

CUANTIFICAREA EROZIUNII SOLULUI PE BAZA USLE FOLOSIND SIG ȘI IMPACTUL ACESTEIA ASUPRA FERTILITĂȚII. APLICAȚIE LA TERITORIUL PODIȘULUI CENTRAL MOLDOVENESC DINTRE RÂURILE VASLUI ȘI STAVNIC

Cristian-Valeriu PATRICHE

Cuvinte cheie: eroziune, USLE, SIG, indici de fertilitate

Key words: erosion, USLE, GIS, fertility indices

The purpose of this study is to quantify soil surface erosion using the Universal Soil Loss Equation within GIS and to assess its impact on several soil fertility characteristics. The quantifying of soil surface erosion was performed by integrating in GIS the thematic raster representations of the erosion control parameters which exhibit spatial variability within the limits of the study region (The Central Moldavian Plateau between Vaslui and Stavnice rivers). Subsequently, we derived the potential soil erosion, controlled exclusively by soil-relief factors and the effective soil erosion, by integrating the effect of vegetation, which caused the reduction of the mean soil erosion rate by 75%. The assessment of the erosion impact on soil fertility was performed by estimating the effect of topsoil material removal on several soil characteristics: depth, humus content, soil reaction, nitrogen, phosphorus and potassium content. These characteristics were expressed as indices ranging from 0 to 100 and they were recalculated for 10, 50 and 100 years after the present moment taking into account the effect of topsoil removal during these time intervals. The most accentuated downgrading of fertility indices was noticed for the nutrients content.

Studiul de față își propune estimarea ratei actuale a eroziunii în suprafață, proces deosebit de important sub aspect agroproductiv și evaluarea impactului acesteia asupra unor proprietăți care concură la definirea fertilității solului.

Estimarea ratei actuale a eroziunii în suprafață s-a realizat cu ajutorul binecunoscutei ecuații universale a eroziunii (USLE) adaptată de *Moțoc M. și colab. (1975)* după *Wischmeier (1960)*:

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

unde:

- E : rata medie anuală a eroziunii (t/ha·an);
- K : coeficient de corecție pentru agresivitatea pluvială, în condiții standard de lungime și înclinare a versantului, de erodabilitate a solului, cultură, măsuri și lucrări de combatere a eroziunii;
- S : coeficient de corecție pentru erodabilitatea solului;
- C : coeficient de corecție pentru efectul culturilor;
- C_s : coeficient de corecție pentru efectul lucrărilor de combatere a eroziunii;
- L^m : influența lungimii versantului, cu m determinat la valoarea optimă de 0,3;
- I^n : influența pantei versantului, înlocuită prin expresia:

$$1,36 + 0,97i + 0,381i^2, i \text{ fiind panta medie a versantului (\%)}$$

Aplicarea ecuației universale a eroziunii pentru regiunea de studiu s-a realizat prin integrarea unor straturi tematice de tip raster, reprezentând parametrii de intrare cu variabilitate spațială (erodabilitatea, lungimea de scurgere, factorul pantă, efectul vegetației), la o rezoluție de 100m x 100m, astfel încât, în reprezentarea raster a eroziunii, fiecare valoare să caracterizeze un areal cu suprafața de 1ha (figura 1).

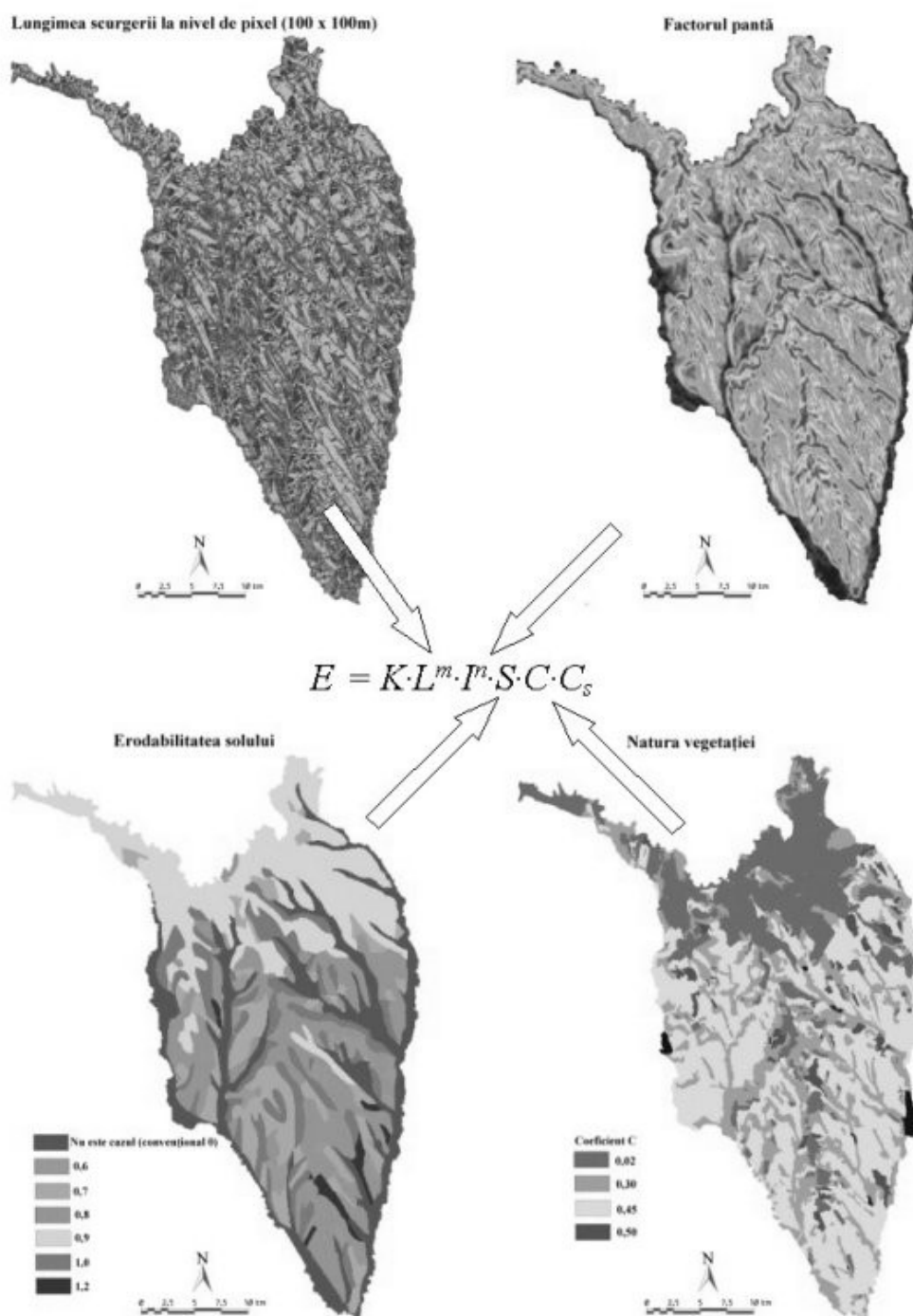


Fig. 1. Agregarea informației spațiale necesare pentru calculul eroziunii în suprafață folosind USLE.

