

MODEL DE PROGNOZĂ A EVOLUȚIEI MICRORELIEFULUI PRIN AGROTERASARE

Nelu POPA și Ion IONIȚĂ

Cuvinte cheie: agroterase, eroziunea solului, evoluția microreliefului, model de prognoză
Key words: field-terrace, soil erosion, microrelief evolution, prognostication model

Prognostication Model of the Evolution of Field-Terrace Microrelief. Sometimes the human activities repeatedly occurred in time cause changes on the microrelief of slope terrain, which can significantly influence the water and soil leakage on the slopes. A conclusive example of this is represented by the field-terrace step-by-step forming process determined by the ploughing on the hypsometric curve general direction upsetting the clods down-slope. Although the process has been a scientific research item nowadays the elaboration of new improved mathematical models is required, models able to simulate with more accuracy the morphodynamics of the slopes with agricultural uses.

The prognostication mathematical model of the evolution of field-terrace microrelief proposed by us joins the unlinear kinematics models category. It describes in an analytic and graphic form the trajectories of the main points which define the transversal profile of a field-terrace, namely the successive modification of the cartesian co-ordinates of these points.

Compared to the real evolution of the process, the model resorts to few simplifications meant to increase the calculations accuracy without diminishing the simulation precision.

First simplification is characterised by the fact that the geometric figures which represent the sections through the field-terrace in a vertical plan, on the direction of the highest slope, have very irregular forms and they are represented by a 'n' sides polygons. In the first stage of researches we considered as necessary and sufficient the 5 sides polygon. One of the sides represents the initial line of the terrain, the second side sketches the talus line and the other three sides represent the line of the field-terrain, namely the up-slope coupling area to the slope and the proper platform, with slope and/or counter-slope.

The second simplification goes from the premise that the point at the base of the talus is considered to be fixed. Depending on this point are calculated the co-ordinates of all points which change their position in the time whilst the field-terrace evolves.

Finally, the third major simplification takes in consideration an unlinear increasing of the ground prism sizes formed by field-terracation, according to some mathematical relations developed by the authors.

The model presents an original method of calibration, fact which permits obtaining various forms of transversal sections characteristic to the local specific conditions. There are used 4 calibration coefficients (K_1 - K_4) which are determined by field measurements.

The efficiency of the model is proved mainly on the agricultural fields with high slope and bench-terrace planning. So the utilisation of this model together with the American Soil-erosion in hydrographic basins of small area Prognostication WEPP Model can improve the simulation precision, for long periods of time, from 3% to 7%.

Caracterul ciclic al lucrărilor agricole conduce uneori la modificarea microreliefului terenurilor în pantă, fapt ce poate influența semnificativ scurgerea lichidă și solidă pe versanți. Un exemplu concludent în acest sens îl reprezintă procesul de agroterasare treptată, determinat mai ales de executarea arăturilor pe direcția generală a curbelor de nivel, cu răsturnarea brazdelor în aval. Cu toate că procesul respectiv a constituit deseori o preocupare de cercetare științifică, în momentul de față, se simte nevoia elaborării unor modele matematice îmbunătățite, capabile să simuleze cu mai multă acuratețe dinamica morfologiei versanților cu folosințe agricole.

Studiile executate până în prezent privind formarea agroteraselor subliniază rolul hotărâtor al factorului antropic. Anumite lucrări agricole ce mobilizează solul contribuie la deplasarea în plan orizontal a unor volume importante de pământ ce se acumulează îndeosebi pe liniile de contact dintre fâșii sau terase.

Deplasarea particulelor de sol pe direcția deal-vale se datorează acțiunii a două categorii de forțe:

- forța cu care sculele utilajelor agricole prelucrează solul;
- forța gravitațională ce se resimte mai pregnant pe măsură ce panta terenului crește.

Proiecțiile acestor forțe pe direcția de cea mai mare pantă a terenului pun în evidență mărimea eforturilor (F_1 și F_2) ce concură efectiv la deplasarea particulelor de sol pe profilul versantului. (figura 1).

