

APLICAREA SISTEMULUI GEOINFORMAȚIONAL PENTRU STABILIREA ȘI EVALUAREA PROCESELOR EROZIONALE

Doctor în biologie, conferențiar cercetător **Iurii ROZLOGA**

Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”

THE APPLICATION OF GEOINFORMATIONAL SYSTEM FOR THE DETERMINATION AND EVALUATION OF EROSION PROCESSES

Summary. The paper presents the application of geoinformational system for the determination and evaluation of erosion processes in Ungheni district, Moldova. The work includes analysis and assessment of natural and anthropogenic factors, which promotes soil erosion, predicting productive potential of soil and presenting specific methods of combating erosion. The study is accompanied by a set of digital maps of soil cover, eroded and damaged soils by landslides, infrastructure of land and use categories and the developed digital model of relief.

Keywords: geoinformation systems, digital thematic maps, soil erosion, soil protection

Rezumat. În lucrare este prezentată aplicarea sistemului geoinformațional pentru stabilirea și evaluarea proceselor erozionale în raionul Ungheni, Republica Moldova. Lucrarea include analiza și evaluarea factorilor naturali și antropici care favorizează eroziunea solului, estimarea potențialului productiv al solului și prezentarea unor modalități specifice de luptă împotriva eroziunii. Studiul este însoțit de un set de hărți digitale ale învelișului de sol, ale solurilor erodate și deteriorate de alunecări, infrastructurii terenurilor și categoriilor de folosință și de un model digital al reliefului elaborat de autori.

Cuvinte-cheie: sisteme geoinformaționale, hărți digitale tematice, eroziunea solului, protecția solului.

INTRODUCERE

Utilizarea rațională a resurselor de sol este bazată pe cunoașterea detaliată a principalilor factori naturali și antropici care influențează fertilitatea efectivă și calitatea acestora. Este stabilit că în ultimele decenii s-au intensificat astfel de forme grave de degradare a solului, cum ar fi eroziunea prin apă, alunecările de teren, dehumificarea și secătuierea în elemente nutritive, salinizarea și solonetizarea secundară în urma irigației ș.a. Dintre formele de degradare menționate, cea mai gravă și larg răspândită este eroziunea prin apă. Pe măsura avansării proceselor erozionale solul pierde potențialul energetic și funcțiile sale ecologice, apropiindu-se după însușiri de roca parentală. Astfel, prin eroziune se produce „contrarevoluția solurilor”.

În ultimele decenii a crescut rolul factorului antropic în manifestarea proceselor erozionale. Un exemplu de intervenție umană neadekvată având consecințe extrem de grave asupra învelișului de sol este reforma agrară realizată fără suport științific. Astfel, prin implementarea programului „Pământ” s-a produs pulverizarea (parcelarea) terenurilor compacte în cote mici care exclude posibilitatea organizării anti-erozionale a teritoriului.

Evaluarea conjugată a stării de calitate a terenurilor este necesară pentru argumentarea unui sistem complex de măsuri în scopul prevenirii degradării și conservării capacității de producere a solurilor. Pen-

tru elaborarea complexelor de măsuri este necesară cunoașterea răspândirii spațiale și intensității manifestării acestor procese la o scară mai detaliată. Realizarea obiectivului dat este posibilă în cazul utilizării sistemului geoinformațional, care permite abordarea operativă și argumentată a problemelor de inventariere, analiză, planificare și proiectare. Datorită lui se creează premise pentru elaborarea și implementarea măsurilor de combatere a degradării solurilor la un nivel calitativ nou, îndreptat spre păstrarea și îmbunătățirea fertilității solului.

MATERIALE ȘI METODE

Pentru a evalua modificarea valorilor parametrilor naturali și antropici parvenite pe parcursul anilor s-au utilizat materialele tematice elaborate anterior. Prin urmare, ele nu reflectă în deplină măsură complexitatea situației în teren pe moment. Această constatare se referă, în special, la formele de folosință (agricolă, neagricolă, infrastructură), la landșaturile bazinelor, unde factorii pedogenetici (rocile parentale, hidrologia, litologia, hidrogeologia și vegetația), interacționând în diverse modalități, conduc la apariția unor forme de degradare extrem de complexe.

Pe parcursul ultimilor ani în Republica Moldova tot mai larg este utilizat sistemul informațional geografic. Au apărut seturi de materiale cu imagini satelitare și fotogrametrice de rezoluție înaltă. Pentru

prima dată sistemul informațional geografic, susținut de un aparat modern, a fost aplicat și la lucrările de cartografiere din raionul Ungheni. La elaborarea studiului de specialitate privind eroziunea solului au fost folosite următoarele materiale: hărțile organizării teritoriului din comunele raionului Ungheni la scara 1:10 000; hărțile pedologice din comunele raionului Ungheni la scara 1:10 000; foile de plan topografic la scara 1:50 000; foile de plan topografic la scara 1:10 000; harta digitală a învelișului de sol al Republicii Moldova la scara 1:50 000 elaborată în anul 2011; materialele de teledetecție spațială „Orto-Foto” la scara 1:5 000 a Agenției Relații Funciare și Cadastru; materialele „Modelul Digital al Terenului” ale Agenției Relații Funciare și Cadastru.

Materialele menționate fuseseră racordate la sistemul național de referință MoldRef-99. Ulterior au fost formate straturile tematice („Hidro”, „Drumuri”, „Localități”, „Păduri”, „Fâșii forestiere” etc.). De asemenea, a fost alcătuită structura parametrilor bazei de date pentru straturile elaborate. În continuare s-a parcurs la vectorizarea conturilor terenurilor în funcție de categoriile și tipurile de folosință, actualizarea conturilor de sol prin utilizarea materialelor Orto-Foto, elaborarea modelului digital al reliefului la scara 1:5 000 și introducerea informației atributive pentru fiecare areal. Lucrările au fost efectuate în programele de cartografie digitală și analiză MapInfo și ArcGIS.