Datorită extinderii areale reduse, *agresivitatea pluvială* este constantă la nivelul regiunii de studiu, având valoarea de 0,13 (Mureșan D., Pleșa I., 1992), caracteristică pentru întreg Podișul Bârladului, sudul Podișului Moldovei și Câmpia Română. Valoarea indică o agresivitate ridicată a precipitațiilor, pentru condițiile climatice ale zonelor joase, de câmpie, deal și podiș, reflectând nuanțele de excesivitate specifice acestor regiuni.

Erodabilitatea solurilor a fost estimată pe baza tipului genetic de sol, a gradului de eroziune și texturii acestora, conform metodologiei elaborată de ICPA (1987). Valorile erodabilității au fost introduse în tabela de atribute atașată tipurilor de sol, după care stratul vectorial reprezentând harta solurilor a fost convertit în strat raster folosind aceste valori, obținându-se astfel reprezentarea spațială a erodabilității.

Pe ansamblul regiunii, erodabilitatea învelișului de sol se situează la un nivel redus, valoarea medie fiind de 0,68, fapt pus, în principal, pe seama ponderii mari a aluviosolurilor (cca 18% din suprafața regiunii), pentru care valoarea erodabilității este convențional 0. Cele mai susceptibile la eroziune sunt erodosolurile calcarice (1,2), cambice și argice și variantele puternic erodate ale cernoziomurilor tipice, preluvosolurilor și luvosolurilor (1,0), care însumează o suprafață de cca 90km², reprezentând cca 10% din suprafața regiunii de studiu. Cu erodabilitate foarte redusă și redusă (0,6-0,7) se înscriu cernoziomurile cambice și argice, faeoziomurile greice și preluvosolurile, care însumează 146km², reprezentând cca 16% din suprafața regiunii.

Influența pantei versanților asupra eroziunii în suprafață a fost cuantificată cu ajutorul relației specificate anterior, utilizându-se valorile de pantă derivate din modelul numeric al altitudinii, reeșantionate la rezoluția spațială dorită (100 x 100m).

Factorul privind *influența lungimii versantului* asupra eroziunii a fost înlocuit cu *lungimea de scurgere* în cadrul arealului elementar de 1ha, având prin urmare valoarea de 100m, dacă scurgerea se realizează în lungul laturilor (N-S sau E-V), sau de $100\cdot\sqrt{2}$ m, adică 141,4m, dacă scurgerea se realizează în lungul diagonalelor (NV-SE sau NE-SV). Această diferențiere s-a efectuat pe baza unui raster derivat din modelul numeric al altitudinii, cuprinzând direcțiile de scurgere, reprezentate prin valori de la 1 (NE) la 8 (N). Prin urmare, analiza eroziunii în suprafață s-a realizat la nivel de pixel, cu dimensiuni corespunzătoare în teren de 1ha, nu la nivel de versant.

Pentru integrarea *influenței vegetației* asupra eroziunii, au fost adoptate valori medii ale coeficientului C din ecuația universală a eroziunii, determinate pentru fiecare din cele 5 utilizări generale prezente în regiunea de studiu: pădure 0,02, pajiște 0,3, arabil 0,45, vie 0,3, livadă 0,5. Valorile reale pot oscila în limite mai mult sau mai puțin largi, cu deosebire în cazul terenului arabil. Valorile coeficientului C au fost notate în tabela de atribute atașată tipurilor de vegetație, după care stratul vectorial reprezentând harta vegetației a fost convertit în raster folosind aceste valori, obținându-se astfel distribuția spațială a coeficientului C.

Într-o primă etapă, s-a cuantificat eroziunea condiționată exclusiv de factorii geomorfologici și pedologici, făcând abstracție deci de influența vegetației și măsurilor antierozionale. Aceasta poate fi definită ca **eroziunea potențială**, fiind eroziunea maximă ce poate afecta un teritoriu lipsit de vegetație (figura 2).

Potrivit calculelor, media eroziunii potențiale, la nivelul regiunii de studiu, este de 18,34 t/ha·an, corespunzătoare unui risc erozional moderat. Variația spațială a eroziunii potențiale este ridicată, fapt indicat de valoarea mare a deviației standard (18,37 t/ha·an). Terenurile fără eroziune, sau cu eroziune slabă (sub 1 t/ha·an) dețin o pondere însemnată (20,9%), fiind reprezentate, în principal, prin zonele de luncă. Clasa modală principală este cea cu valori de 16-30 t/ha·an, care corespunde unui risc erozional puternic și deține o frecvență de 22,7%. Aceste suprafețe se suprapun, mai ales, reversurilor de cuate, caracterizate prin pante moderate. Eroziunea potențială excesivă (peste 30 t/ha·an) caracterizează 21,5% din suprafața regiunii, corespunzând, în principal, fronturilor de cuate.

Versanții sau sectoarele de versanți slab înclinate, situate, în general, în treimea inferioară a acestora, se caracterizează printr-un risc erozional mediu, cu valori ale eroziunii potențiale de 8-16 t/ha·an. Aceste terenuri dețin o pondere de 18,3% din suprafața regiunii. În fine, suprafețele interfluviale prezintă un risc erozional redus, cu valori ale eroziunii potențiale de 1-8 t/ha·an, care se înscriu cu o frecvență de 16,6%.

