

STABILIREA DIMENSIUNILOR CELULEI RASTER PENTRU UN SIG FOLOSIT ÎN MODELAREA PROCESELOR EROZIONALE PE SPAȚII MARI

N. Popovici, Gabriela Biali**

1. Introducere

Folosirea Sistemelor Informaționale Geografice pentru gestionarea unor parametri referitori la mediu a devenit astăzi un fapt obișnuit. Aceste tehnici sunt larg utilizate atât pentru studiile a căror întindere este de ordinul câtorva zeci de hectare, cât și pentru cele de impact, la nivel regional sau chiar național. Esențialul în conceperea unui Sistem Informațional Geografic constă în existența datelor georeferențiate pe straturi care, suprapuse (combinare) după algoritmi specifici, permit să li se asocieze caracteristici (atribute) diverse și să se obțină în timp real informații utile pentru luarea unor decizii de către factorii abilitați.

Folosirea SIG în domeniul proceselor de degradare erozională, îndeosebi pe arii largi, se impune și se justifică actualmente în primul rând datorită multitudinii de parametri cu distribuție spațială ce intervin în declanșarea și desfășurarea proceselor erozionale, a costurilor ridicate și a timpului mai îndelungat necesare pentru monitoringul lor prin alte metode. Este de reținut și faptul că modelarea procesului de eroziune hidrică a solului determinat de agresiunile climatice, în special a ploilor torențiale și în condițiile unor soluri ușor erodabile sau a unor practici agricole improprii, devine o problemă dificil de rezolvat prin procedee clasice deterministe, din cauza complexității sale, a multiplelor și variatelor forme de interdependență și cauzalitate.

2. Evaluarea riscului erozional cu ajutorul tehnicii SIG

În ultimii ani, în țări dezvoltate economic, SUA, Canada, Franța, Germania, Italia, Danemarca etc., estimarea cantitativă a eroziunii solului prin SIG, s-a bazat în special pe algoritmi de modelare, precum „Ecuția Universală a eroziunii solului” (U.S.L.E. - Universal Soil Loss Equation - Wischmeier W.H. și Smith, 1965-1978, **RUSLE** - Revised USLE, 1997), unele modele computerizate performante mai recente, precum: modelul WEPP (Water Erosion Prediction Project - Flanagan D.C., 1994), modelul EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator - Williams și colab., 1984), Modelul AGNPS (Agricultural Nonpoint Source Pollution System-Young și colab., 1987) etc.

Toate aceste modele se bazează pe principalii factori cu distribuție spațială ce intervin în procesul de eroziune, fiind sintetizați în relația USLE cu cea mai largă

* Univ. Tehnică „Gh. Asachi” Iași, Fac. de Hidrotehnică

aplicabilitate pentru calculul pierderilor de sol, inclusiv în România (Biali Gabriela, Popovici N., 1996; Popovici N., 1991; Popovici N., Biali Gabriela, Sainiuc I., 2001):

$$E = K \cdot S \cdot L^m \cdot i^n \cdot C \cdot C_s$$

unde:

- E (t/ha · an) este pierderea medie anuală de sol prin eroziunea hidrică de suprafață;
- K (t/ha · an) - erozivitatea zonală, pierderi de sol pe zone de agresivitate pluvială;
- L^m (m) - lungimea de scurgere pe versant; $m = 0,3 - 0,4$
- i^n (%) - panta medie a terenului în lungul scurgerii; $n = 1,4$
- S - erodabilitatea solului (funcție de tipul de sol);
- C - factor de influență a folosințelor, culturilor și lucrărilor solului;
- C_s - factor de influență a măsurilor de conservare a solului preexistente.

Pentru achiziționarea parametrilor de mai sus, specifici diferitelor areale luate în studiu, se folosesc în mod curent hărți cu curbe de nivel, hărți tematice, fotografiile aeriene și imagini satelitare.

În crearea bazei de date cu valorile georeferențiate pe arii largi ale parametrilor în cauză se utilizează îndeosebi procedeul raster, suprapunându-se peste zonele interesate (cu suprafețe cuprinse între câteva zeci la câteva mii de hectare, o rețea / grilă rectangulară de celule pătrate, a căror dimensiune a variat foarte mult (tabelul 1), funcție în primul rând de scopul urmărit.

