

REZUMAT

Cuvinte cheie: bazin hidrografic Călina, eroziunea solului, analiză geospațială (GIS), utilizarea terenurilor, factori geomorfologici, măsuri antierozionale

Bazinul hidrografic Călina se află situat în Podișul Central Moldovenesc, pe latura de nord-estică a României, având coordonatele cuprinse între 46°6' și 46°50' latitudine nordică și 27°5' și 27°25' longitudine estică. Face parte din bazinul hidrografic al Siretului, fiind drenat de pârâul Călina, afluent al râului Șacovăț. Suprafața lui, cu altitudini variabile, este caracterizată de un relief fragmentat, ceea ce influențează în mod direct procesele de scurgere a apei și eroziunea solului. Cele mai joase regiuni se găsesc în luncile râurilor, unde altitudinea coboară sub 100 m, iar cel mai înalt punct din zonă este Dealul Măgura Gârbești, care atinge 422 m altitudine.

În plan geologic, bazinul hidrografic Călina aparține zonei sedimentare a Podișului Moldovenesc, alcătuirea lui predominantă fiind în depozite de vârstă proterozoică, cretacică și miocenă. Prezintă o susceptibilitate ridicată la procesele de eroziune și alunecări de teren deoarece formațiunile geologice sunt compuse din argile, marne, nisipuri și gresii. Stabilitatea terenurilor și capacitatea solurilor de a reține apa este influențată de alcătuirea petrografică și structura geologică, ceea ce face ca anumite sectoare ale bazinului să fie predispuse la degradare accelerată.

Specifică regiunii estice a României, clima zonei este una temperat-continentală, cu influențe excesive. Aici temperatura medie anuală variază între 8 și 9°C, având ierni reci, în care temperaturile pot coborî sub -15°C, și veri secetoase, cu temperaturi care urcă frecvent peste 30°C. Cu o medie anuală cuprinsă între 550 și 600 mm, cele mai mari cantități de precipitații fiind înregistrate în lunile mai și iunie, rezultă și în regimul precipitațiilor un grad mare de varietate, neuniformitate. Precipitațiile abundente pot provoca fenomene de eroziune accelerată, torențialitate și alunecări de teren în anumite perioade. Un rol important în eroziunea eoliană, în special în perioadele secetoase, când solul este uscat și predispus la deflație, au și vânturile dominante ce bat din sectorul vestic și nord-vestic.

În bazinul Călina solurile predominante sunt reprezentate de cernoziomuri cambice, soluri cenușii și soluri brun-luvices, caracterizate printr-o fertilitate naturală moderată spre ridicată. Totuși în zonele cu pantă accentuată, fertilitatea solurilor este afectată de procesele de eroziune în suprafață și de pierderea orizontului superior. Soluri aluviale cu o fertilitate mai ridicată, favorabile agriculturii, se află în regiunile joase, unde există acumulări de material erodat.

Privitor la floră, inițial bazinul hidrografic era acoperit de păduri de foioase, specifice etajului colinar, dominate de stejar (*Quercus robur*), gorun (*Quercus petraea*), carpen (*Carpinus betulus*) și fag (*Fagus sylvatica*). Pădurile acestea asigurau un echilibru hidric și protecție naturală împotriva eroziunii. Reducerea semnificativă a suprafețelor împădurite și înlocuirea lor cu terenuri agricole a contribuit, în mod semnificativ, la amplificarea fenomenelor de eroziune și degradare a solului.

În concluzie, apariția și intensificarea proceselor de eroziune sunt caracteristicile bazinului hidrografic Călina favorizând degradarea solurilor și diminuarea productivității agricole. Contribuie la acest lucru și structura geologică fragilă, și climatul variabil cu precipitații neregulate, și relieful accidentat cât și utilizarea necorespunzătoare a terenurilor. Pentru a contribui la stabilizarea terenurilor și la reducerea riscului de pierdere a stratului fertil apare necesitatea unor măsuri eficiente de protecție a solului și de amenajare antierozională. Pentru a realiza un astfel de studiu, a fost necesară o abordare complexă care să combine analiza documentară cu observațiile de teren. Doar așa s-a putut obține o imagine detaliată asupra caracteristicilor bazinului hidrografic Călina și asupra proceselor de eroziune care îl afectează.

Într-o primă etapă a cercetării, s-a desfășurat un proces amplu de documentare, prin care s-au colectat și analizat date referitoare la structura geologică, morfologia terenului, tipurile de sol și utilizarea terenurilor. Pentru aceasta au fost utilizate hărți topografice și pedologice la diverse scări, dar și informații preluate din baze de date instituționale. Ca sursele esențiale se pot enumera Direcția Agricolă Iași, Agenția Națională pentru Îmbunătățiri Funciare și diverse instituții specializate în gestionarea resurselor naturale. Ortofotoplanurile de înaltă rezoluție au fost instrumente importante în această analiză fiindcă au permis o cartografiere precisă a utilizării terenurilor și a modificărilor suferite de acestea de-a lungul timpului.