Raportat la învelișul de sol, se constată faptul că riscul erozional mediu este ridicat la nivelul erodosolurilor (29,5 t/ha·an) și luvosolurilor neerodate (20,2 t/ha·an) și moderat la ridicat în cazul cernoziomurilor neerodate (17,3 t/ha·an).

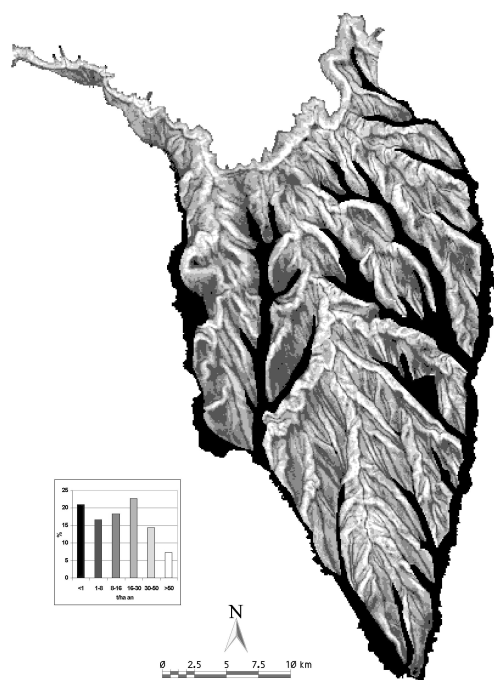


Fig. 2. Eroziunea potențială.

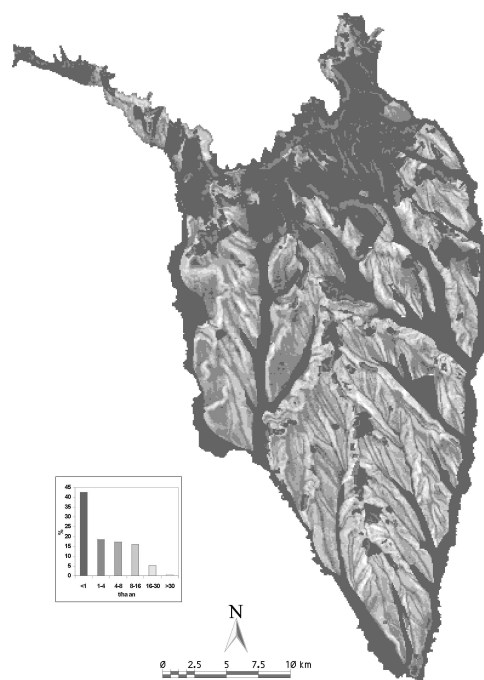


Fig. 3. Eroziunea efectivă.

Cea de-a doua etapă în analiza eroziunii în suprafață, derivată din ecuația universală a eroziunii, a constat în integrarea efectului antierozional al vegetației spontane sau cultivate, rezultatul fiind obținerea **eroziunii efective** (figura 3). Lipsa informației privind extinderea areală și natura măsurilor antierozionale din regiunea de studiu nu ne-a permis și integrarea efectului acestora în modelul de calcul al eroziunii efective. Considerăm totuși, că această lipsă nu afectează în mod semnificativ rezultatele, având în vedere ponderea redusă a terenurilor amenajate antierozional în cadrul regiunii de studiu.

O primă constatare se referă la faptul că integrarea efectului vegetației reduce sensibil valorile eroziunii și fluctuațiile spațiale ale acestora. Astfel, pe ansamblul regiunii, eroziunea efectivă prezintă o valoare medie de 4,57 t/ha·an, reprezentând deci un sfert din eroziunea potențială medie. Deviația standard este de 3 ori mai redusă decât în cazul eroziunii potențiale (5,96 t/ha·an), indicând uniformizarea variației spațiale.

Distribuția frecvențelor este puternic asimetrică spre stânga, clasa modală fiind cea de 0-1 t/ha·an. Terenurile din această clasă dețin o pondere de 42,5% din suprafața regiunii și corespund, în principal, zonelor de luncă și arealelor împădurite de pe interfluvii. Terenurile cu eroziune efectivă de 1-8 t/ha·an dețin, la rândul lor, o pondere ridicată (35,6%), suprapunându-se, mai ales, reversurilor de cueste, suprafețelor interfluviale și sectoarelor slab înclinate din treimea inferioară a versanților. Prin urmare, cea mai mare parte a regiunii de studiu (78,1%) se caracterizează printr-o eroziune efectivă redusă, cu valori mai mici de 8 t/ha·an. Terenurile cu eroziune efectivă de 8-16 t/ha·an și mai mare de 16 t/ha·an se înscriu cu frecvențe reduse (16%, respectiv 5,8%), corespunzând, mai ales, fronturilor de cueste.

Raportată la învelișul de sol, eroziunea efectivă prezintă cele mai mari valori la nivelul erodosolurilor (în medie 9,6 t/ha·an), cu deosebire la nivelul erodosolurilor calcarice (11,5 t/ha·an). Variantele moderat și puternic erodate ale cernoziomurilor se înscriu cu valori intermediare, media fiind de 8,6 t/ha·an. În contrast, preluvosolurile și luvosolurile moderat și puternic erodate se caracterizează prin valori reduse ale eroziunii efective (în medie de 2,7 t/ha·an), datorită situației lor sub cuvertura tampon a vegetației forestiere.

În raport cu natura vegetației, valorile minime ale eroziunii efective se constată în cazul arealelor împădurite (1,1 t/ha·an). Terenurile acoperite de pajiști și arabile se înscriu cu valori medii asemănătoare (5,4-5,5 t/ha·an).

În continuare, ne concentrăm atenția asupra **evaluării impactului eroziunii** în suprafață asupra unor proprietăți care concură, alături de altele, la definirea fertilității solurilor: profunzime, humus, reacția soluției solului, azot total, fosfor și potasiu mobil.

În acest scop, s-au utilizat datele extrase dintr-un eșantion de 8 subtipuri de soluri automorfe, neafectate de eroziune (cernoziom proxicalcaric, epicalcaric, tipic, cambic, argic, greic, preluvosol tipic, luvosol stagnic) și un eșantion de 6 subtipuri de soluri afectate de eroziune, dintre care 3 variante erodate (cernoziom tipic puternic erodat, cernoziom cambic moderat erodat, cernoziom greic-cambic puternic erodat) și 3 erodosoluri. (calcarice, cambice, argice). Datele sunt reprezentative pentru sectorul estic al regiunii de studiu (zona Codăești – Solești), profilele fiind executate de un grup de cercetători coordonat de prof. dr. ing. **Gheorghe Lupașcu** și prof. dr. em. Nicolae Barbu, iar probele analizate în cadrul laboratoarelor ICPA, București.