3. Asupra alegerii corecte a mărimii celulei raster

În contextul celor de mai sus, considerând că alegerea celor mai potrivite dimensiuni ale celulelor raster are o importanță deosebită, implicând atât precizia datelor de intrare cât și a informațiilor ce se obțin prin prelucrarea acestora prin SIG, cât și aspectele economice, legate de cheltuielile de achiziționare a datelor, de dotarea cu hardware și software adecvate, se impun următoarele considerații:

a) Deoarece informația asupra reliefului (L,I) este esențială pentru modelarea proceselor erozionale prin acțiunea apei pe terenurile în pantă, exprimarea ei sub formă numerică prezintă avantaje considerabile, determinate de rapiditatea prelucrării și compatibilitatea cu tehnicile de cartografiere numerică și de teledetecție. Aici Modelele Numerice de Teren (MNT) furnizează pentru un SIG straturi fundamentale, precum :

- harta pantelor (declivitatea sau înclinarea terenului ce integrează atât efectele structurii cât și ale morfogenezei);
- harta expozițiilor / orientării versanților (evidențiază în mod indirect evoluția și dinamica diferitelor procese geomorfologice de versanți, care se comportă diferit în contextul termodinamic zonal și al alcătuirii geologice a straturilor);

- harta adâncimii fragmentării reliefului (energia de relief, a diferențelor de altitudine între culmile interfluviale și talvegul văilor);
- harta lungimilor și a direcțiilor de scurgere.

Acceptând ca sursă uzuală pentru realizarea unui MNT hărțile topografice cu curbe de nivel, pentru o redare satisfăcătoare a reliefului trebuie să se țină seama de trei factori importanți: scara hărții, pasul rețelei (mărimea celei elementare sau a pixelului), și ordinul interpolării. Astfel, cercetări efectuate, de exemplu în cadrul Inst. de Geografie al Academiei de Științe al Moldovei (Buga și colab., 1977), au evidențiat faptul că pasul optim al unei rețele spațiale de celule pătrate este de 0,2 % din scara hărții topografice. Concret, pentru hărți la scara 1: 25.000 pasul recomandat este 50 m, iar pentru scara 1: 100.000, acesta va fi de 200m.

În afară de cele arătate, aplicarea însăși a unor modele de simulare / modelare a proceselor erozionale impune uneori determinarea cu o anumită acuratețe a parametrilor de relief. De exemplu, relația USLE dă rezultate bune atunci când lungimea de scurgere pe versanți este cuprinsă între 15 - 90 m iar pantele între 3 - 20% (Renard K.G. et al., 1997).

b) În ceea ce privește distribuția spațială a celorlalți factori ce intervin în procesul erozional, discretizarea rectangulară a teritoriului trebuie să aibă în vedere ca celula de formă pătrată să fie suficient de mică pentru a permite reprezentare a limitelor obiectelor la nivelul unei acuratețe acceptabile. Spre exemplu, într-un raster care are rezoluția de 5 de m, o celulă reprezintă o arie rectangulară de 25 de m². În acest raster, o zonă de 100 m² va însemna un grid format din 4 x 4 de asemenea celule. Într-un raster cu o rezoluție mai mare, de 10 m, aceeași arie de 100 m², va fi reprezentată printr-un grid de 10 X 10 celule. Deci, la creșterea rezoluției pentru o reprezentare raster, rezultă micșorarea ariei reprezentate de o singură celulă și ca atare mărirea numărului de celule necesare reprezentării aceleiași zone.

c) În studiile referitoare la cuantificarea erodabilității diferitelor tipuri de soluri aflate pe un anumit teritoriu, determinarea mărimii celei raster este de mare importanță și constă de fapt în stabilirea densității punctelor pentru colectarea probelor de sol astfel încât să se poată depista adecvat distribuția spațială a proprietăților solurilor din aria respectivă, pentru o scară dată, o măsurătoare strictă și un număr minim de probe (Lidov, 1979; Campbell, 1979).

Legat de aceste aspecte, Florinsky I. și colab. (1998) propun o metodă statistică pentru determinarea rațională a mărimii celei raster din cadrul unui MNT aplicat la studiile de sol și nu numai. Metoda include următorii pași:

- derivarea unui set de MNT pe baza unei serii de mărimi (d) a celulelor;
- corelarea datelor obținute din analizele de sol cu setul de MNT;
- reprezentare grafică a corelației principalilor coeficienți topografici estimați în funcție de mărimi (d) ale celulelor;
- găsirea acelei suprafețe a celei raster pentru care valorile coeficienților de corelație se mențin aproximativ constante.

d) În cadrul unor amenajări pentru protecția și conservarea solului de pe versanți, mărimea celulei raster va depinde și de importanța și faza de realizare (de detalieri) a proiectului SIG pentru necesitățile beneficiarului (de exemplu, pentru informații ce urmează să fundamenteze studii la nivel de Studiu de Fezabilitate sau investiții la nivel de Proiect de execuție).