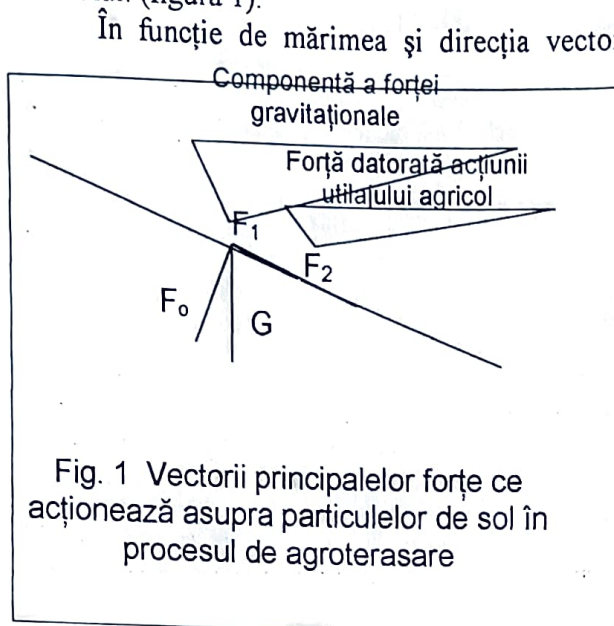


Fig. 1 Vectorii principalelor forțe ce acționează asupra particulelor de sol în procesul de agroterasare

În funcție de mărimea și direcția vectorului forță, ce reprezintă acțiunea utilajului agricol asupra solului, s-au diferențiat următoarele situații mai importante:

a) Utilajul agricol se deplasează pe direcția generală a curbilor de nivel iar solul este mobilizat în lateral astfel:

- numai spre aval, în cazul arăturilor executate cu plugul reversibil;
- spre aval sau amonte în funcție de sensul deplasării mașinii ce tractează un plug clasic.

b) Utilajul agricol se deplasează pe direcția deal-vale iar brazdele sunt răsturnate lateral (arătura în părți). Aceste două situații pot fi analizate în condițiile în care terenurile agricole diferă ca pantă sau ca mod de organizare

antierozională.

Modelul matematic de prognoză a evoluției microreliefului prin agroterasare propus, se încadrează în categoria modelelor cinematice nelineare. El descrie, sub formă analitică și grafică, traiectoriile principalelor puncte ce definesc profilul transversal al unei agroterase, respectiv modificarea succesivă a coordonatelor carteziene ale acestora (figura 2).

Față de evoluția reală a proceselor, modelul apelează la câteva simplificări de natură să conducă la creșterea performanțelor de calcul fără a diminua substanțial din precizia simulării.

O primă simplificare este legată de faptul că figurile geometrice rezultate prin secționarea agroteraselor cu un plan vertical, după direcția celei mai mari înclinări, au forme foarte neregulate și se prezintă ca niște poligoane cu "p" laturi. Pentru prima etapă a cercetărilor s-a considerat necesar și suficient ca numărul de laturi ale poligonului să fie redus la cinci. Una din laturi descrie linia inițială a terenului, a doua latură schițează linia taluzului, iar celelalte trei reprezintă linia terenului agroterasat, respectiv zona de racordare în amonte cu restul versantului și platforma propriu zisă, cu pantă și/sau contrapantă.

A doua simplificare pornește de la premiza că punctul de la baza taluzului este considerat fix. Față de acesta sunt calculate coordonatele pentru toate punctele care își schimbă poziția pe măsură ce agroterasa evoluează în timp.

În sfârșit, a treia simplificare importantă ia în considerare o creștere nelineară a dimensiunilor prismului de pământ format prin agroterasare, conform unor relații matematice care sunt detaliate mai jos.

Se mai precizează că, pentru versiunea de față, s-a luat în calcul numai influența lucrărilor de arat asupra formării agroteraselor. Celelalte lucrări agricole (discuitul, tăvălugitul, etc.), ce au o pondere mai mică în dezvoltarea procesului analizat, vor constitui obiectul unui studiu separat, în versiunile ulterioare, îmbunătățite.

Modelul prezintă o metodă originală de calibrare, ceea ce permite obținerea unor forme variate ale secțiunilor transversale, în funcție de condițiile specifice locale. Se utilizează un număr de patru coeficienți de calibrare ($K_1 - K_4$) ce intră în componența ecuațiilor dreptelor intersectate în punctul A (figura 3).

