agro-pedologice, și pot fi implementate fără mari restricții într-un SIG / SIT de monitoring pe spații relativ largi.

În contextul condițiilor naturale și social – economice din România utilizarea Sistemelor Informaționale Geografice pentru analiza și prognoza degradării terenurilor prin eroziune și procese asociate este o cerință de mare actualitate, justificată în primul

rând de considerente economice și al rapidității cu care se obțin informațiile necesare luării în timp real a celor mai potrivite decizii pentru ameliorarea situației.

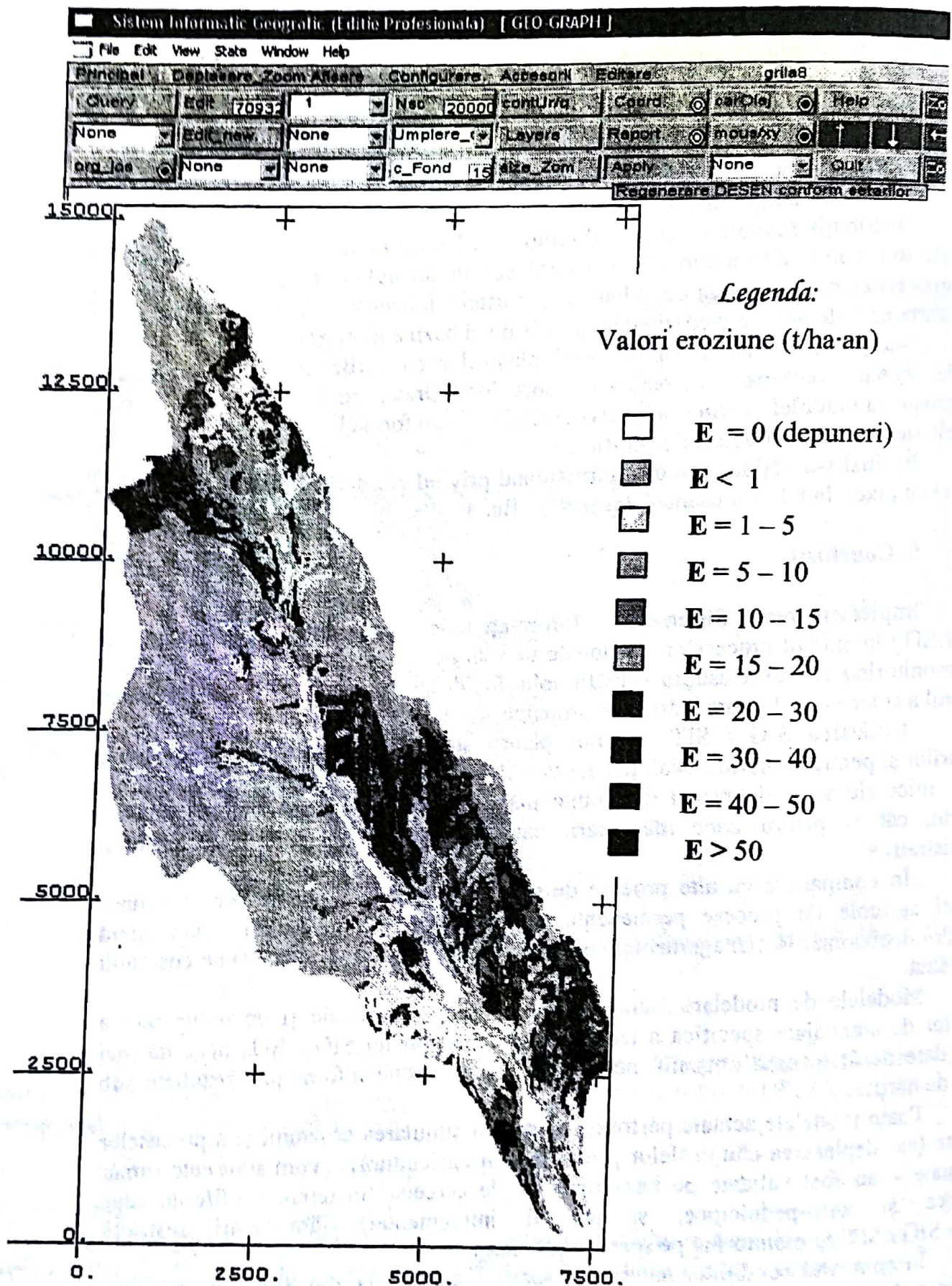


Fig. 5. – Stratul informațional privind pierderile de sol prin eroziune la nivel de pixel, în b.h. Găiceana „layer 8”