Toate materialele de câmp și de birou au fost supuse unei analize conjugate și studiate în sistem [1, p. 290-306]. Ulterior acestea au fost utilizate la elaborarea informației cartografice actualizate. Rezultatul lucrărilor geoinformaționale s-a soldat cu elaborarea setului de hărți digitale tematice ale teritoriului raionului Ungheni.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Evaluarea infrastructurii terenurilor. Cercetările propriu-zise au demarat de la evaluarea stării actuale a resurselor naturale neantropizate și până la cele supuse intervenției antropice [2, p. 74-132]. La etapa inițială au fost vectorizate arealele de terenuri după folosința agricolă, neagricolă și de infrastructură.

În urma analizei și evaluării efectuate, în cadrul raionului Ungheni s-au depistat 18 913 obiecte cu o suprafață totală de 108 383,6 ha. Din datele obținute se observă dominarea terenurilor agricole care constituie 48% din suprafața totală. Pe locul secund se află terenurile neagricole, acestea alcătuiind 39% și pe ultimul – cele de infrastructură cu o pondere de 13%. După folosința agricolă a terenurilor în raion s-au descoperit 5 413 de obiecte cu o suprafață totală de 52 925,12 ha (48%) (tabelul 1).

Tabelul 1

Caracterizarea generală a modului de folosință a terenurilor

Modul de folosință	Numărul de areale	Suprafața, ha			
		minimă	maximă	mijlocie	totală
Agricol	5413	0,0137	588,279	9,7774	52924,95
Neagricol	10903	0,0008	2441,85	3,8556	42037,24
Infrastructură	2597	0,0017	1014,47	5,2626	13421,37
TOTAL	18913	0,0008	2441,85	5,769	108383,6

Terenurile agricole exercită o influență sporită asupra mediului ambiant. Grupa respectivă se împarte în cinci categorii de terenuri: arabile, pășuni, plantații viticole, plantații pomicole și loturi individuale.

Categoria terenurilor arabile are cea mai largă răspândire, constituind 85% din terenurile agricole (figura 1A). În învelișul de sol predomină cernoziomurile cu o pondere de cca 82%. Procesele de eroziune s-au răspândit pe 23% din suprafața solurilor. Gradul mijlociu ponderat de înclinație a versanților este de 5,21°, iar bonitatea medie ponderată a solurilor alcătuieste 73 de puncte.

Plantațiile pomicole ocupă 8% din terenurile cu destinație agricolă. Această categorie de folosință

este amplasată preponderent pe cernoziomuri (65%). Eroziunea solurilor e răspândită pe 34% din terenuri. Gradul de înclinație a versanților cu plantații este de 7,33°, iar bonitatea solurilor alcătuieste 64 de puncte. Plantațiile viticole ocupă 4% din terenurile agricole, 74% din acestea se află pe cernoziomuri. Circa 38% de soluri sunt supuse proceselor de eroziune, versanții având o înclinație medie de 7°. Conform estimărilor, bonitatea medie este de 69 de puncte. Pășunile ocupă numai 3% din terenurile agricole. Această categorie se localizează pe solurile aluviale (40%) și cernoziomuri (39%). Înclinația versanților este de 6,26°, iar bonitatea medie ponderată a solurilor constituie 59 de puncte.

Terenurile neagricole după categorii se împart în păduri, fâșii forestiere, subacvatic, cele neproductive și pășuni naturale (figura 1B). Suprafața sumară a terenurilor cu destinație neagricolă alcătuiește 42 038 ha sau 39% din teritoriul raionului. Particularitatea de bază a acestei categorii de terenuri constă în numărul mare de areale. Astfel, dacă pentru terenurile agricole au fost depistate 5 412 de areale, în cadrul celor neagricole ele se dublează, alcătuind 10 903 areale. Aici predomină terenurile neproductive cu o participare de 37%,

urmărite de păduri (34%), pășuni naturale (21%), ape de suprafață (7 %). Cota fâșiilor forestiere constituie 1%.

Componența infrastructurii teritoriului include localitățile, construcțiile de menire industrială și agricolă, sistemul de drumuri, diguri și valuri (figura 1C). Suprafața totală a acestora constituie 13 421 ha. Peste 78% din teritoriul ocupat de infrastructură este reprezentat prin localități. Sistemul de drumuri și construcțiile cu diferite destinații alcătuiesc 8% și 7%, respectiv.

