

UNIVERSITATEA „AL.I. CUZA”

C.T.C.E. IASI

I.T.C.I.-FILIALA IASI

---

# INFO-IASI'85

Lucrarile celui de al V-lea  
COLOCVIU de INFORMATICA  
18 - 19 octombrie 1985

VOL. III.



1985

**O POSIBILITATE DE MODELARE MATEMATICĂ PENTRU  
EVALUAREA RATEI DE TRANSPORT A ALUVIUNILOR DIN BAZINELE  
HIDROGRAFICE MICI.**

- Dr. Maria Radoana - Știința Geografică
- "Știința și P. Scenar.
- Dr. Ioni C. Ichim - "
- Mat. Doring. Romagosa - CTCE P. Scenar
- Ing. Gheorghe Dumitrescu - "
- Mat. ec. Constantin Ursu - "

Considerații generale

Pentru amenajarea și exploatarea sistemelor hidrografice în special, prin lucrări transversale, evaluarea ratei de evacuare a aluviunilor are o importanță care nu necesită argumente speciale.

În cele mai multe cazuri, din rațiuni economice, rețeaua de observații și măsurători asupra transportului de aluviuni, nu poate asigura structura hidrografică la toate nivelele ei de organizare. Aceasta reclamă găsirea unei metodologii de evaluare indirectă. Pe plan mondial, s-a impus tot mai mult folosirea modelelor matematice (Burton, 1978; Griffiths, 1982; Jansson, 1982), care au aplicabilitate pentru regiuni restrinse, din cauza variabilității foarte mari pe care o au unii factori de control de la o regiune la alta. Poate că aceasta explică și faptul că nu s-a ajuns încă la o formulă universală, așa cum este formula USLE pentru eroziunea solului (Wischmeier și Smith, 1958).

La noi în țară s-au popos unele modele care privesc, în special, problemele de eroziune a versanților (Berar și Colaba, 1981); dar ele nu pot fi aplicate la evaluarea ratei de evacuare a aluviunilor, cu atât mai mult cât că sunt vorba de bazine hidrografice, care se departează de situația concretă a versanților.

În ce ne privește, aducem în discuție o posibilitate de modelare matematică a evaluării ratei de evacuare a aluviunilor din bazine hidrografice mici. Modelul trebuie să rezolve următoarele aspecte:

- ierarhizarea factorilor de control a fenomenului cercetat și identificarea relațiilor dintre aceștia;

- obținerea unei formule de predicție adecvată situațiilor pe care le analizăm, dar și cu posibilități de a fi generalizate pentru condițiile țării noastre.

## 2. Modelarea ratei de evacuare a aluviunilor

Pașapale de lucru au constat din:

- inventarierea datelor de măsurători asupra surgerii aluviunilor în bazina hidrografice extinse pe unități litologice relativ omogene. În ansamblu, s-au luat în considerare 130 de bazine hidrografice cu suprafețe care cu oțteve excepții sînt situate sub  $1000 \text{ km}^2$ .

- determinarea variabililor de control a ratei de evacuare a aluviunilor pentru fiecare bazin inventariat și anume: variabilele de control climatic (precipitațiile, medii anuale,  $P_{an}$ ); variabilele de control hidrologic (debitul maxim cu asigurare 1%,  $Q_{max.1\%}$ ; scurgerea specifică maximă,  $Q_{sp. max}$ ); variabilele de control geomorfologic (ordinul rețelei hidrografice,  $\Omega$ ; număr de rîuri de ordinul I,  $N_1$ ; număr de rîuri de ordinul II,  $N_2$ ; suprafața bazinului,  $S_b$ ,  $\text{km}^2$ ; altitudinea medie a bazinului,  $H_{med}$ , m; energia maximă de relief,  $E_{max}$ , m; perimetrul bazinului,  $P$ , km; panta medie a bazinului,  $L_p$ ; diametrul cercului înscris,  $d$ , km; diametrul cercului circumscris,  $D$ , km; coeficientul de formă,  $C_f$ ; integrala hipocatrică,  $I_h$ , S; circularitatea,  $C$ ; raportul de confluență,  $R_c$ ; lungimea rețelei de ordinul I,  $L_1$ , km; lungimea rețelei de ordinul II,  $L_2$ , km; lungimea totală a rețelei,  $L_t$ , km; lungimea rețelei interioare,  $L_{int}$ , km; densitatea rețelei de ordinul I,  $D_1$ ; densitatea rețelei totale,  $D_t$ ,  $\text{km/km}^2$ ; lungimea medie a rețelei de ordinul I,  $l_{m1}$ , km; lungimea medie a rețelei de ordinul II,  $l_{m2}$ , km; lungimea medie a rețelei totale,  $l_{mt}$ , km; raport de relief  $H_p$  (m/km); variabile cuprinzînd utilizarea terenurilor (procent de împănare,  $P_p$ ).