Trebuie precizat de la bun început faptul că evaluarea impactului eroziunii asupra însușirilor de fertilitate s-a realizat făcând abstracție de intrările în circuitele biogeochimice (ex: producția pedogenetică de humus, macroelemente nutritive, aportul de macroelemente nutritive din îngrășăminte chimice și organice etc.) și de alte ieșiri cu excepția celei pe calea eroziunii (ex: prin transfer subsuperficial, levigare, mineralizare etc.)

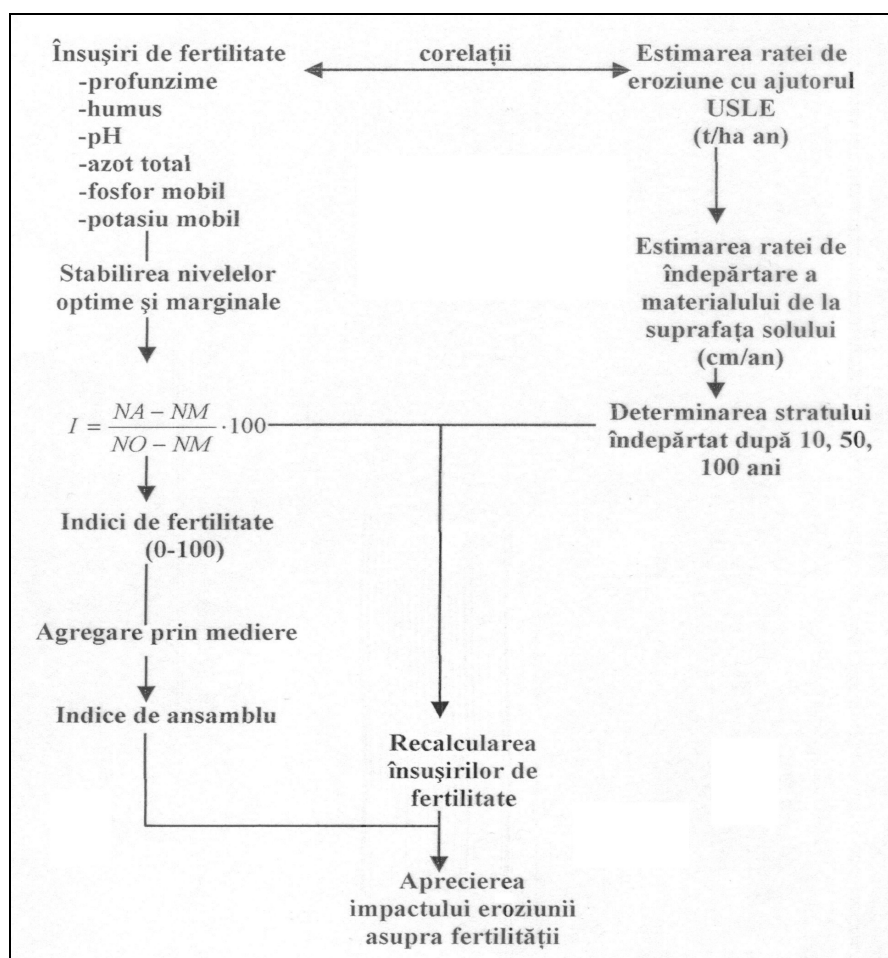


Fig. 4. Shema metodologiei de evaluare a impactului eroziunii asupra fertilității solurilor.

Figura 4 redă schematic metodologia de evaluare a impactului eroziunii în suprafață asupra fertilității solurilor. Pentru însușirile de fertilitate considerate s-au stabilit nivele optime

și marginale în raport cu utilizarea agricolă a solurilor, folosind criteriile specificate de ICPA (1987) (tabelul 1). În continuare, pentru a putea fi comparate și agregate, valorile brute ale însușirilor au fost transformate în *indici de fertilitate*, folosind relația de mai jos, cu valori posibile în intervalul 0-100:

$$I = 100 \cdot (NA - NM) / (NO - NM)$$

unde:

- NA: nivelul actual al însușirii de fertilitate;
- NM: nivelul marginal;
- NO: nivelul optim.

Dacă nivelul actual al însușirii de fertilitate este inferior nivelului marginal ($NA < NM$), acesta se consideră egal cu nivelul marginal, rezultând un indice de fertilitate cu valoarea 0. Dacă nivelul actual este mai mare superior nivelului optim ($NA > NO$), atunci acesta se consideră egal cu nivelul optim, rezultând un indice de fertilitate cu valoarea 100, cu excepția situațiilor în care creșterea nivelului actual peste nivelul optim se traduce printr-o depreciere a favorabilității însușirii de fertilitate (cazul pH-ului).

Tabel 1. Parametri și relații necesare pentru transformarea valorilor brute ale însușirilor solului în indici de fertilitate.

Însușiri	Nivel marginal - optim	Ecuția de transfer în indici de fertilitate
Profunzime (cm)	0 – 75	$1,33 \cdot x$
pH (medie ponderată profil)	3,5 – 7,2 10 – 7,2	$27 \cdot x - 94,6$ $254,3 \cdot x - 21,4$
Humus (% , 50cm)	Nisip lutos: 0,4 – 1,8 Lut nisipos la argilă: 0,5 – 3,5	$71,4 \cdot x - 28,6$ $33,3 \cdot x - 16,7$
Azot total (% , 25cm)	0 – 0,27	$370 \cdot x$
Fosfor mobil (ppm, 25cm)	0 – 36	$2,78 \cdot x$
Potasiu mobil (ppm, 25cm)	0 – 200	$0,5 \cdot x$

Fertilitatea de ansamblu a solurilor, sub raportul însușirilor considerate, a fost derivată prin medierea valorilor indicilor de fertilitate individuali.