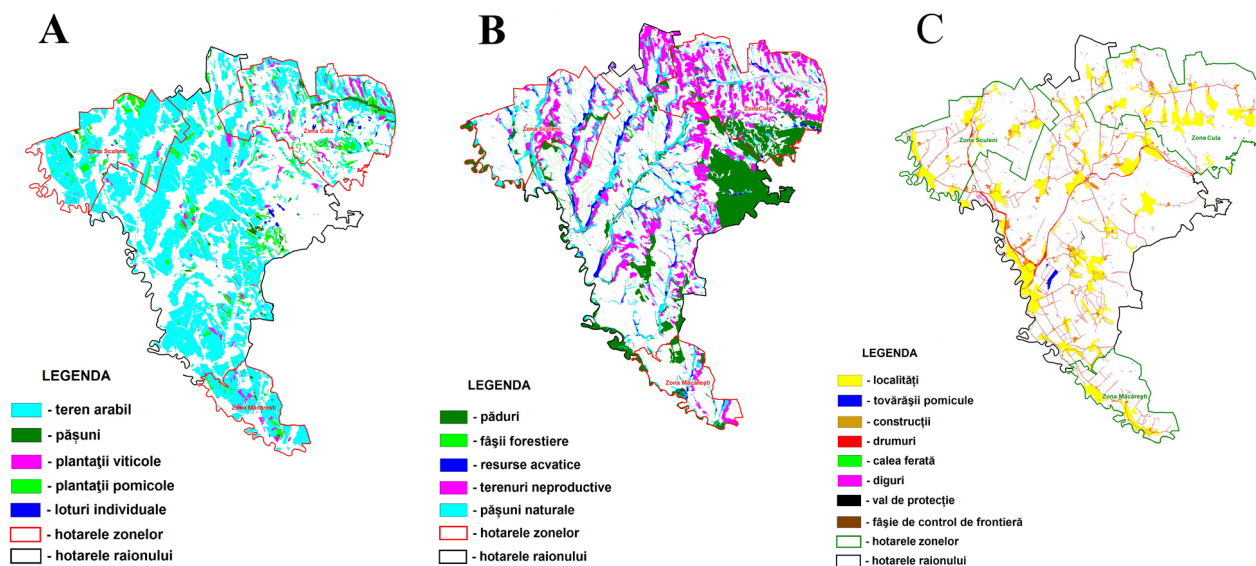


Figura 1. Hărțile terenurilor după categoriile cu destinație agricolă (A), neagricolă (B), infrastructură (C)

Factorii cheie care facilitează eroziunea solului în regiune. În teritoriul raionului situația pedoameliorativă este una complexă. Pentru caracterizarea ei adecvată s-a aplicat un set special de procedee metodologice. La baza lor sunt puse principiile metodei fizico-geografice și analiza conjugată a materialelor cartografice, a rezultatelor de laborator și a datelor observațiilor naturale cu aplicarea metodelor genetice, de sistemă.

În urma lucrărilor efectuate s-au obținut date noi referitor la starea actuală a factorilor naturali care influențează situația econaturală din cadrul teritoriului cercetat. Pentru evaluarea potențialului natural, protecția și sporirea fertilității solurilor, trasarea căilor de dezvoltare a întreprinderilor agricole și, prin urmare, îmbunătățirea nivelului socio-economic al populației rurale, este necesară studierea detaliată a factorilor naturali: clima, relieful, apele de suprafață și pedofreatice, amenajările silvice, învelișul de sol ș. a.

Condițiile meteorologice. Pentru teritoriul raionului au fost analizate valorile indicilor climaterici lunari pe parcursul perioadei 1950–2014 [3]. Cea mai joasă temperatură medie anuală a fost stabilită în 1963 și a constituit $-12,2^{\circ}\text{C}$, iar cea mai înaltă – în 1992, aceasta fiind de $23,8^{\circ}\text{C}$. Temperatura medie anuală alcătuiește

$9,1^{\circ}\text{C}$. Din datele statistice se observă că temperatura medie minimală pe cursul anilor corespunde lunii ianuarie, $-3,41^{\circ}\text{C}$, iar maximală – lunilor iulie-august, atingând valoarea de $20,4^{\circ}\text{C}$.

Nivelul de asigurare a plantelor cu apă variază de la optim la critic. Potrivit datelor multianuale, pe teritoriul cercetat media anuală a precipitațiilor este de 500–600 mm, iar în perioada cu temperaturi mai mari de 10°C depunerile atmosferice constituie 380–400 mm. Numărul de secete în decurs de 10 ani alternează de la 1 până la 3. Valoarea coeficientului hidrotermic constituie 0,6–0,8 și indică umiditate insuficientă în perioada de vegetație a plantelor.

Pe parcursul anilor 1950–2014 depunerile atmosferice au avut un trend neuniform. Cantitatea precipitațiilor a variat de la 358 mm în 1986 până la 934 mm în 1980. Media anuală constituie 632 mm. Depunerile atmosferice medii lunare pe parcursul anilor variază de la 36 mm în luna martie până la 92 mm în luna iulie.

Relieful teritoriului. O influență accentuată asupra condițiilor de mediu exercită relieful. În Republica Moldova acesta s-a format ca rezultat al interacțiunii mișcărilor tectonice ale scoarței terestre și proceselor de denudație în condițiile contemporane

care s-au desfășurat la sfârșitul neogenului. Regiunea cercetată din punct de vedere geomorfologic ține de Podișul Codrilor și Câmpia Prutului de Mijloc [4, p. 23-30]. Teritoriul se caracterizează printr-un relief fragmentat și văi adânci. Aici predomină versanții lungi cu o înclinație mare ce favorizează apariția și dezvoltarea formelor de degradare a solurilor prin eroziune și alunecări de teren.

Pentru obiectul cercetat s-a elaborat *Modelul Digital al Reliefului* care include indici spe-

cifici, cum ar fi plastica reliefului, curbele de nivel, clasele de pantă, expoziția și altitudinea. Din materialele GRID (pichetajul DTM) cu 916 613 de puncte a fost formată plastica reliefului și extrase curbele de nivel, care alcătuiesc 13 133 la număr, trasate cu echidistanța numerică de 1 m. În cazul trapezului georeferențiat s-a identificat în sens altitudinal cota minimă de 24,65 m și maximă de 419,69 m (figura 2A).