Modelitățile de măsurare și a lui a acestor factori este redată în site lucrări (Ichim, Bădoana, 1983; Bădoana, Ichim, 1985).

În cea mai mare parte, bazinele inventariate au izvoare pe aria munților fligului și în aria dealurilor subcarpatice și piemontane. Cîteva se extind în zona cristalină a Carpaților și în regiunile de podiu. Datele asupra măsurătorilor obținute în secțiunile de închidere ale bazinelor hidrografice nu sînt omogene, în primul rînd, ca perioadă de observație, unele se extind pe perioade de peste 20 ani, iar altele doar de cîteva ani; în al doilea rînd, metodologia de evaluare a debitului solid nu a fost întotdeauna ecesăși-

În această condiție, a fost necesar să aplicăm un test preliminar de selectare a datelor. S-a apelat la relații empirice bine cunoscute în literatură, care descriu raportul între rata de transport a aluviunilor și unele caracteristici ale bazinului hidrografic. Am folosit relația între rata de transport a aluviunilor (în tone/km<sup>2</sup>/an) și suprafața bazinului hidrografic. S-a obținut o reprezentare în care se detasează net influența pe care o au 3 mari complexe geologice asupra transportului de aluviuni și anume: cristalin, flig și regiunea subcarpatică și extracarpatică (fig.1). Noi am reținut pentru modelare, bazinele hidrografice de pe aria fligului (63 de bazine hidrografice) și de pe aria dealurilor subcarpatice și piemontane (36 de bazine hidrografice). Cu excepția a 8 bazine, toate au suprafețe cuprinse între cîteva hectare și pînă la 50km<sup>2</sup>.