Un Model Digital al Elevației (DEM), generat pe baza unor planuri topografice istorice, a fost utilizat în vederea înțelegerii detaliate a morfologiei terenului și a dinamicii versanților. El a facilitat realizarea unor hărți tematice care au evidențiat altitudinile, înclinarea și orientarea versanților, precum și distribuția pantelor. Astfel de informații sunt esențiale în analiza proceselor de eroziune, deoarece topografia joacă un rol determinant în intensitatea fenomenelor de degradare a solului.

Doar pe baza observațiilor directe în teren s-a făcut validarea acestor date. Scopul acestor campanii de teren fiind documentarea proceselor geomorfologice active, precum alunecările de teren, eroziunea de suprafață și formarea ravenelor. Cu aceste ocazii s-au analizat măsurile antierozionale existente, urmărindu-se eficiența lor în protejarea solului. Tot cu această ocazie, s-au realizat comparații între hărțile existente și realitatea din teren, pentru a identifica eventualele discrepanțe și pentru a înțelege mai bine dinamica

schimbărilor survenite în utilizarea terenurilor. Coorborând metodele de analiză geospațială cu datele culese în teren, cercetarea a reușit să ofere o imagine detaliată a modului în care factorii naturali și activitățile umane influențează eroziunea solului în această regiune. Abordare multidisciplinară a dus la obținerea unei diagnoze clare a problemelor existente și la un mod de identificare a unor posibile soluții pentru reducerea efectelor negative ale eroziunii asupra terenurilor agricole. Așadar în bazinul hidrografic Călina, eroziunea solului este un fenomen complex, determinat de interacțiunea dintre factori naturali și intervenția umană. Elementele principale ale acestei eroziune sunt caracteristicile climatice, morfologia terenului, structura geologică și tipul de sol, în timp ce activitățile agricole și utilizarea terenurilor joacă un rol decisiv în accelerarea sau diminuarea acestui proces.

După cum s-a precizat mai sus, unul dintre cei mai importanți factori care determină intensitatea eroziunii este regimul precipitațiilor. Ploile torențiale din sezonul cald au un efect major asupra stabilității solului. Fiind precipitații de mare intensitate, ele produc scurgeri rapide de apă pe versanți, antrenând particulele de sol și contribuind la formarea ravenelor. Topirea rapidă a zăpezii la sfârșitul iernii determină, de asemenea, o creștere bruscă a scurgerii de suprafață, accentuând pierderile de sol.

Cel mai riscant sezon de eroziune este primăvara, în special luna mai, dar și în luna iunie, când furtunile puternice pot provoca pierderi semnificative de sol. În aceste luni, culturile agricole nu sunt suficient de dezvoltate pentru a proteja solul, iar cantitățile mari de apă rezultate din precipitații creează condițiile ideale pentru eroziune accelerată. În situația versanților expuși spre nord, zăpada persistă mai mult timp, iar topirea sa târzie poate declanșa alte fenomene negative ce favorizează eroziunea.

Configurația reliefului influențează puternic degradarea pentru că versanții abrupti și terenurile în pantă sunt mult mai susceptibile la eroziune, mai ales dacă sunt utilizate pentru agricultură, fără măsuri adecvate de protecție a solului. Fenomenul este mai puțin agresiv în regiunile cu pante mai domoale, dar poate deveni problematic în cazul unor precipitații extreme sau al unor practici agricole necorespunzătoare.

Asupra procesului de eroziune o altă influență majoră o are utilizarea terenurilor. Practicând o agricultură nesustenabilă, cum ar fi arăturile pe direcția pantei, lipsa vegetației de protecție și supraexploatarea terenurilor, accelerează procesul de degradare a solului. Schimbările din structura proprietății agricole, din ultimele decenii, a dus la apariția unor suprafețe agricole mici și la fragmentarea excesivă a terenurilor unde implementarea unor măsuri antierozionale eficiente este dificilă. Micii agricultori se confruntă cu limitări financiare și logistice care fac dificilă aplicarea unor soluții eficiente, în timp ce marii proprietari pot investi în tehnologii moderne de protecție a solului. Eroziunea solului este, nu doar o problemă de mediu, ci și una economică.