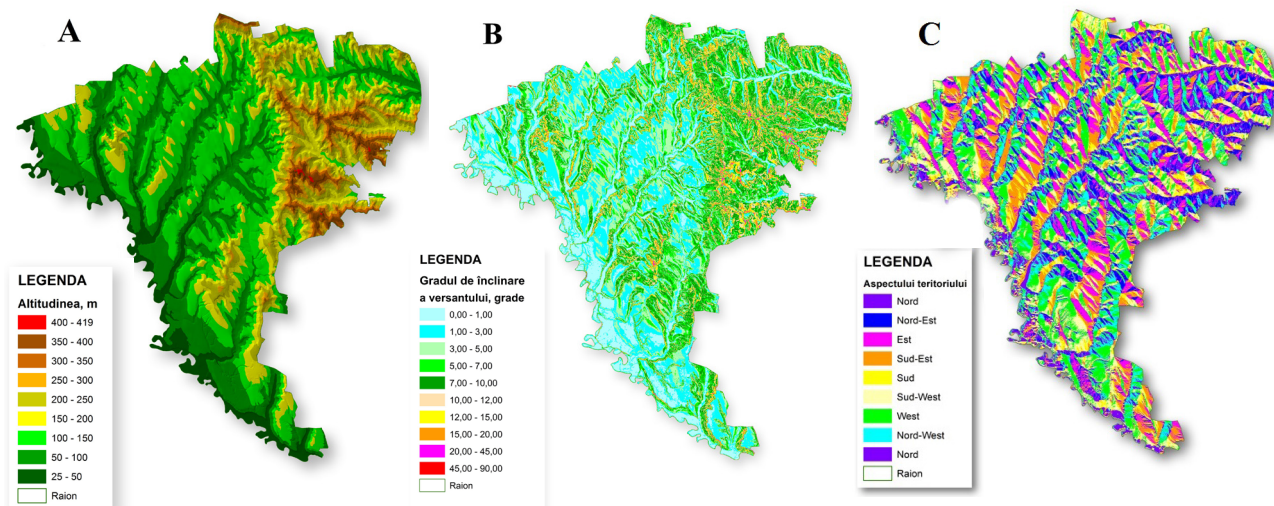


Figura 2. Harta altitudinală (A), a pantelor (B) și a expoziției terenurilor (C)

Folosind datele grafice ale curbelor de nivel, a fost format stratul TIN al triunghiurilor (23 833 086 la număr) cu caracteristicile de înclinație a pantei și aspectul teritoriului. De pe modelul numeric al terenului s-au extras clasele de pantă, redate în figura 2C, conform metodologiei de elaborare a studiilor pedologice [5, p. 25-50]. Cea mai mare parte a teritoriului studiat (72%) se încadrează în limitele de înclinație a pantei de la 1° până la 10° (tabelul 2). În lunci predomină terenuri cu un grad de înclinație de până la 1°. Gradul de înclinație mediu ponderat a versanților este de 5,94°, ceea ce prezintă un pericol mare de dezvoltare a eroziunii pe teritoriul cercetat.

Prevenirea și combaterea eroziunii solului pe terenurile de pe versanți din teritoriul cercetat se recomandă de efectuat în funcție de mărimea pantei: 1°-3° necesită fisurarea arăturii, graparea de primăvară și cultivarea la adâncimea de 6-8 cm pentru culturile prășitoare; 3°-5° necesită efectuarea arăturii cu plug cu corp de subsolaj la adâncimea de 20-22 cm și fisurarea arăturii de toamnă cu fisurător-cârțiță; 5°-7°

necesită lucrarea solului cu cizelul sau cu scarificatorul fără întoarcerea brazdei la adâncimea de 20-22 cm cu păstrarea resturilor vegetale; 7°-10° necesită cultivarea culturilor dese și ierburilor perene, utilizând lucrarea solului cu cizelul sau cu scarificatorul fără întoarcerea brazdei la adâncimea de 20-22 cm cu păstrarea resturilor vegetale și fisurarea peste 10 m de-a curmezișul versantului; 10°-12° necesită cultivarea ierburilor perene. În plantațiile multianuale se efectuează înierbarea între rânduri; > 12° necesită înființarea pașiștilor și plantațiilor forestiere.

După expoziție (figura 2B) predomină versanții sud-vestici (19%), vestici (17%) estici (16%), nord-estici (13%) și sudici (11%). Expoziția medie a teritoriului cercetat constituie 177°, ceea ce determină predominarea versanților sudici. Clasele de expoziție a terenurilor în pantă determină termenul de inițiere a lucrărilor agricole. Pe versanții cu expoziție nordică lucrările de câmp demarează cu două săptămâni mai târziu, deci și perioada de vegetație se va reține corespunzător, fapt ce va reduce prețurile pentru producția realizată.

Tabelul 2

Clase după gradul de înclinare a versanților

Intervalul	Clasele versanților	Gradul de înclinare mijlociu	Suprafața, ha	% din suprafața raionului	Pericolul de eroziune
0°-1°	Orizontale	0,12	14189,01	13,07	foarte slab
1°-3°	Foarte slab înclinate	2,19	21718,87	20,04	slab
3°-5°	Slab înclinate	4,07	19242,65	17,76	moderat
5°-7°	Moderat înclinate	6,08	16278,59	15,02	mare
7°-10°	Moderat înclinate	8,54	20391,48	18,82	foarte mare
10°-12°	Moderat înclinate	10,96	7849,43	7,24	extrem de mare
12°-15°	Puternic înclinate	13,36	5550,88	5,12	extrem de mare
15°-20°	Puternic înclinate	16,96	2359,75	2,18	-
20°-45°	Foarte puternic înclinate	23,70	446,09	0,41	-
45°-90°	Abrupte	89,98	356,89	0,33	-
TOTAL		5,94	108383,6	100	-

Structura învelișului de sol. Solul este un corp natural, care s-a format sub acțiunea factorilor pedogenetici (clima, relieful, rocile parentale, flora, fauna și timpul). În ultima perioadă factorul antropogen are o influență mare asupra evoluției solurilor. Societatea umană, înzestrată în prezent cu mijloace tehnice performante, metodologii avansate, contribuie substanțial la sporirea sau scăderea fertilității solului.

Condițiile de valorificare a terenurilor agricole corelează strâns cu factorii pedogenetici menționați mai sus, care favorizează folosirea rațională a solului pe teritoriul cercetat. Materialele pedologice constituie baza informațională pentru proiectarea și organizarea

teritoriului, precum și pentru un șir de aspecte hidrotehnice, pedoameliorative, silvice, agrochimice etc.