În paralel, s-a procedat la estimarea ratelor actuale ale eroziunii în suprafață folosind *USLE*, pentru caracteristicile fiecărui amplasament al profilelor analizate. Ratele de eroziune au fost folosite pentru derivarea ratelor de îndepărtare a humusului și macroelementelor nutritive, prin înmulțirea acestora cu valorile de conținut exprimate în fracțiuni de unitate. În continuare, rata de eroziune, exprimată inițial în t/ha an, a fost transformată în cm/an ($(E_{t/ha\ an} \cdot 10^6) / (DA_{g/cm^3} \cdot 10^8)$), după care s-a determinat grosimea stratului de sol îndepărtat după 10, 50 și respectiv 100 de ani de la momentul prezent. Pentru fiecare dintre aceste momente au fost recalculate valorile însușirilor de fertilitate și transformate în indici de fertilitate individuali și de ansamblu, apreciindu-se astfel impactul eroziunii în suprafață asupra fertilității.

Pentru evidențierea diferențelor dintre însușirile solurilor automorfe și cele ale solurilor derivate din acestea sub impactul eroziunii, s-a procedat la calculul și analiza comparativă a mediilor, deviațiilor standard, coeficienților de variație și amplitudinii celor două categorii de soluri, redate în tabelul 2. A fost testată semnificativitatea statistică a diferențelor dintre mediile însușirilor, folosind testul neparametric *U* (*Mann-Whitney*), rezultând diferențe semnificative la nivelul profunzimii solului, conținutului în nisip fin, praf, azot, fosfor și potasiu.

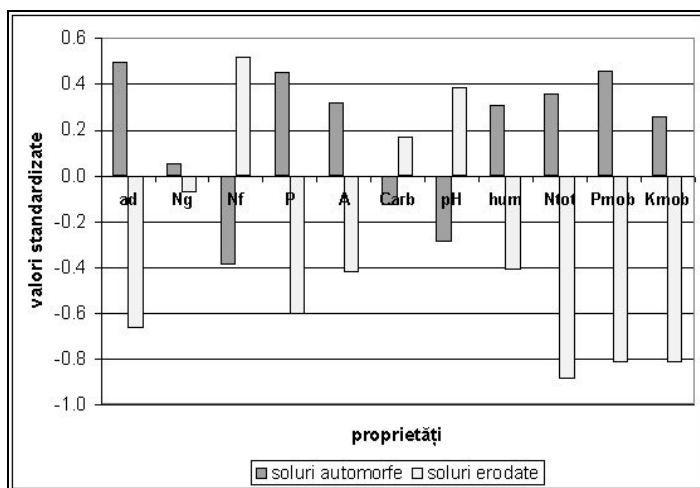
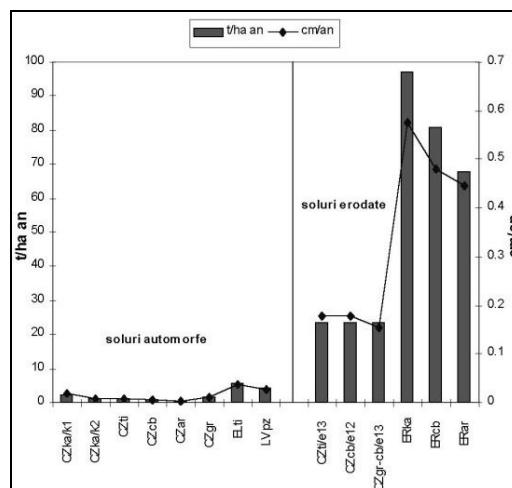
Tabel 2. Valori medii și indici de variație ale proprietăților solurilor automorfe și erodate.

Soluri neafectate de eroziune											
	Adâncime (cm)	Ng (%)	Nf (%)	P (%)	A (%)	Carbonați (%)	pH	Humus (%)	Ntot (%)	Pmob (ppm)	Kmob (ppm)
M	130.00	4.45	39.46	23.00	32.51	4.49	7.43	2.33	0.16	17.80	221.39
σ	31.17	3.94	9.93	5.18	8.54	3.31	0.74	0.77	0.05	10.85	68.91
Cv	23.98	88.38	25.16	22.52	26.27	73.79	9.94	32.96	30.44	60.96	31.13
A	90.00	12.04	29.18	15.37	26.61	8.52	1.70	2.62	0.14	30.84	183.72
Soluri afectate de eroziune											
M	89.17	4.05	52.08	15.46	23.89	5.39	7.98	1.76	0.11	5.23	173.13
σ	26.16	2.32	15.87	7.50	14.09	2.86	0.87	0.76	0.06	3.05	72.98
Cv	29.33	57.29	30.47	48.51	58.99	53.05	10.88	43.12	54.90	58.34	42.15
A	70.00	5.59	45.97	21.70	36.49	7.83	2.28	1.87	0.14	8.00	200.08

M: media; **σ:** deviația standard; **Cv:** coeficientul de variație; **A:** amplitudinea de variație.

Ng: nisip grosier; **Nf:** nisip fin; **P:** praf; **A:** argilă; **Ntot:** azot total; **Pmob:** fosfor mobil; **Kmob:** potasiu mobil

Pentru a aprecia magnitudinea relativă a acestor diferențe, s-a procedat la standardizarea valorilor ($(x-x_m)/\sigma$) și reprezentarea grafică a mediilor acestora (figura 5). Se remarcă faptul că cele mai mari diferențe sunt la nivelul profunzimii și conținutului în macrolelemente nutritive, iar cele mai reduse la nivelul conținutului în nisip grosier și carbonați.


Fig. 5. Diferențe între mediile valorilor standardizate ale proprietăților solurilor automorfe și erodate.

Fig. 6. Rata estimată a eroziunii.

Rata estimată a eroziunii în suprafață, cuantificată pe baza USLE, variază între 0,5 și 5,5 t/ha an pentru solurile automorfe, crește la cca 23 t/ha an în cazul variantelor erodate ale cernoziomurilor și ajunge la 68-97 t/ha an în cazul erodosolurilor (figura 6). Aceste valori corespund unei rate de îndepărtare a materialului de la suprafața solului neglijabilă, în cazul solurilor automorfe (sub 0,4mm/an), de cca 0,15-0,18 cm/an, în cazul variantelor erodate și de 0,45-0,58 cm/an, în cazul erodosolurilor. Rezultă un timp de îndepărtare a primilor 25cm de sol de 140-163 ani, în cazul variantelor erodate și de 43-56 ani, în cazul erodosolurilor (figura 7).