Scăderea productivității agricole impune costuri suplimentare pentru fermieri și afectează sustenabilitatea producției pe termen lung precum și pierderea stratului fertil. Solul erodat este transportat de apele de suprafață și ajunge în lacuri și râuri, unde contribuie la colmatarea acestora, afectând infrastructura hidrotehnică și reducând eficiența sistemelor de irigații și de alimentare cu apă. Așadar, factorii naturali și cei antropici contribuie împreună la intensificarea eroziunii în bazinul hidrografic Călina. Dacă nu se face apel la implementarea unor măsuri adecvate de protecție, acest fenomen riscă să se amplifice, cu efecte negative atât asupra agriculturii, cât și asupra mediului înconjurător. Esențială pentru protejarea solului și menținerea echilibrului ecologic al regiunii este identificarea unor soluții eficiente și sustenabile pentru combaterea eroziunii.

Subcapitolul denumit „Rolul vegetației în reducerea eroziunii solului” analizează modul în care vegetația poate contribui la prevenirea pierderilor de sol și poate avea influență în dinamica hidrologică și stabilitatea terenurilor. Terenurile lipsite de vegetație sunt mult mai expuse acestui fenomen, în timp ce se evidențiază faptul că pădurile și pajiștile naturale din zonele temperate reduc semnificativ eroziunea. De asemenea, este demonstrat ce impact are tipul de cultură asupra degradării solului, arătând că anumite plante protejează terenul mai eficient decât altele.

Intercepția precipitațiilor este unul dintre principalele mecanisme prin care vegetația previne eroziunea. Frunzișul și tulpinile plantelor diminuează impactul direct al picăturilor de ploaie asupra solului, iar sistemul radicular are proprietatea de a stabiliza particulele de sol, limitând astfel transportul sedimentelor. Se știe că eficiența intercepției depinde de tipul de vegetație și de densitatea acesteia, coniferele având cea mai mare capacitate de reținere a apei pe parcursul întregului an.

Există cercetări românești, în stațiunile de la Turda și Perieni, care au arătat că nivelul de eroziune variază în funcție de tipul de cultură și de condițiile climatice. Unele din rezultate indică faptul că ierburile perene sunt cele mai eficiente în prevenirea eroziunii, în timp ce culturile de porumb sunt cele mai vulnerabile. Studiile desfășurate la Mădârjac, în județul Iași, au permis determinarea indicilor de protecție antierozională pentru principalele culturi agricole, oferind o clasificare a acestora în funcție de capacitatea lor de protejare a solului.

În timp ce grâul de toamnă asigură protecție doar în prima parte a sezonului de vegetație, lăsând terenul expus după recoltare, lucerna, aflată în al treilea an de vegetație, s-a dovedit cea mai eficientă în combaterea eroziunii. Alte culturi, precum mazărea, soia, și sfecla de zahăr, oferă o protecție moderată, în timp ce porumbul și fasolea au avut o eficiență scăzută. Datorită masei vegetative reduse și a expunerii solului în perioadele cu precipitații abundente, cele mai puțin performante au fost orzoaica de primăvară și cartofii timpurii. Analizând influența precipitațiilor asupra eroziunii solului, s-a

demonstrat că precipitațiile maxime pe 24 de ore au un impact major asupra transportului de sedimente, în special în lunile de vară. În funcție de capacitatea culturilor de a reține solul și de a reduce viteza scurgerii se determină că valoarea indicilor de protecție antierozională variază. Prin urmare, poate contribui la diminuarea efectelor negative ale eroziunii aplicarea unor practici agricole sustenabile, precum rotația culturilor și utilizarea benzilor de protecție vegetală. Așadar, și prin acest studiu, se arată că vegetația joacă un rol crucial în menținerea echilibrului hidrologic și în prevenirea degradării solului. Gestionate corespunzător, pădurile, pajiștile și culturile agricole asigură stabilitatea terenurilor, reducând pierderile de sol cauzate de precipitațiile intense și de scurgerile de suprafață. O strategie esențială pentru protejarea terenurilor și menținerea productivității solurilor agricole, pe termen lung, constă în conservarea și reabilitarea vegetației. Analiza eroziunii solului, în bazinul hidrografic Călina, a evidențiat ce impact asupra sustenabilității agriculturii din regiune o au pierderile semnificative de sol. Studiul a urmărit, nu doar cuantificarea acestor pierderi, ci și implicațiile acestora asupra fertilității terenurilor, disponibilității resurselor de apă și, nu în ultimul rând, a viabilității economice a fermierilor. În acest sens, pentru a oferi o imagine clară asupra fenomenului, au fost generate hărți detaliate care analizează morfometria terenului, utilizarea acestuia și distribuția pierderilor de sol, folosind un model numeric de teren bazat pe planuri topografice istorice.