Actualizarea structurii învelișului de sol [6, p. 71-84] al teritoriului studiat a fost înfăptuită cu utilizarea sistemului geoinformațional [7, p. 49-55]. Materialele cartografice și textuale au fost supuse unei analize conjugate și studiate în sistemă. Ca rezultat, s-a elaborat harta pedologică digitală inițială la scara 1:10 000 (figura 3A). După excluderea din suprafața solurilor a terenurilor de infrastructură (sistemul hidrografic, rețeaua de drumuri, localitățile, digurile ș.a.) suprafața învelișului de sol pe harta actualizată alcătuiește 91 978 ha (figura 3B) față de 98 486 ha pe harta anterioară.

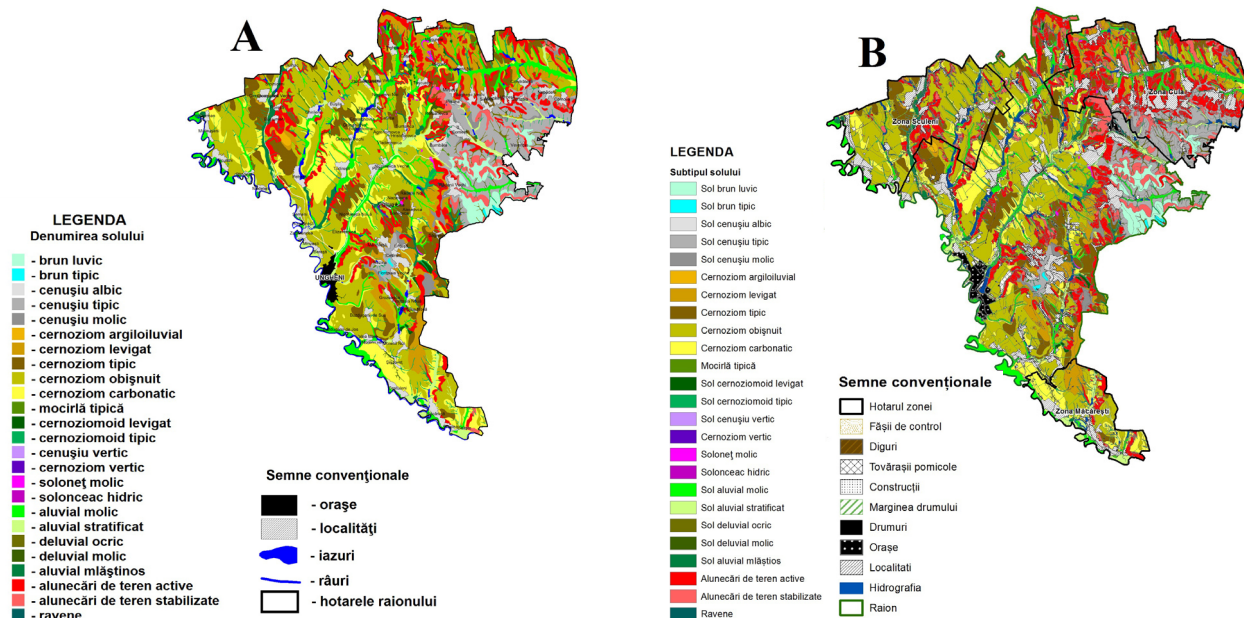


Figura 3. Harta inițială (A) și actualizată (B) a structurii învelișului de sol

La nivelul solurilor dominante structura învelișului de sol nu s-a modificat esențial. Predomină cernoziomurile care alcătuiesc 52%, unde prevalează cele obișnuite cu 27% (tabelul 3). Pe locul

secund se află solurile aluviale care constituie 11%, urmate de cele cenușii (9%). Suprafața solurilor brune este de 2,5%, iar a celor cernoziomoid alcătuiește 2,7%.

Tabelul 3

Caracterizarea comparativă a stării subtipurilor de sol

Tipul și subtipul de sol	Suprafața, ha		% din suprafața subtipurilor		Bonitatea, puncte		
	inițială	actualizată	inițială	actualizată	subtip	inițială	actualizată
Sol brun luvic	2110,17	2094,43	2,14	2,28	72	51	51
Sol brun tipic	167,03	169,79	0,17	0,18	72	63	63
Sol cenușiu albic	3,42	3,42	0,00	0,01	58	33	33
Sol cenușiu tipic	7854,70	6484,15	7,98	7,05	68	49	50
Sol cenușiu mollic	1399,00	1070,16	1,42	1,16	78	70	70
Cernoziom argiloiluvial	152,74	149,14	0,16	0,16	88	88	88
Cernoziom levigat	7758,02	5971,96	7,88	6,49	94	81	82
Cernoziom tipic	9457,83	8115,18	9,60	8,82	100	92	93
Cernoziom obișnuit	28175,94	24689,12	28,61	26,84	82	75	76
Cernoziom carbonatic	10568,16	8788,86	10,73	9,56	71	58	59
Mocirlă tipică	136,57	98,07	0,14	0,11	25	25	25
Sol cernoziomoid levigat	345,36	261,42	0,35	0,28	85	58	58
Sol cernoziomoid tipic	2969,11	2218,86	3,01	2,41	85	83	83
Sol cenușiu vertic	14,04	11,19	0,01	0,01	50	50	50
Cernoziom vertic	62,41	29,65	0,06	0,03	50	43	45
Soloneț mollic	201,91	116,06	0,21	0,13	34	31	33
Solonceac hidric	11,30	9,80	0,01	0,01	10	10	10
Sol aluvial mollic	7839,03	6497,90	7,96	7,06	85	70	71
Sol aluvial stratificat	2848,70	2331,26	2,89	2,53	80	76	75
Sol deluvial ocric	378,83	340,39	0,38	0,37	85	79	80
Sol deluvial mollic	521,79	407,03	0,53	0,44	85	84	83
Sol aluvial mlăștinos	1826,22	1330,44	1,85	1,45	25	22	21
Alunecări de teren active	11162,23	15697,34	11,33	17,07	5	5	5
Alunecări de teren stabilizate	2450,73	4408,95	2,49	4,79	30	27	28
Ravene	70,42	683,21	0,07	0,74	0	0	0
TOTAL	98485,66	91977,78	100	100		62	58

