2009

Tehnici de identificare și cartare a terenurilor degradate

O. Iacobescu

I. Barnoaiea

Lucrarea conţine rezultatele parţiale obţinute în cadrul proiectului de cercetare 31047/2007: **rearea unei baze de date georeferenţiate în Podişul Sucevei prin monitorizarea pe imagini digitale a terenurilor degradate, ca suport decizional în reabilitarea ecologică”**

Cuprins

CAPITOLUL I Introducere PROGRAMUL DEGRATER
1.1. Obiective generale
1.2. Zona de studiu

CAPITOLUL 2: ANALIZA CRITICĂ A LUCRĂRILOR DE CARTARE ŞI RECONSTRUCȚIE ECOLOGICĂ A TERENURILOR DEGRADATE EFECTUATE ANTERIOR
2.1. Formele de degradare a terenului
2.2. Considerații asupra eroziunii produse de apă
2.3. Considerații asupra degradării terenului prin fenomene de deplasare
2.4. Considerații asupra degradării terenului prin fenomene de saraturare
2.5. Considerații asupra degradării terenului cu exces de apă
2.6. Considerații asupra terenurilor degradate antropic

CAPITOLUL 3 STABILIREA ARIILOR ȚINTĂ PENTRU CALIBRAREA MODELULUI DE CARTARE, A METODOLOGIEI SPECIFICE ŞI A ELEMENTELOR REZULTATIVE
3.1. Stabilirea ariilor țintă

CAPITOLUL 4. **CAPITOLUL IV: IDENTIFICAREA FORMELOR DE DEGRADARE REPREZENTATIVE DIN ARIILE ȚINTĂ STABILITE ANTERIOR ŞI ÎNTOCMIREA DE CHEI DE FOTOINTERPRETARE INTERACTIVĂ**

4.1. Generalități
4.2. Identificarea formelor de degradare reprezentative din ariile țintă şi întocmirea de chei de fotointerpretare interactivă

CAPITOLUL V. Cartarea proceselor de degradare în cadrul ariilor țintă pe baza cheilor de fotointerpretare interactivă ale fiecărui tip de degradare

CAPITOLUL VI. Verificarea în teren a cartărilor din ariile țintă şi analiza cazurilor de neconcordanță

CAPITOLUL VII. Identificarea diverselor tipuri de degradare pe ortofotoplanuri, vectorizarea limitelor acestora şi a elementelor liniare specifice

CAPITOLUL 5 CONCLUZII

BIBLIOGRAFIE

CAPITOLUL I. INTRODUCERE. PROGRAMUL DEGRATER

I.1. Obiective generale

Programul „**Crearea unei baze de date georeferențiate în Podişul Sucevei prin monitorizarea pe imagini digitale a terenurilor degradate, ca suport decizional în reabilitarea ecologică"** denumit în continuare şi prin acronimul **DEGRATER,** a fost propus Centrului Național de Management Programe de către Universitatea „Ştefan cel Mare" din Suceava în calitate de coordonator (CO) în parteneriat cu Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi" din Iaşi – UTI - (partenerul P1), Institutul de Cercetări şi Amenajări Silvice Bucureşti – ICAS (P2) şi Societatea Comercială „V.R. Ecoconstruct SRL" Bucureşti (P3).

Alăturarea unităților menționate mai sus are la bază atât competențele fiecăreia dintre ele, cât şi relațiile bune de colaborare existente în cadrul altor activități similare.

Principalele premize care au condus la propunerea programului au fost legate de:

- lipsa unei *evidențe actualizate* şi *detaliate* a formelor de degradare a terenului din zona studiată, efectuată prin mijloace *unitare* ca precizie şi conținut,

- *preocupările interdisciplinare* ale unui grup de cadre didactice de la Universitatea „Ştefan cel Mare" din Suceava privitoare la fenomenele de degradare a terenului, circumscrise eforturilor depuse în prezent la nivel național şi mondial pentru dezvoltarea durabilă şi folosirea rațională a resurselor naturale,