e) În cazul realizării unui Sistem Informațional Teritorial (SIT sau LIS -Land Information System), dimensiunile celulei raster vor trebui să țină seama și de mărimea parcelelor aflate în proprietatea unor deținători de terenuri, pentru ca aceștia să poată beneficia de informațiile privind riscul potențial și riscul efectiv pentru aceste unități teritoriale. De menționat că actualmente în România, mai ales în zonele colinare, aceste parcele au frecvent suprafețe mai mici de 1...2 ha.

f) Deși se constată o evoluție mereu ascendentă în ceea ce privește componentele hardware și software destinate procesării datelor specifice pentru SIG și performanțele deosebite ale tehnicii actuale de achiziție a acestora (fotogrammetria digitală și teledetecția satelitară), uneori performanțele echipamentelor disponibile de procesare a datelor specifice, îndeosebi memoria și placa video de afișare a imaginii, pot limita numărul celulelor raster și implicit dimensiunile lor.

Tabelul 1. Date comparative privind rețeaua raster folosită (în diferite cazuri) pentru studiul proceselor erozionale

Nr crt	Autorii / modelul	Anul, locul	Zona	Supr. (ha)	Mărime celule / pixel		Număr celule	Scara hărții
					Dimensiuni (m)	Suprafață (ha)		
1.	Ken M.Morgan-Rudolph Nalepa / USLE	1982, USA	Quil Miller Creek - Texas	6500	250 X 250	6,25	1036	Hartă topo. 1:24 000 Fotogramă color infraroșu 1:60 000
2.	Kwong Fai A.Lo / ANSPS (Agricultural Nonpoint Source Pollution System)	1995, Taiwan	Tsengwen Reservoir Basin	13800	500 X 500	25		Hartă 1: 25 000
			Bajun River Basin	47500	500 X 500	25	1900	Hartă 1: 25 000
3.	Nashri S. și colab. / USLE	1997, Tunisia	Ouedul Etiour, regiunea Haffouz	2720	200 X 200	4,0	680	Hartă 1: 75 000
4.	Zlate- Podoni I. / Model distributiv al formării scurgerii la nivel de pixel	1998, România	Bazin hidrografic Aldeni (b.h. Slănic-Buzău)	89	15 X 15	0,0225	3955	Plan Situație 1: 5000
5.	Popovici N, Bialı G. Sainiac I / USLE	2000, România	Zonă de test din b.h. Berheci superior	169	25 X 25	0,0625	2704	Plan Situație 1: 10 000
6.	Bialı G. Popovici N., / USLE	2001, România	s.b.h. Antohești (b.h. Berheci)	3963	25 X 25	0,0625	63 408	Hartă 1: 25 000, echidistanța 10 m
7.	Bialı G. Popovici N., / USLE	2001, România	s.b.h. Găiceana (b.h. Berheci)	4665	25 X 25	0,0625	74640	Hartă 1: 25 000, echidistanța 10 m