Cele mai mari schimbări au fost înregistrate pentru alunecările de teren, suprafața cărora a crescut de la 13 613 ha până la 19 806 ha, ceea ce echivalează cu 22% din suprafața totală a solurilor. Majorarea substanțială a suprafeței acestor terenuri este cauzată de impactul antropic, îndeosebi, la îndeplinirea lucrărilor agricole. S-au identificat terenurile afectate de ravene pe o suprafață de 683 ha. Solurile erodate alcătuiesc 20%, solurile halomorfe 8%, cele hidromorfe – 4%, iar solurile formate pe roci neogenice ocupă 4%. Din datele prezentate rezultă că 55% din solurile raionului sunt supuse diferitor forme de degradare.

Compoziția granulometrică a solurilor se determină ca luto-argiloasă (57%), argilo-lutoasă (23%) și lutoasă cu 12% din suprafață. Rocile parentale sunt reprezentate prin luturi argiloase și luturi eluviale-deluviale. Bonitatea medie ponderată a solurilor teritoriului studiat alcătuiește 58 de puncte.

Structura învelișului de sol a fost supusă unei analize conjugate cu indicii modelului digital al reliefului. Răspândirea spațială a solurilor este strâns legată de verticalitatea altitudinală a reliefului. La altitudinile cuprinse între 112 și 419 m s-au format și evoluat solurile brune și cenușii. Cernoziomurile ocupă teritoriul cu altitudini de 30-356 m.

Cca 94% din soluri se localizează pe versanții cu gradul de înclinație de la 3° la 15°. Pe aceste terenuri predomină cernoziomurile care alcătuiesc 53%. Pe versanții cu gradul de înclinație cuprins între 3° și 5° cel mai larg sunt răspândite cernoziomurile (16 545 ha) cu predominarea subtipului de cernoziom obișnuit (12 160 ha).

Cele mai mici grade de înclinație a terenurilor sunt caracteristice pentru șesul aluvial din lunca râului Prut unde s-au format solurile aluviale. Alunecările de teren sunt localizate pe terenurile cu gradul de înclinație cuprins între 12°-15° (figura 4).

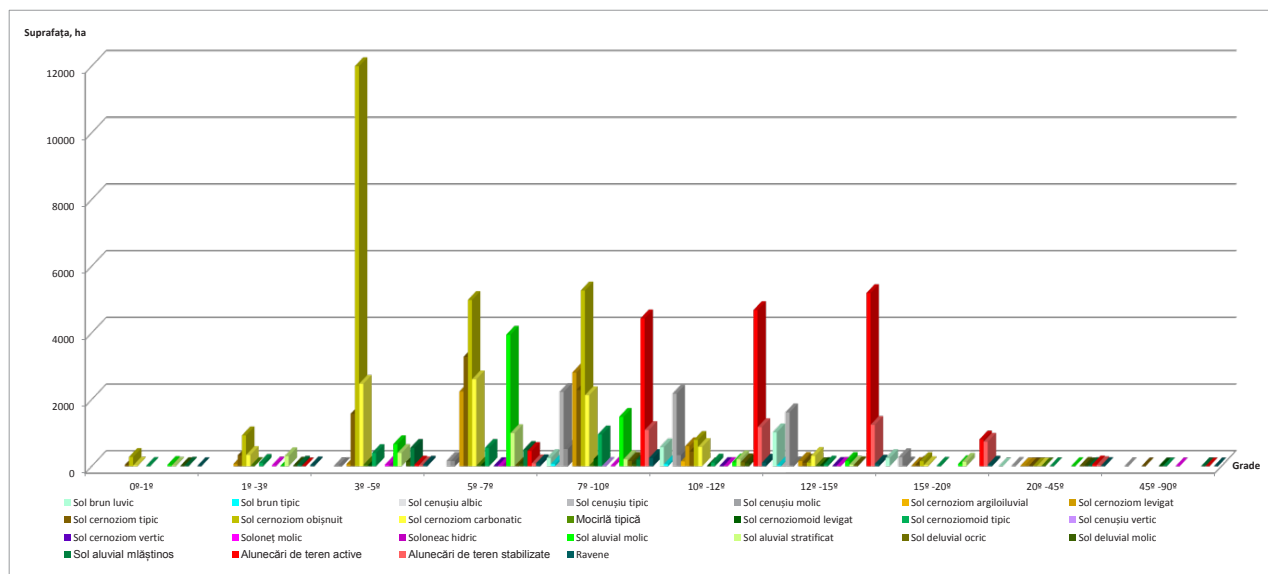


Figura 4. Diagrama răspândirii subtipurilor de sol după gradul de înclinație a versanților

Terenurile afectate de eroziunea de suprafață.

În cadrul teritoriului raionului eroziunea de suprafață alcătuieste cca 20% din suprafața totală a solurilor (tabelul 4, figura 5). Solurile cernoziomice sunt supuse cel mai intens procesului de degradare prin eroziune (83,4% din suprafață), iar pe cele cenușii eroziunea se manifesta pe 16,5%. Subtipurile de soluri, supuse degradării erozionale, formează următorul șir în descreștere: cernoziomul carbonatic cu 52,75%; solul cenușiu tipic cu 42,62 % și cernoziomul levigat cu 40,67%. După intensitatea manifestării procesului predomină solurile cu grad slab de eroziune (60,10%), urmate de cele moderat erodate cu 35,96% și numai 3,94% revin celor puternic erodate. Solurile afectate de eroziunea de suprafață alcătuiesc 18 274 ha sau 46,78% din totalitatea celor erodate.

În cadrul lucrărilor a fost efectuată analiza dependenței gradului de eroziune a solurilor de mărimea pantei versantului. Calculele arată că valoarea medie de înclinație a terenului în care au intrat subtipurile de sol cu participarea celor erodate constituie 9,75°.