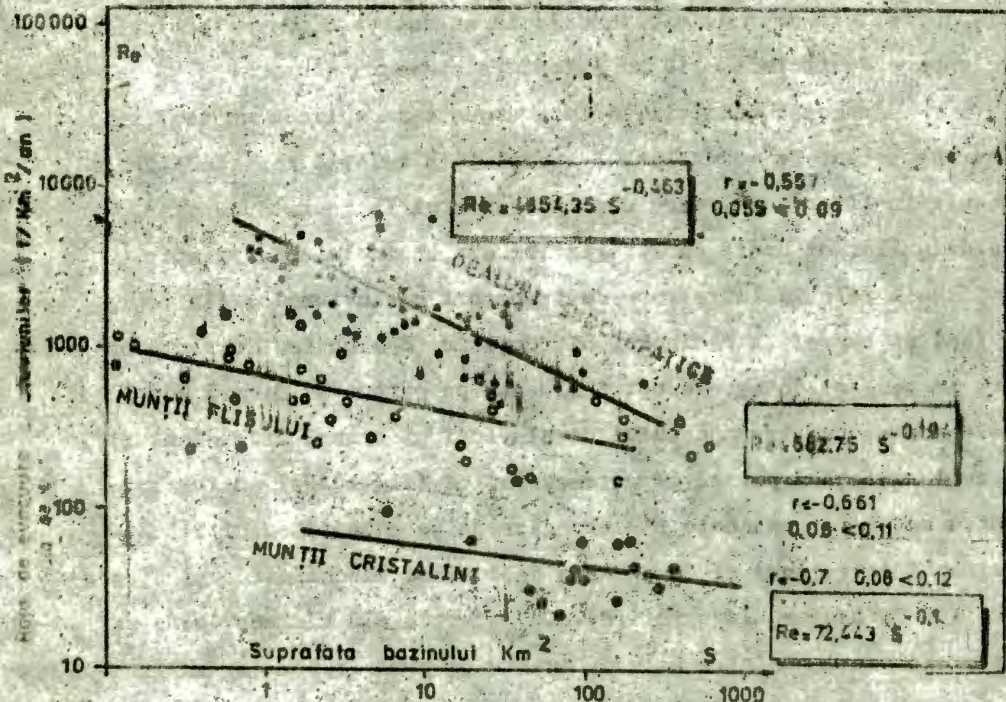


Fig.1. Relația între rata evacuării aluviunilor și suprafața bazinului hidrografic, în condițiile teritoriului României.

### 3. Descrierea modelului matematic

#### 3.1. Ipoteze de lucru.

- . Bazinele hidrografice mici pot fi considerate ca sisteme morfologice;
- . Sistemele sînt de tip deschis;
- . Alegerea variabilelor independente s-a făcut avînd în vedere colecțiile de date existente cît și posibilitățile ușoare de măsurare în teren, astfel încît ecuațiile de prognoză să fie ușor de aplicat și la alte bazine;
- . Variabila dependentă a fost considerată ca fiind fa-  
ta de evacuare a aluviunilor (REV);
- . Variabilele independente (de control) sînt cele  
denumite în paragraful 2;
- . Pentru a pune în evidență legăturile stochastice  
dintre variabila dependentă și variabilele independente s-a recurs  
la metoda regresiei multiple;
- . Majoritatea variabilelor ce influențează variabi-  
le REV sînt reglate și ajutate la scara timpului geologic, ceea ce  
impune ca REV să fie raportat la ele. Încăși unele elemente climatice  
definite prin mărimea mediei multianuale pot fi considerate ca stero-

#### 3.2. Prelucrarea statistică a observațiilor

##### 3.2.1. Culegerea, verificarea și validarea datelor.

Rezultatele observațiilor din teren și datele determinate  
în laborator pe baza hărților topografice (scara: 1/25000) au fost su-  
pușe următorului flux de prelucrare:

- validarea logică și formală a datelor de intrare;
- calculul și analiza indicatorilor statistico-matematici  
unidimensionali;
- eliminarea datelor afectate de erori grosolane (testele  
IRWIN și ROMANOVSKI);
- verificarea normalității (testul  $\chi^2$ ).

### 3.2.2. Studiul legăturilor

Datele obținute în urma etapei (3.2.1) au fost supuse unor analize de corelație și regresii pentru stabilirea intensității și formei legăturilor dintre variabile (legături intrare-intrare și intrare-ieșire). Pentru studiul intensității legăturilor s-a utilizat coeficientul de concordanță SPERMAN. Pentru a elimina variabilele puternic intercorelate s-a folosit tehnica regresiei lundare, în care variabilele au fost adăugate regresiei în ordine în care au contribuit la reducerea sumei pătratelor erorilor.

Utilizând pachetul de programe SPATLIB-1, STALIB-2 și ANACORES existente în BHP și programe utilizator a permis ca în primele etape să stabilim o regresie liniară multiplă obținând:

- matricea de covarianță
- matricea de corelație
- coeficienții ecuației de regresie
- analiza varianței.

Ca urmare a informațiilor obținute s-a stabilit o ierarhie a factorilor de control pe fiecare domeniu litologic (TABEL 1).

TABEL - 1 -

LITOLOGIA	FACTORI DE CONTROL	INTENSITATEA CORELAȚIEI
FLIS	PP, $\Omega$ , Emax	Evidentă $0,5 < Y < 0,7$
SUBCARPATICA	Qs, $\Omega$ , Lmt, Qmax, D, P	
FLIS	P, d, D, LH, Lmt, Hmed, Qmax, Sb, N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>	Moderată $0,3 < Y < 0,5$
SUBCARPATICA	d, RR, L <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , N <sub>1</sub> , Lint, N <sub>1</sub> , Lt, Sb, LH	
FLIS	L <sub>1</sub> , Lint, Lt, L <sub>2</sub> , Lmax, RR, Di, Qs, RC	Slabă $0,1 < Y < 0,3$
SUBCARPATICA	Lb, P <sub>min</sub> , PP, RC, Cf, Hmed	

Ierarhizarea factorilor de control, în bazine hidrografice mici după intensitatea corelației.