Relația matematică ce definește dreapta corespunzătoare liniei terenului neterasat are următoarea formă:

$$Y_{En} = m_2(X_{En} - X_o) + Y_o \quad \text{unde:}$$

$$X_{En} = X_o - K_2 n^{1/2}$$

X_{En} și Y_{En} sunt coordonatele punctului situat la extremitatea din amonte a agroterasei formate după executarea unui număr de "n" lucrări agricole. În mod asemănător se calculează și ecuațiile celorlalte trei drepte.

Datele de intrare ale modelului

m_1	- panta terenului;	K_1	- coefic. de calibrare teren;
m_2	- panta taluzului;	K_2	- coefic. de calibrare taluz;
n	- numărul de lucrări agricole;	K_3	- coefic. de calibrare platf. av.;
		K_4	- coefic. de calibrare platf. am.

Datele de ieșire

h_{tal}	- înălțimea taluzului (m);
h_{n1}, h_{n2}, h_{n3}	- grosimile depozitului de aluviuni (m);
V_n	- volumul unitar al agroterasei (m^3/m);

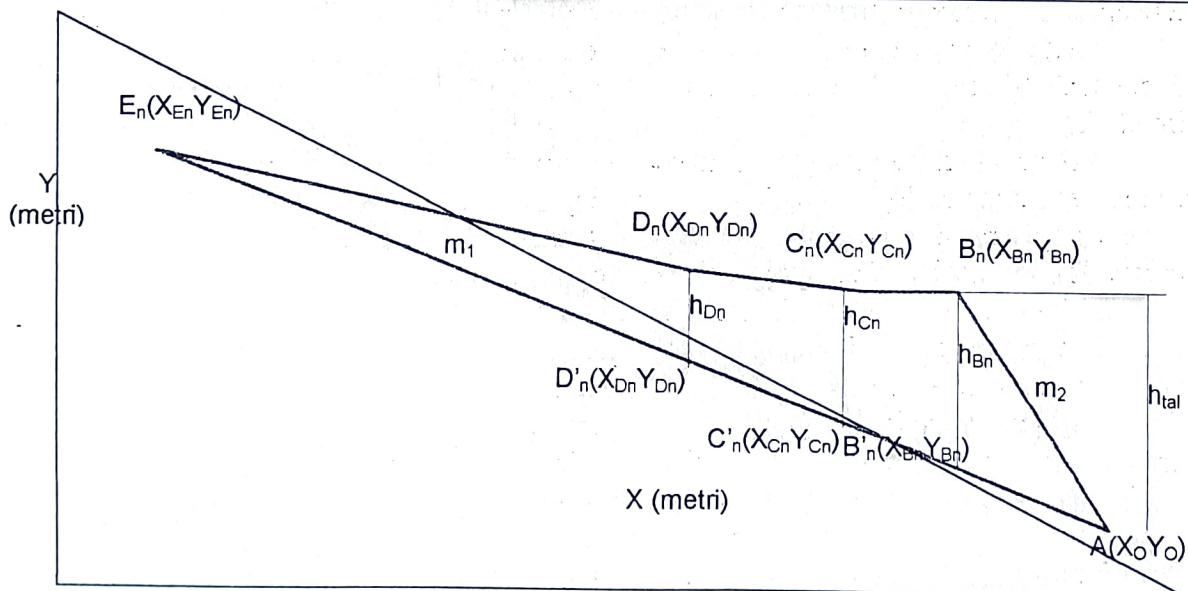


Figura 2 Secțiune prin agroterasă

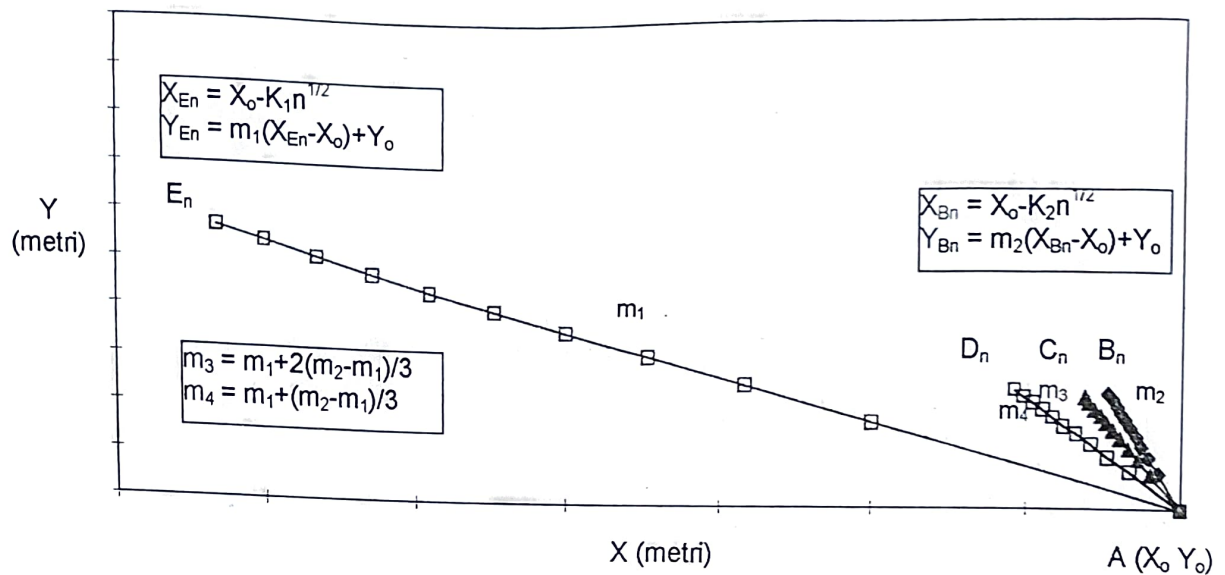


Figura 3 Graficul punctelor de calibrare pentru o secțiune de agroterasă

Dreptele AC_n și AD_n au poziții intermediare între poziția dreptei terenului și cea a taluzului. S-a considerat util ca pantele m_3 și m_4 să aibă următoarele valori:

$$m_3 = m_1 + (m_2 - m_1) / 6$$

$$m_4 = m_1 + 2(m_2 - m_1) / 4$$

Punctele ce definesc schematic agroterasa vor fi reprezentate astfel:

$$B_n (X_{Bn} Y_{Bn}); \quad \text{unde:} \quad Y_{Bn} = m_2 (X_{Bn} - X_0) + Y_0;$$

$$B'_n (X_{Bn} Y'_{Bn}); \quad \text{unde:} \quad Y'_{Bn} = m_1 (X_{Bn} - X_0) + Y_0;$$

$$C_n (X_{Cn} Y_{Cn}); \quad \text{unde:} \quad Y_{Cn} = m_3 (X_{Cn} - X_0) + Y_0;$$

$$C'_n (X_{Cn} Y'_{Cn}); \quad \text{unde:} \quad Y'_{Cn} = m_1 (X_{Cn} - X_0) + Y_0;$$

$$D_n (X_{Dn} Y_{Dn}); \quad \text{unde:} \quad Y_{Dn} = m_4 (X_{Dn} - X_0) + Y_0;$$

$$D'_n (X_{Dn} Y'_{Dn}); \quad \text{unde:} \quad Y'_{Dn} = m_1 (X_{Dn} - X_0) + Y_0;$$

$$E_n (X_{En} Y_{En}); \quad \text{unde:} \quad Y_{En} = m_1 (X_{En} - X_0) + Y_0;$$

Punctele B'_n , C'_n și D'_n de pe dreapta AE_n sunt proiecțiile pe verticală ale punctelor B_n , C_n și D_n .

Grosimea stratului de aluviuni în punctele B_n , C_n și D_n se determină astfel:

$$h_{Bn} = Y_{Bn} - Y'_{Bn}; \quad h_{Cn} = Y_{Cn} - Y'_{Cn}; \quad h_{Dn} = Y_{Dn} - Y'_{Dn}.$$

După efectuarea calculelor se obțin ecuațiile:

$$h_{Bn} = (m_2 - m_1)(X_{Bn} - X_0); (m)$$

$$h_{Cn} = (m_3 - m_1)(X_{Cn} - X_0); (m)$$

$$h_{Dn} = (m_4 - m_1)(X_{Dn} - X_0); (m)$$

Înălțimea taluzului precum și aria poligonului $AE_n B_n C_n D_n$ ce reprezintă în fapt volumul unitar al agroterasei, pot fi calculate cu relațiile:

$$h_{\text{taluz}} = Y_{B_n}; \quad (\text{m})$$

$$V_n = (\sum X_{np} (X_{np+1} - X_{np-1})) / 2; \quad (\text{m}^3/\text{m})$$

unde "p" este indicele laturilor poligonului.