Media ponderată a gradului de înclinație a terenurilor afectate de eroziunea în adâncime este de 11,37°. Procesele de degradare a solurilor prin eroziune de suprafață au căpătat o răspândire mai mare pe versanții cu mărimea pantei cuprinsă între 7° și 10°, iar alunecările de teren și ravenele pe versanți cu 7° și 15°. Distribuira solurilor supuse proceselor de degradare prin eroziune după clasele de pantă este reflectată în figurile 5 și 6.

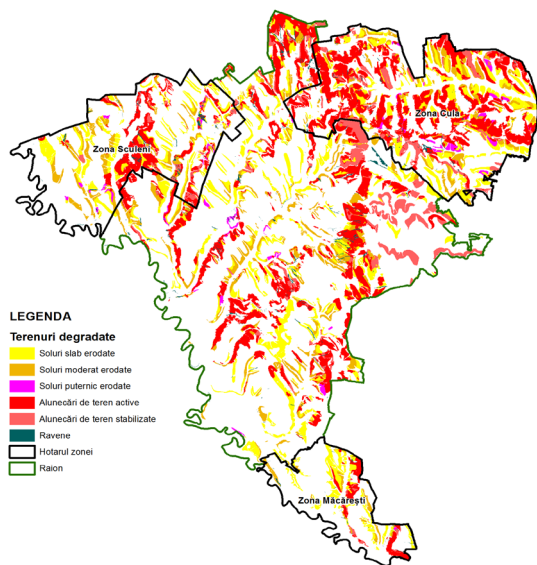


Figura 5. Harta terenurilor afectate de eroziune

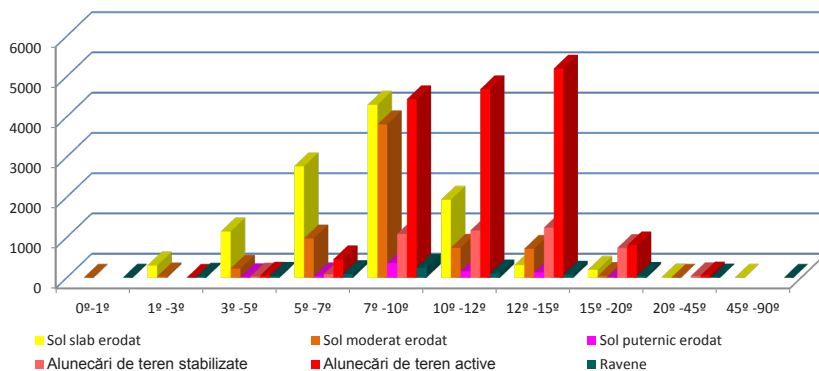


Figura 6. Diagrama repartizării solurilor erodate pe clasele de pantă a versanților

Tabelul 4

Caracterizarea generală a solurilor degradate prin eroziune

Tipul și subtipul solului	Suprafața, ha	Suprafața solurilor (ha) cu grad de eroziune			Suprafața solurilor erodate	% din suprafața subtipului	Bonitatea ponderată
		slab	moderat	puternic			
Sol cenușiu tipic	6484,15	1792,58	812,443	158,539	2763,56	42,62	41
Sol cenușiu molic	1070,16	157,61	48,1068	41,348	247,07	23,09	55
Cernoziom levigat	5971,96	1658,67	684,939	85,3162	2428,92	40,67	69
Cernoziom tipic	8115,18	980,38	731,181	54,7557	1766,27	21,77	72
Cernoziom obișnuit	24689,12	4129,56	2176,45	99,1982	6405,21	25,94	61
Cernoziom carbonatic	8788,86	2263,3	2098,32	274,81	4636,43	52,75	50
Sol cernoziomoid levigat	261,42	0,06	-	-	0,06	0,02	68
Sol cernoziomoid tipic	2218,86	-	-	6,06	6,06	0,27	34
Cernoziom vertic	29,65	-	9,66	-	9,66	32,59	35
Soloneț molic	116,06	-	10,37	-	10,37	8,93	24
TOTAL	57745,42	10982,15	6571,43	720,02	18273,61	-	57

Terenuri afectate de eroziunea de adâncime. Relieful accidentat și depunerile atmosferice în formă de averse în cuplu cu lipsa vegetației ierboase și lemnoase sunt factorii care favorizează eroziunea de adâncime. La etapa inițială, se formează șiroirile care, în lipsa măsurilor antierozionale, trec în rigole, urmate de ogașe și ravene. Solurile afectate de eroziunea de adâncime ocupă 20 790 ha ce constituie 53,2% din suprafața totală a celor erodate sau 22,6% din totalitatea solurilor. Alunecărilor de teren le revine 96,72% (20 106 ha), iar ravenelor numai 3,28% din eroziunea de adâncime. Aici predomină alunecările de teren active cu cota parte de 75,51%, urmate de alunecările de teren stabilizate cu 21,21%. Altitudinea medie ponderată alcătuiește 162,27 m pentru alunecările active, 213,05 m pentru cele stabilizate și 375,25 m pentru ravene.

În ultimul timp, s-au accelerat procesele de alunecări de teren din cauza factorului geomorfologic și celui antropic. În această perioadă, suprafața terenurilor supuse eroziunii de adâncime s-a majorat cu 7 106 ha. Prevenirea degradării solurilor în urma eroziunii în

adâncime trebuie efectuată prin lucrări agrotehnice de prevenire a formelor incipiente de formare a ravenelor care cu cheltuieli nesemnificative poate stopa dezvoltarea formelor mai grave de eroziune.