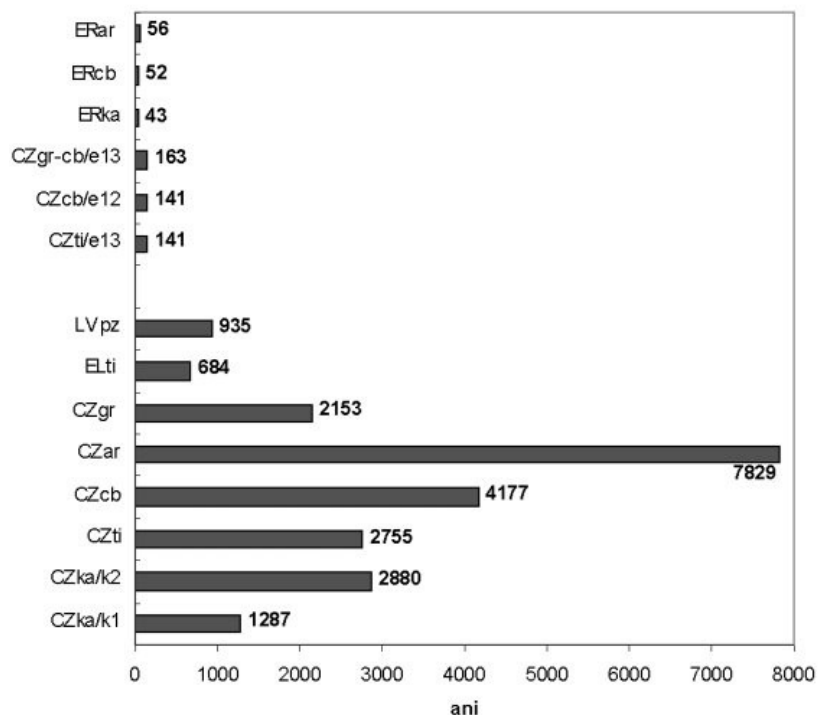


Fig. 7. Timpii estimați de îndepărtare prin eroziune a primilor 25cm de sol.

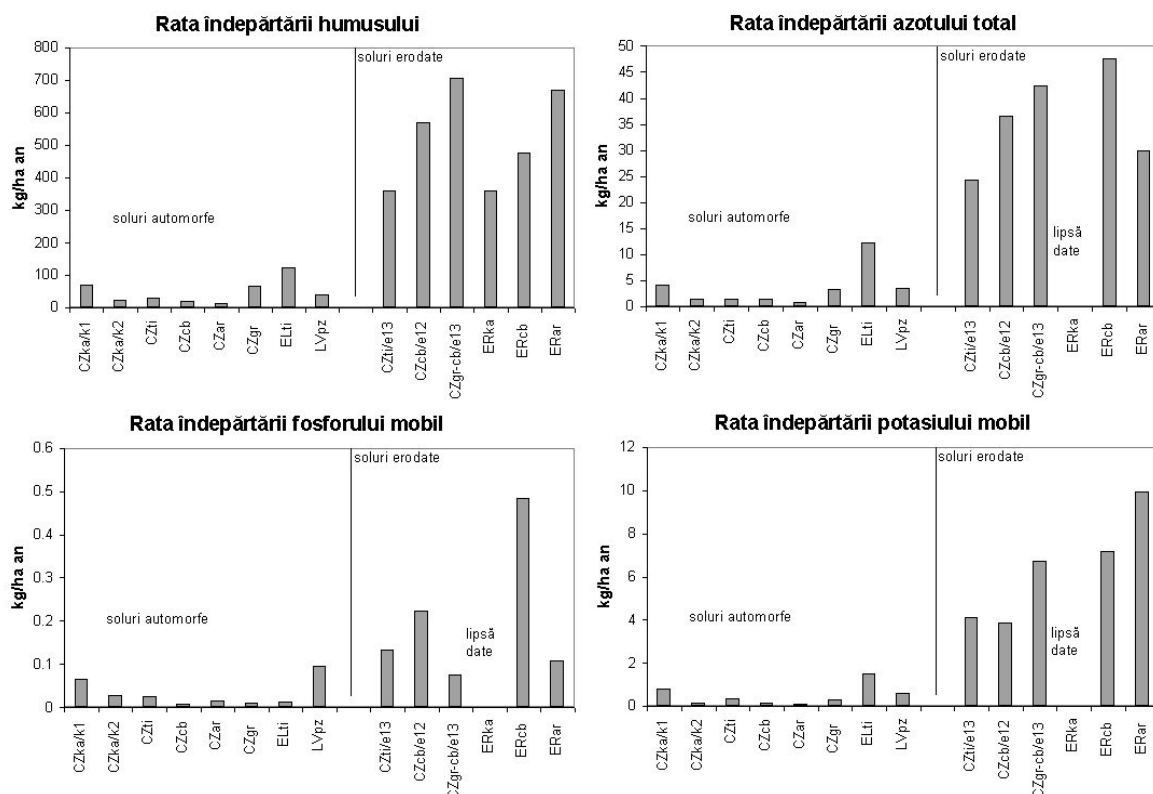


Fig. 8. Ratele estimate de îndepărtare pe calea eroziunii a unor constituenți.

Ratele eroziunii în suprafață, exprimate în t/ha an, au fost utilizate pentru derivarea ratelor de îndepărtare pe calea eroziunii a diferiților constituenți (figura 8), rezultând:

- Humus:

- Soluri automorfe: 13-123 kg/ha an
- Soluri erodate: 360-707 kg/ha an, în medie de 10 ori mai mare
- Azot total:
 - Soluri automorfe: 0,9-12 kg/ha an
 - Soluri erodate: 24-47 kg/ha an, în medie de 10 ori mai mare
- Fosfor mobil:
 - Soluri automorfe: sub 0,09 kg/ha an
 - Soluri erodate: 0,07-0,48 kg/ha an, în medie de 6 ori mai mare
- Potasiu mobil:
 - Soluri automorfe: 0,09-1,5 kg/ha an
 - Soluri erodate: 3,9-9,3 kg/ha an, în medie de 12-13 ori mai mare