Legăturile funcționale s-au studiat în următoarele variante:

1)  $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$  unde:  $X_k$  = factorul selectat.

2)  $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$  unde:  $X_k$  = cel mai bine dependent s-a ales dintr-un set de 20 de funcții, cele mai des utilizate în literatura de specialitate.

Criteriile care au stat la baza selecției funcției au fost:

- raportul de corelație cel mai mare;
- raportul de determinare cel mai mare;
- eroarea standard de evaluare cel mai mică.

b) De tip  $Y = f(X_1, X_2, X_3)$ , neliniare.

Factorii  $X_1, X_2, X_3$  sînt cei determinați în urma ierarhizării și verificați prin metoda ABC. Combinați în diferite funcții a condus la alegerea în final a formei  $Y = A \cdot X_1^\alpha \cdot X_2^\beta \cdot X_3^\gamma$ , cunoscută sub numele de COBE-DUGLAS. Determinarea coeficienților s-a făcut pentru fiecare litologie utilizînd pachetul de programe VERONICA din BHP.

#### 4. Concluzii privind testarea modelului

Volumul de date pentru prelucrare s-a ridicat la aproximativ 12.500 observații culese într-un interval de 4 ani. Prelucrarea s-a făcut pe un calculator de tip PRILX G-512 și a durat aproximativ 5 ore.

O primă concluzie care se desprinde este că ierarhia factorilor de control nu este identică pe cele două litologii (aria fligulă și aria subcarpatică). Explicația rezidă în faptul că în aria fligulă rezistența mai mare a rocilor la eroziune a impus un relief care influențează stajura condițiilor morfoclimatice.

Prelucrînd seturile de date, reunite pe litologii, și separate pe litologii, mărimea statistiche obținute (dispersia reziduală, coeficientul de corelație, coeficientul de determinare, eroarea ecuației de regresie conform celor trei sigme) au confirmat efectul litologie în ierarhizarea factorilor de control.

O altă concluzie care s-a desprins: variabilele de relief și fie luate în seamă la ierarhizarea factorilor.

Disponînd de ecuațiile determinate pe cele două litologii s-au utilizat și pentru alte bazine hidrografice mici (PUTNA III, PUTNA IV, PUTNA V) și au demonstrat utilitatea practică.

Etapele parcurse pentru modelare precum și utilizarea...



189

felor de programe Utilizator și din Biblioteca Națională de Programare (BNP), pot constitui o sursă de studiu a ratei de evacuare a aluviunilor și pentru alte bazine hidrografice.

Utilizarea metodelor statistice reprezintă o bază științifică pentru cercetarea eroziunii, iar utilizarea tehnicii de calcul a contribuit la ridicarea preciziei de calcul, reducerea timpului necesar verificării rezultatelor și creșterea eficienței cercetării.

## 5. Bibliografie

1. GERAR U. ș. a. (1984) Model matematice pentru combaterea eroziunii solului. Ed. Junimea, Iași.
2. BURNS R.G. (1978) An improved sediment delivery model for Piedmont Forests, Georgia Inst. Technol, Atlanta.
3. ICHIM I., M. RADOANE (1984) Cercetări privind sursele de aluviuni și energia potențială de eroziune, cu exemplificări din regiunea Vrancea Hidrotehnica, 29, 6, 183-185.
4. JANSSON M. S. (1982) Land erosion by water in different climates, UNGI Rapport 57, Uppsala Univ., 141 p.
5. WISCHMEIER W.H., SMITH D.P. (1958) Rainfall energy and its relationship to soil loss, Trans. Am. Geophys. Union, 39, 258-291
6. Manual de utilizare STATLIB -1, STATLIB-2, ANACORES (ICI 1982)
7. Manual de utilizare VERONICA (ASE București)
8. STATISTICA, coordonator ION IVANESCU, Ed. didactică și pedagogică, București 1990.