Suprafața actualizată a solurilor supuse procesului de eroziune constituie 39 063 ha. Degradarea prin eroziune în raion atinge cota de 42,47% din suprafața solurilor. Reducerea suprafeței solurilor erodate în versiunea actualizată se datorează apariției alunecărilor de teren în folosințe agricole, astfel încât devine necesară transferarea lor în altă categorie de folosință. Multitudinea formelor de degradare a solurilor în teritoriul raionului acoperă suprafața de 54 192 ha sau 59% din totalitatea solurilor.

Acoperirea teritoriului cu vegetație are un rol determinant asupra manifestării proceselor erozionale. În urma cercetărilor s-a stabilit: 38,6% din suprafață are grad foarte puternic de acoperire cu arbori; 10,5% – puternic; 18,3% cu acoperire mijlocie; 31,3% – slab și 4,5% – grad de acoperire foarte slab (tabelul 5).

Tabelul 5

Gradul de acoperire cu arbori a terenurilor

Gradul de acoperire	% de acoperire cu arbori	Numărul de areale	Suprafața, ha	% din suprafața totală
Foarte slab	0-2	5612	14573,65	31,32
Slab	2-25	506	2073,49	4,46
Mijlociu	25-50	2067	8519,88	18,31
Puternic	50-75	551	3394,79	7,30
Foarte puternic	75-100	1201	17965,94	38,61
TOTAL		9937	46527,75	100

Analiza răspândirii vegetației din teritoriu demonstrează predominarea pădurilor cu 31%, alunecări de teren împădurite (22,4%) urmate de pășuni naturale (18,9%) și plantațiile pomicole (9,4%). Alunecările de teren acoperite cu iarbă constituie 9,3%. Fâșiile forestiere, rave-
nele, stufărișul, pășunile agricole și plantațiile pomiviticole alcătuiesc cca 14% (tabelul 6). Suprafața totală acoperită cu vegetație constituie 46 527,75 ha, ceea ce constituie 43% din teritoriul raionului.

Prejudiciul economic și ecologic indus de procesul de eroziune. Calculele au demonstrat că în raionul Ungheni volumul solului pierdut în urma eroziunii alcătuiește anual 222 794 m³ de sol fertil spălat, ceea ce constituie un prejudiciu de peste 22 mil. de lei.

Odată cu pierderile directe, persistă și cele indirecte, exprimate prin reducerea recoltei. Cele mai vulnerabile la degradarea prin eroziune sunt terenurile agricole. Acestea sunt supuse proceselor de degradare prin eroziune pe o suprafață de 13 028 ha. Prejudiciul anual cauzat de pierderile producției alcătuiește 5 mil. 220 mii de lei.

Tabelul 6

Caracteristica terenurilor ocupate cu vegetație naturală și plantații multianuale

Modul de folosință	Numărul de areale	Suprafața, ha	% din suprafață totală
Păduri	889	14394,15	30,94
Fâșii forestiere	588	536,616	1,15
Alunecări de teren cu iarbă	1092	4354,02	9,36
Alunecări de teren cu copaci	1028	10423,98	22,40
Ravene cu copaci	195	226,065	0,49
Stufăriș	18	16,2413	0,03
Pășuni naturale	4196	8783,3	18,88
Pășuni agricole	306	1420,09	3,05
Plantații de vie	732	1992,63	4,28
Plantații pomicole	893	4380,66	9,42
TOTAL	9937	46527,75	100,00

CONCLUZII

Cercetările pedologice ale terenurilor din cadrul raionului Ungheni au fost realizate cu utilizarea sistemului geoinformațional. Tehnologia aplicată permite evaluarea precisă a suprafețelor solurilor erodate și celor afectate de alunecări.

În ultimele decenii, multe probleme geocologice s-au agravat considerabil în urma degradării potențialului resurselor naturale, scăderii eficienței controlului ecologic, reducerii nivelului de trai al oamenilor. Tendințele negative geocologice din ultimii ani determină necesitatea stabilirii factorilor de risc și reducerea efectelor negative ale acestora, fapt care va servi drept bază pentru elaborarea politicilor ecologice și dezvoltarea durabilă geocologică a regiunilor.

Prevenirea și combaterea eroziunii solului pe terenurile de pe versanți din teritoriul cercetat urmează să se efectueze prin aplicarea complexului de măsuri agrotehnice, hidrotehnice și fitoameliorative în funcție de condițiile climatice, factorii pedologici, geomorfologici și socio-economici.

Pe terenurile afectate de alunecări stabilizate se recomandă înființarea pajiștilor culturalizate, iar pentru stabilizarea alunecărilor active se recomandă acoperirea teritoriului afectat cu plantații forestiere. În amonte de cornișa este indicată plantarea fâșiei forestiere de protecție.

Pentru a reduce presiunea antropică asupra teritoriului este nevoie să se restabilească echilibrul între ecosistemele naturale și agricole prin majorarea suprafețelor forestiere, plantațiilor multianuale și pajiștilor.

Combaterea eroziunii solului a devenit o problemă primordială care poate fi rezolvată numai la nivel de stat, cu participarea activă a proprietarilor de teren agricol și a populației.

BIBLIOGRAFIE

1. Герасимов И.П., Глазовская М.А. Основы почвоведения и географии почв. М.: Наука, 1960, 417 с.
2. Крупеников И.А. Черноземы Молдавии. Кишинев: «Картеа Молдовенеаскэ», 1967. 427 с.
3. Buletin agrometeorologic. Ch.: „Hidrometeo”, 1950-2014.
4. Ursu A. Solurile Moldovei. Ch.: Î.E.P. Știința, 2011. 323 p.
5. Metodologia elaborării studiilor pedologice. Partea a III-a. Indicatori ecopedologici. București, 1987. 226 p.
6. Крупеников И.А., Подымов Б.П. Классификация и систематический список почв Молдавии. Кишинев: «Штиинца», 1987. 159 с.
7. Сорокина Н.П. Методология составления крупномасштабных агро-экологически ориентированных почвенных карт. М.: Россельхозакадемия, 2006. 160 с.