Calibrarea modelului

În general, calibrarea modelelor ce simulează procese naturale este un proces complex și necesită un volum mare de date obținute prin măsurători directe. Pentru modelul de față, s-a pornit de la faptul că volumul de pământ deplasat în lateral prin executarea unei arături obișnute, la 20-25 cm adâncime, este cuprins între 0,04 și 0,07 m³. Luând în considerare un volum mediu de pământ deplasat de 0,05m³ la fiecare arat, s-au obținut următorii coeficienți de calibrare:

$$k_1 = 3,5; \quad k_2 = 0,45; \quad k_3 = 0,97; \quad k_4 = 1,35.$$

Măsurătorile executate de Ioniță I. (1985) în Valea Țarinei – Colinele Tutovei, asupra agroteraselor ce s-au format începând cu anul 1968, după finalizarea sistemului antierozional de cultură în fâșii, au permis obținerea unui set de coeficienți de calibrare corespunzător versanților cu panta cuprinsă între 11% și 13%.

$$k_1 = 4,0 \quad k_2 = 0,48; \quad k_3 = 1,1; \quad k_4 = 1,5.$$

În etapa următoare se are în vedere îmbunătățirea acestui model pe câteva direcții principale:

simularea formării agroteraselor prin evaluarea contribuției lucrărilor de discuit, tăvălugit în combinație cu arătura (cu plug clasic și reversibil).

calibrarea modelului privind agroterasarea și pentru sisteme antierozionale cu benzi înierbate sau terase banchetă.

dezvoltarea programului de export date spre modele performante de simulare a scurgerilor lichide și solide (WEPP)

BIBLIOGRAFIE

- Berar, U., Giurma, I. și col. (1983), *Modele matematice pentru combaterea eroziunii solului* - Editura Junimea. Iași.
- Dickey, E.C. and col. (1979), *The calibration and optimization of hydrologic models on small watershed having mild topography*, ASAE, Paper No. 79-2036.
- Flanagan, D. C. and col. (1994), *Water Erosion Prediction Project - Erosion Prediction Model, Version 94.7, User Summary*, NSERL Report no.9.
- Foster, G. R. (1990), *Conservation practices in erosion models*, p.429-445 in: Boardman ed.
- Heyman, S.M. (1996), *Bazele Visual Basic 4*, Editura Teora, București.
- Ioniță, I. și colab. (1985), *Evoluția sistemului de cultură în fâșii pe terenurile cu pante mijlocii din Colinele Tutovei*, Cercet. Agron. în Moldova, vol. 3, Iași.
- Ionescu, V., Giurma, I. și col. (1978), *Calculul și modele matematice pentru combaterea eroziunii solului - Sinteza documentară*, INID, București.
- Popa, A. și colab. (1965), *Cercetări privind modificarea microreliefului și solului în urma lucrărilor de agroterasare pentru culturile de câmp*. Analele ICCPT Fudulca, Vol. XXXIII, Seria B, București.

- Popa, A. și colab.** (1966), *Cercetări privind modificarea microreliefului și solului în urma lucrărilor de terasare efectuate în plantații de vii* Analele ICPA, Vol. XXXIV, București.
- Popa, A. și colab.** (1984), *Combaterea eroziunii solului pe terenurile arabile* – Editura Ceres, București.
- Popa, N.** (1995), *Testarea programului american WEPP de prognoză a eroziunii solului în Podișul Bârladului*, Lucrările Conferinței Naționale pentru Protecția Mediului prin Metode Biologice și Biotehnice, Brașov.
- Popa, N., Ioniță I.** (1995), *Metode moderne de estimare a eroziunii solului pe terenurile agricole în pantă* – Comunicările Conferinței Internaționale “Eroziunea solului și metodele de combatere” Institutul “N. Dimo”, Chișinău.

S.C.C.C.E.S. Perieni - Bârlad