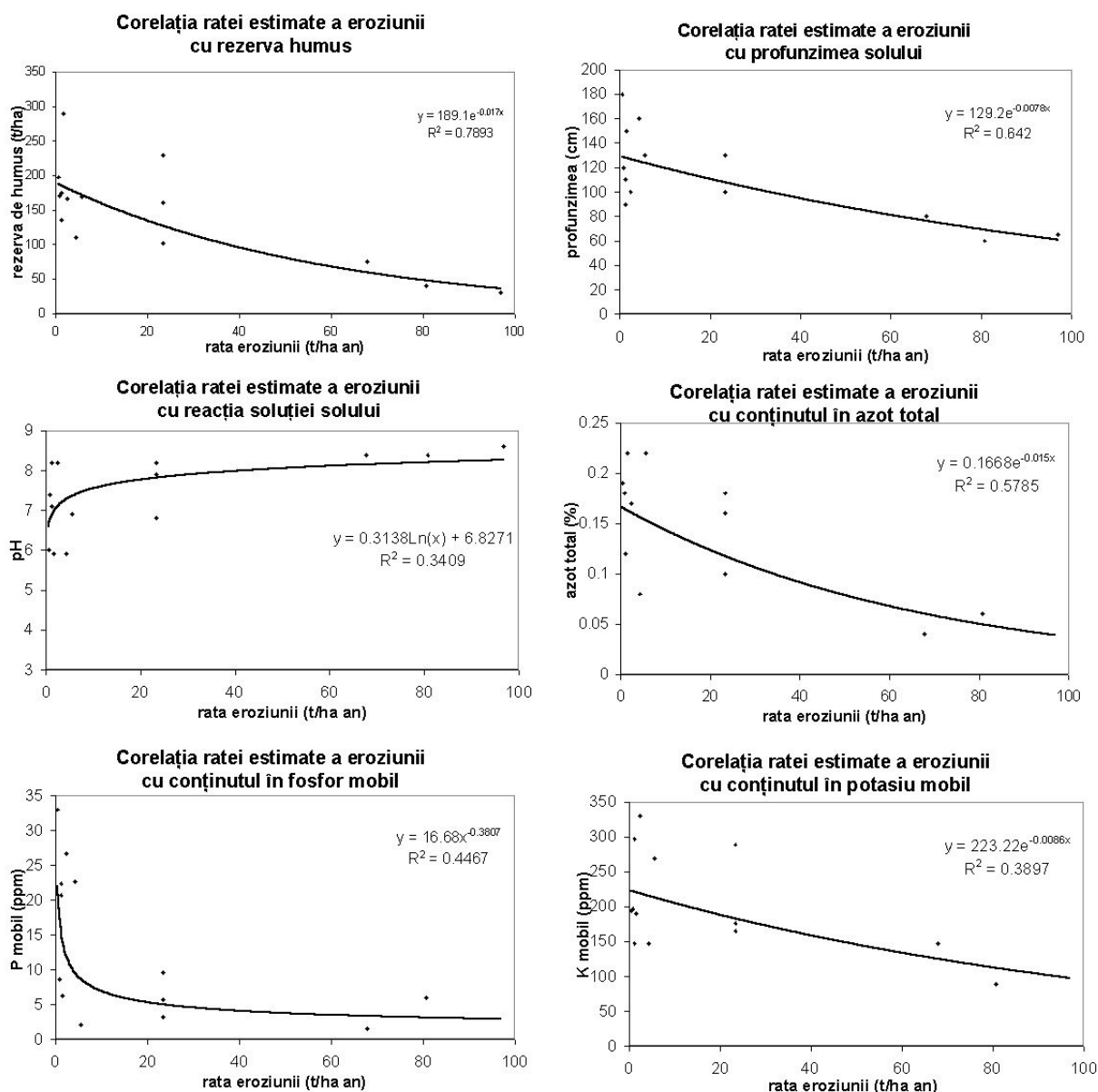


Fig. 9. Corelații între ratele estimate ale eroziunii și însușirile de fertilitate.

Corelațiile ratei estimate a eroziunii în suprafață cu însușirile de fertilitate considerate sunt destul de bune (figura 9), confirmând faptul că valorile acestor însușiri sunt, într-o măsură semnificativă, controlate de intensitatea procesului erozional. Funcțiile ajustate indică, pe

ansamblu, o depreciere mai rapidă a însușirilor de fertilitate la rate mai mici ale eroziunii, după care acestea evoluează, în general, atenuat, faptul explicându-se prin variația mai mare a valorilor însușirilor în partea superioară a profilelor de sol și tot mai redusă spre profunzime.