Pentru a se determina pierderile de sol, s-a utilizat Modelul Universal al Pierderilor de Sol (USLE), integrat la condițiile locale prin metoda Moțoc (1975), care ia în calcul o serie de factori precum erozivitatea precipitațiilor, susceptibilitatea solului la eroziune, panta și lungimea versanților, utilizarea terenurilor și măsurile antierozionale existente. Factorul de eroziune, cauzat de precipitații, a fost determinat pe baza datelor climatologice dintr-o perioadă de peste 30 de ani, analizându-se impactul regimului pluviometric asupra terenurilor din bazin. Un rol esențial în modelarea fenomenului de eroziune l-a jucat, bineînțeles, diversitatea pedologică a bazinului Călina. Solurile cele mai des întâlnite, precum cernoziomurile cambice, solurile brune luvice și regosolurile, au fost evaluate în funcție de susceptibilitatea lor la eroziune. Această analiză a evidențiat că regosolurile și solurile erodate sunt cele mai vulnerabile unde precipitațiile intense accelerează procesul de degradare, în special pe versanții abrupti.

În zonele cultivate intensiv cu porumb și floarea-soarelui, unde solul rămâne expus o mare parte a anului, rezultatele studiului au arătat că terenurile arabile sunt cele mai afectate de eroziune. În schimb, pădurile și pajiștile au un rol protector, contribuind la reducerea pierderilor de sol. Așadar, cultivarea pe curbele de nivel, introducerea benzilor vegetale și extinderea suprafețelor forestiere cât și măsurile de protecție implementate au evidențiat importanța acestui factor de adoptare a unor strategii de conservare a solului.

Între diferitele zone ale bazinului s-au evidențiat diferențe semnificative privind distribuția pierderilor de sol. Suprafață prezintă pierderi moderate pe aproximativ jumătate din ea, însă în zonele cu pante accentuate și fără măsuri de protecție adecvate, eroziunea depășește 20 t/ha/an, ajungând, în unele regiuni, la valori critice de peste 30 t/ha/an. Problema acestor pierderi se pune, nu doar pentru fertilitatea solului, ci și pentru infrastructura hidrologică, contribuind la colmatarea râurilor și scăderea capacității de drenaj. Pentru combaterea acestui fenomen, studiul propune măsuri de reorganizare a utilizării terenurilor, prin conversia suprafețelor arabile vulnerabile în pășuni, livezi și perdele forestiere, odată cu implementarea unor tehnici de conservare a solului adaptate condițiilor locale. Pentru a se asigura sustenabilitatea agriculturii și protecția pe termen lung a terenurilor din bazinul hidrografic Călina, în final, analiza subliniază necesitatea unui management integrat al resurselor funciare.

Așadar, analiza utilizării terenurilor din bazinul hidrografic ar putea contribui la reducerea fenomenului de eroziune din bazinul hidrografic Călina, fiindcă ea a evidențiat o distribuție dezechilibrată a suprafețelor agricole, cu o predominanță a terenurilor arabile cultivate intensiv, în detrimentul vegetației naturale. Ceea ce a condus la pierderi semnificative de sol și degradarea fertilității terenurilor este faptul că majoritatea terenurilor sunt destinate culturilor de porumb, grâu și floarea-soarelui, fără măsuri eficiente de protecție antierozională. Acest lucru a accelerat eroziunea, afectând nu doar producția agricolă, ci și calitatea resurselor de apă prin colmatarea râurilor și acumularea de sedimente în zonele joase.

Pentru contracararea acestor efecte negative și îmbunătățirea sustenabilității utilizării terenurilor, studiul propune o serie de măsuri de reorganizare a ocupării spațiale a bazinului. Astfel unele terenuri, sunt recomandate pentru conversie în pășuni permanente sau plantații forestiere, care să stabilizeze solul și să reducă transportul sedimentelor pe suprafețe cu risc ridicat de eroziune, identificate în special pe versanții abrupti și în zonele cu soluri slabe. Tot în acest scop se propune extinderea suprafețelor ocupate de perdele forestiere, atât pe marginea terenurilor agricole, cât și în apropierea cursurilor de apă, pentru a preveni pierderea solului și a proteja infrastructura hidrologică.

Referitor la terenurile care vor rămâne în folosință agricolă, se recomandă aplicarea unor tehnologii conservativ-agricole, cum ar fi lucrările minime ale solului, semănatul direct, practicarea culturilor de acoperire și utilizarea unor benzi înierbate pentru a reduce impactul apei asupra terenurilor cultivate. Aplicarea unui sistem de rotație a culturilor care să includă leguminoase și culturi perene ar putea fi o altă contribuție valoroasă la îmbunătățirea structurii solului și la diminuarea pierderilor de nutrienți.

Prin implementarea acestor măsuri vom putea favoriza reducerea pierderilor anuale de sol cu până la 50% în zonele critice, îmbunătățind, atât fertilitatea terenurilor agricole,

cât și stabilitatea ecosistemului hidrografic. Potrivit studiului, o planificare integrată a utilizării terenurilor, corelată cu măsuri tehnice și legislative adecvate, este esențială pentru menținerea sustenabilității bazinului hidrografic Călina și pentru prevenirea degradării continue a resurselor funciare.