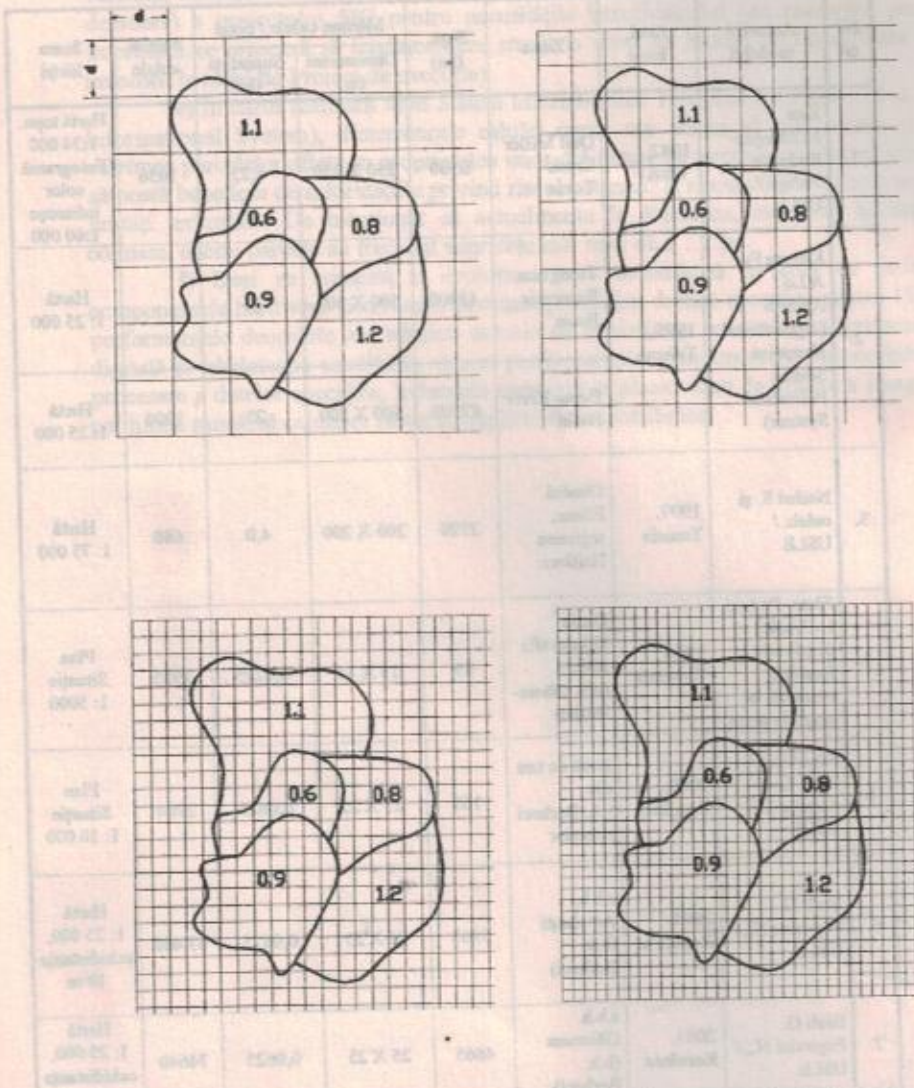


Figura 1. Zonarea factorului de credabilitate al solului (S) în patru variante de mărime a celulei

BIBLIOGRAFIE

1. Biali Gabriela, Popovici N. (1996) - *Étude de l'influence des facteurs qui intervient dans l'équation universale de l'érosion du sol sur le pronostique des pertes de sol dans les conditions de la Roumanie*, Bul. Inst. Pol. Iasi, secția VII, Hidro, Fasc. 1-4.
2. Biali Gabriela, Popovici N. (2001) - *Some problems concerning preprocessing georeferenced data specific for a Geographical Informational System conceived for erosional process monitoring on wide spaces*, Bul. Inst. Pol. Iasi, Tomul XLVII(LI), Fasc. 1-4. Hidro.
3. Buga A., Juc M., Sârodoiev, Răileanu V. (1997) - *Modele numerice ale altitudinii: stadiul convergentei la diferite scâr.*, Lucrările Simpozionului Sisteme Informaționale Geografice, nr. 3-4, Analele Univ. Al. I. Cuza, Iași, Tom XLII-XLIII.
4. Condorachi D. (2000) - *MNT - Instrument de analiză morfometrică a reliefului*, Lucrările Simpozionului Sisteme Informaționale Geografice, Nr.6, Analele St. Univ. „Al. I. Cuza”, Iași, Tom XLI.
5. Florinsky I., Kuryakova Galina (1998) - *Determination of grid size for digital terrain models in soil investigations*. 16^e Congres Mondial de science du sol, Montpellier, France, Symosium no.17.
6. Ken M.Morgan, Randolph Nalepa (1982) - *Aplication of arial photographic and computer analisis to the USLE for areawide erosion studies*, Journal of Soil and Water Conservation, nov.- dec., 356-374.
7. Kwong Fai A. Lo (1995) - *Erosion assesment of large watersheds in Taiwan*, Journal of Soil and Water Conservation, 50 (2), 180-183.
8. Nasri S., Hamza S., Sfar F. (1997) - *Contribution à l'étude de la dynamique érosive dans le bassin versant de l'and ettiour (Region de Haffouz Tunisie Centrale)*, Bulletin du Réseau Erosine, ORSTOM, Montpellier, France.
9. Popovici N. (1991) - *Combaterea eroziunii solului și a proceselor asociate*, curs, Rotaprint, Institutul Politehnic Iași.
10. Popovici N., Biali Gabriela (2000) - *Sisteme geoinformaționale*, Ed. „Gh. Asachi”, Iași.
11. Popovici N., Biali Gabriela, Sainiuc I. (2001) - *Estimarea stării de degradare a terenurilor prin procese de eroziune pe spații întinse, cu ajutorul tehnicilor GIS Studiu de caz*, Lucrările Simpozionului Sisteme Informaționale Geografice, nr. 7, Anal. St. ale Univ. „Al. I. Cuza” Iași, Geografie, Tom XL.VII.
12. Renard K.G. et al. (1997) - *Predicting Soil Erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE)*, USDA, ARS, Agriculture Handbook No.703.
13. Zlate-Podani I. (1998) - *Modelarea proceselor hidrologice la microscară*, Teză de doctorat, Univ. Tehnică de Construcții din București.