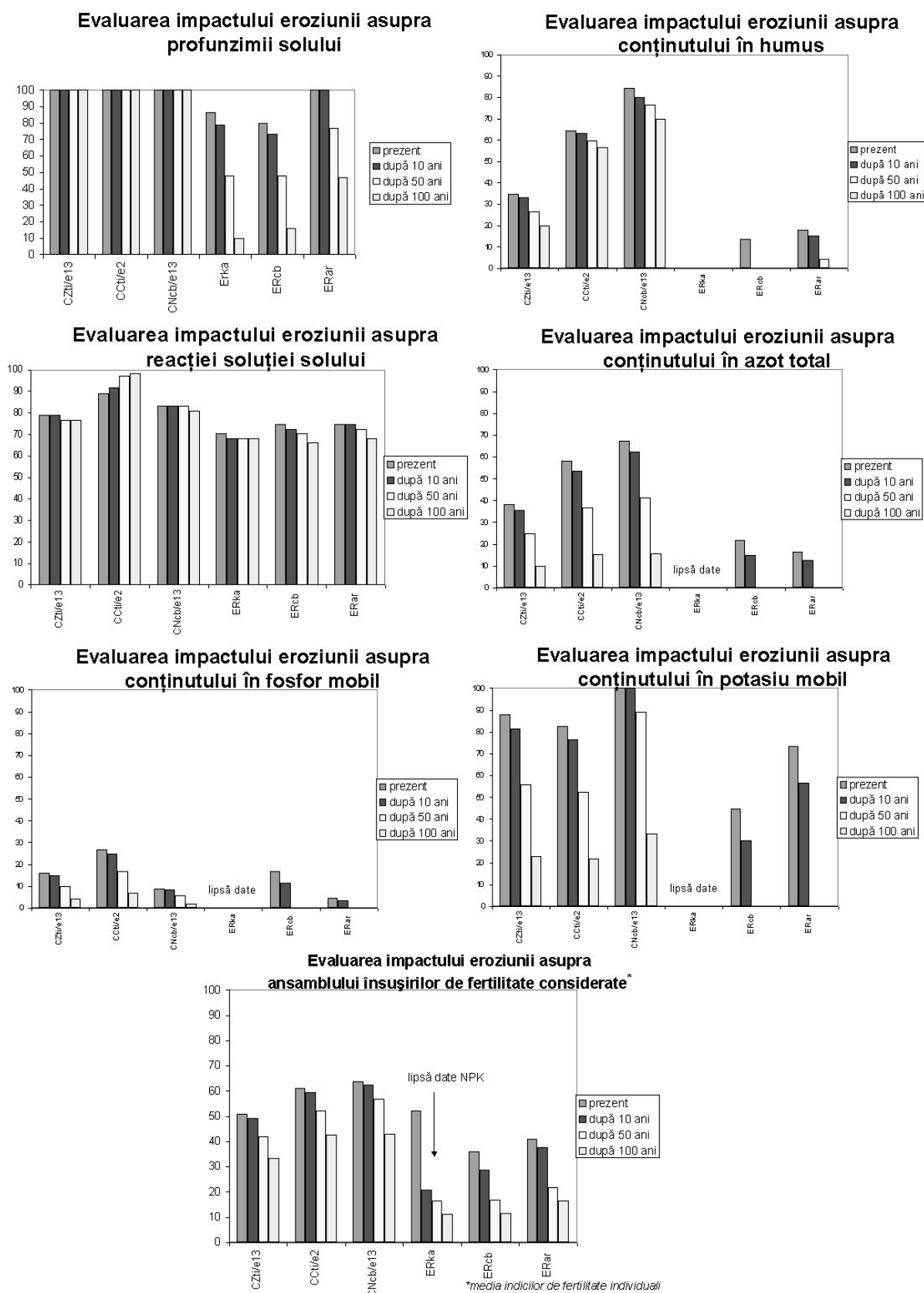


Fig. 10. Evaluarea impactului eroziunii asupra însușirilor de fertilitate.

Evoluția simulată a indicilor fertilității de ansamblu, sub impactul eroziunii în suprafață indică (figura 10):

- După 10 ani: reducerea nesemnificativă a nivelului fertilității variantelor erodate și de 1,1-1,2 ori a fertilității erodosolurilor;
- După 50 ani: deprecierea de 1,1-1,2 ori a fertilității variantelor erodate și de 1,9-2,1 ori a erodosolurilor;
- După 100 ani: deprecierea de 1,4-1,5 ori a fertilității variantelor erodate și de 2,5-3,1 ori a erodosolurilor.

Reamintim faptul că indicii fertilității de ansamblu au fost obținuți prin medierea valorilor indicilor de fertilitate individuali. Mai oportună ar fi fost integrarea prin înmulțire pentru potențarea efectelor individuale ale însușirilor de fertilitate, însă acest lucru ar fi adus la zero nivelul fertilității erodosolurilor după 50 de ani de la momentul prezent.

Operația de mediere nu reflectă extremele, astfel încât valorile deprecierei fertilității indicate anterior necesită a fi completate cu vizualizarea evoluției individuale a nivelelor de fertilitate ale însușirilor considerate.

Remarcăm, în acest sens, impactul aproape nul al eroziunii asupra favorabilității profunzimii variantelor erodate, care devine însă drastic în cazul erodosolurilor, cu deosebire în situația celor calcarice și cambice.

Dinamica simulată a favorabilității reacției soluției solului este estompată, deprecierea cauzată de creșterea ușoară a pH-ului fiind lentă și chiar înlocuită de o creștere ușoară a favorabilității în cazul cernoziomurilor cambice moderat erodate, prin ameliorarea reacției inițial slab acide.

Favorabilitatea conținutului în humus cunoaște o depreciere cu intensitate moderată, în cazul variantelor erodate și rapidă, în cazul erodosolurilor, remarcându-se faptul că erodosolurile calcarice se situează de la bun început sub nivelul marginal al acestei însușiri.

Mult mai accentuată este dinamica regresivă a fertilității sub raportul conținutului în macroelemente nutritive, cu deosebire în cazul conținutului în potasiu mobil, a cărui favorabilitate se reduce de la 90-100 la 20-30, în situația variantelor erodate, în intervalul a 100 de ani. Remarcăm, de asemenea, în cazul erodosolurilor, regresarea favorabilității conținutului în macroelemente nutritive la nivelul marginal după 50 de ani de manifestare a procesului erozional.

BIBLIOGRAFIE

1. **Moțoc M., Munteanu S., Băloiu V., Stănescu P., Mihai Gh.** (1975) – *Eroziunea solului și metodele de combatere*, Edit. Ceres, București.
2. **Hammond R., McCullagh P.** (1978) – *Quantitative Techniques in Geography. An Introduction*, 2nd edition, Clarendon Press, Oxford.
3. **Patriche C. V.** (2002) – *Analiza spațială a învelișului de sol și a raporturilor pedo – geomorfologice folosind tehnicile SIG și metode statistice*, Lucr. Simpoz. „Sisteme Informaționale Geografice”, nr. 8/2001, An. Șt. Univ. „Al. I. Cuza” Iași, s. II c., Geografie, tom XLVII.
4. **Patriche C. V.** (2004) – *Podișul Central Moldovenesc dintre râurile Vaslui și Stavnice – studiu de geografie fizică*, teză de doctorat, Univ. „Al. I. Cuza” Iași.
5. **Wischmeier W. H.** (1960) – *Cropping – Management Factor Evaluations for an Universal Soil – Loss Equation*, Soil Sci. Soc. Am. Proc.
6. * * * (1973) – *Hărți topografice*, 1 / 50 000, MAN al RSR, Dir. topografică militară, București.
7. * * * (1986) – *Harta solurilor României*, 1 / 200 000, foaia 14 L-35-X, L-35-XI, ICPA, București.
8. * * * (1987) – *Metodologia elaborării studiilor pedologice. Partea a III-a – Indicatorii ecopedologici*, ICPA, București.

9. * * * (1990) – *Fișe de profile pedologice reprezentative* executate de Gh. Lupașcu, N. Barbu.

Academia Română, Filiala Iași, Colectivul de Geografie
pvcristi@yahoo.com