- demararea *programului național LPIS - L*and *P*arcel *I*dentification *S*ystem (sistem de identificare a parcelelor agricole), care s-a soldat, printre altele, şi cu întocmirea de ortofotoplanuri digitale pe întreg teritoriul național. Aceste imagini - disponibile pentru toți utilizatorii la Agenția Națională de Cadastru şi Publicitate Imobiliară Bucureşti - ANCPI şi la Oficiile de Cadastru şi Publicitate Imobiliară din fiecare județ – OCPI, au avantajul că sunt obiective, unitare, georeferențiate şi relativ recente (ultimele disponibile din 2003 - 2005), putându-se în acest fel constitui într-o bază de plecare pentru cartografiere,

- *interesul* pe care tema l-a suscitat atât printre parteneri, cât şi printre potențialii beneficiari (consilii județene şi comunale, direcții agricole şi silvice),

- dorința de a propune un *suport decizional obiectiv* pentru lucrările de reabilitare ecologică la nivel de unitate teritorial – administrativă (UTA), suport care să stea la baza luării deciziilor de intervenție/neintervenție, estimării cantitative şi calitative a gradului de degradare, atragerii de fonduri din diferite surse de finanțare şa.

Obiectivele generale pe care programul şi le propune, în contextul premizelor enumerate mai sus, sunt:

- *elaborarea unei metodologii* care să poată fi aplicată la cartarea terenurilor degradate din zona de studiu, folosind mijloace ale *teledetecției* (ortofotoplanul digital, imaginea satelitară de mare rezoluție), prin calibrarea modelului de lucru în arii țintă stabilite după analiza situației din teren,

- *cartarea diferitelor tipuri de degradare* din ariile țintă stabilite anterior, în baza cheilor de fotointerpretare interactivă întocmite pe tipuri de degradare, plecând de la ortofotoplanuri,

- *extinderea modelului* de lucru la nivelul întregii zone de studiu, cu *crearea bazelor de date* a tipurilor de eroziune în format SIG,

- analiza posibilităților de identificare şi de *cartare a terenurilor* degradate folosind *imagini satelitare de înaltă rezoluție* spațială şi *planuri de bază* 1:5000,

- studiul *evoluției formelor de degradare* întâlnite în cadrul unor zone reprezentative, pentru care au fost achiziționate imagini satelitare şi planuri de bază.

I.2. Zona de studiu

Zona de studiu propusă se referă la cea mai mare parte a unității geomorfologice Podişul Sucevei (PS), definită, conform cu figura 1, între limitele:

- la Nord: granița de stat cu Ucraina,
- la Vest şi Sud: limita estică a Obcinilor Bucovinei şi râul Moldova până la confluența cu râul Siret,
- la Est: râul Siret

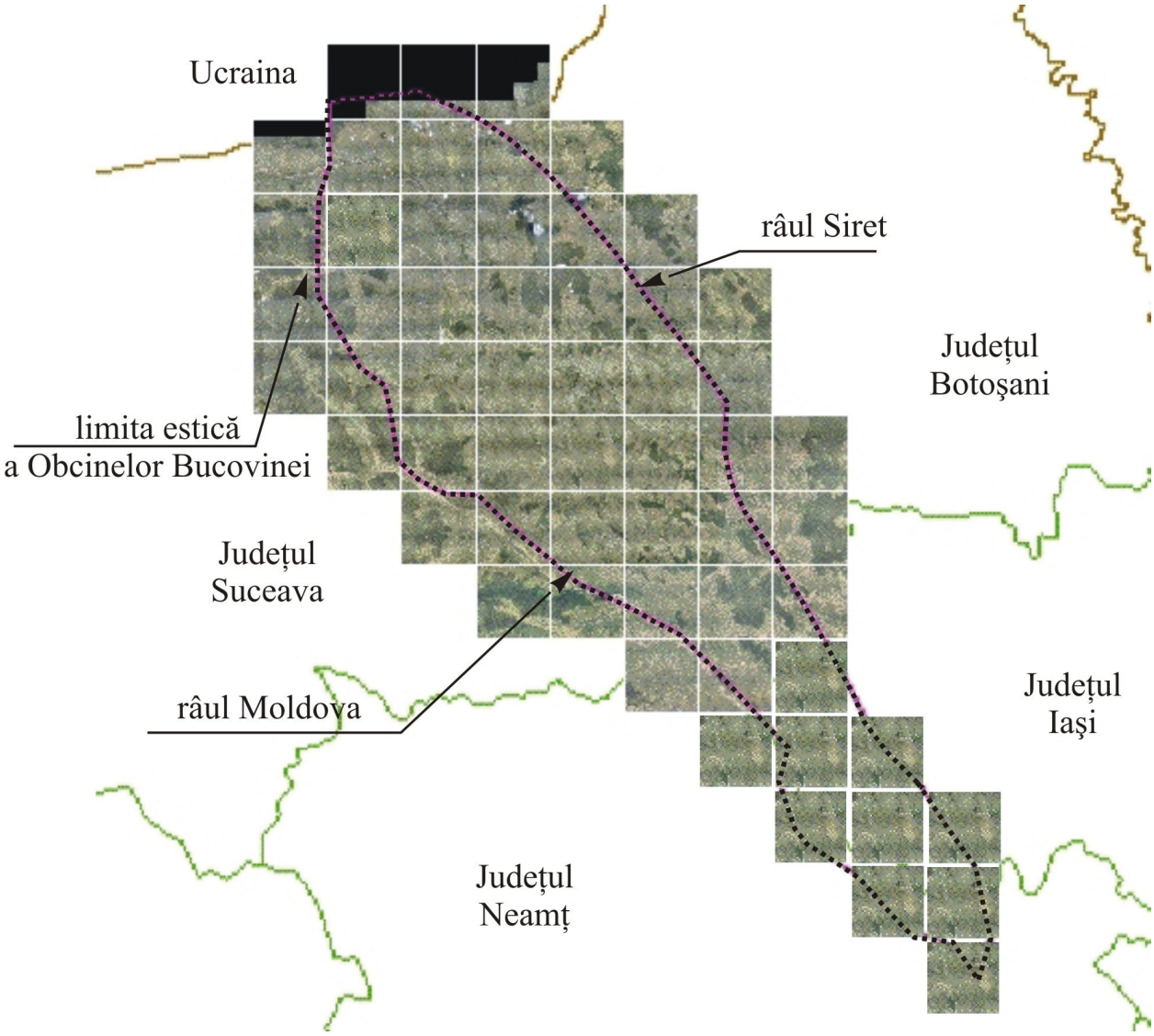


Figura 1. Zona de lucru propusă în cadrul programului DEGRATER delimitată după repere naturale pe mozaicul de ortofotoplanuri

Materialele folosite în operațiunea de inventariere a formelor de degradare a terenului vor consta în ortofotoplanuri digitale, imagini satelitare provenite de la sateliți de înaltă rezoluție, diverse hărți în format analogic (planuri de bază la scara 1:5 000, hărți pedologice etc.).

CAPITOLUL 2: ANALIZA CRITICĂ A LUCRĂRILOR DE CARTARE ŞI RECONSTRUCȚIE ECOLOGICĂ A TERENURILOR DEGRADATE EFECTUATE ANTERIOR

2.1. Formele de degradare a terenului

Etimologic, termenul de *degradare* din limba română îşi are rădăcina în limba latină – *degradare* - degradare, preluat apoi în limba franceză *dégradation*, italiană, *digradazione*, engleză – *degradation*. Atunci când se referă la terenuri, degradarea este înțeleasă în sensul de a-l „face să devină neproductiv" (DEX), adică de a-i scădea continuu şi lent calitatea solului. Dacă facem referire doar la scăderea cantitativă şi calitativă a stratului de sol, termenul de *degradare* poate părea că are un înțeles cartografic limitativ, dar acesta devine cu adevărat important când facem referire la implicațiile economice.

Degradarea solului poate lua diferite forme, care sunt strâns legate între ele şi de asemenea în legătură directă cu declinul fertilității lui. Multitudinea de forme, cu diferite arii de acțiune şi frecvențe, este arătată schematic în figura 2.

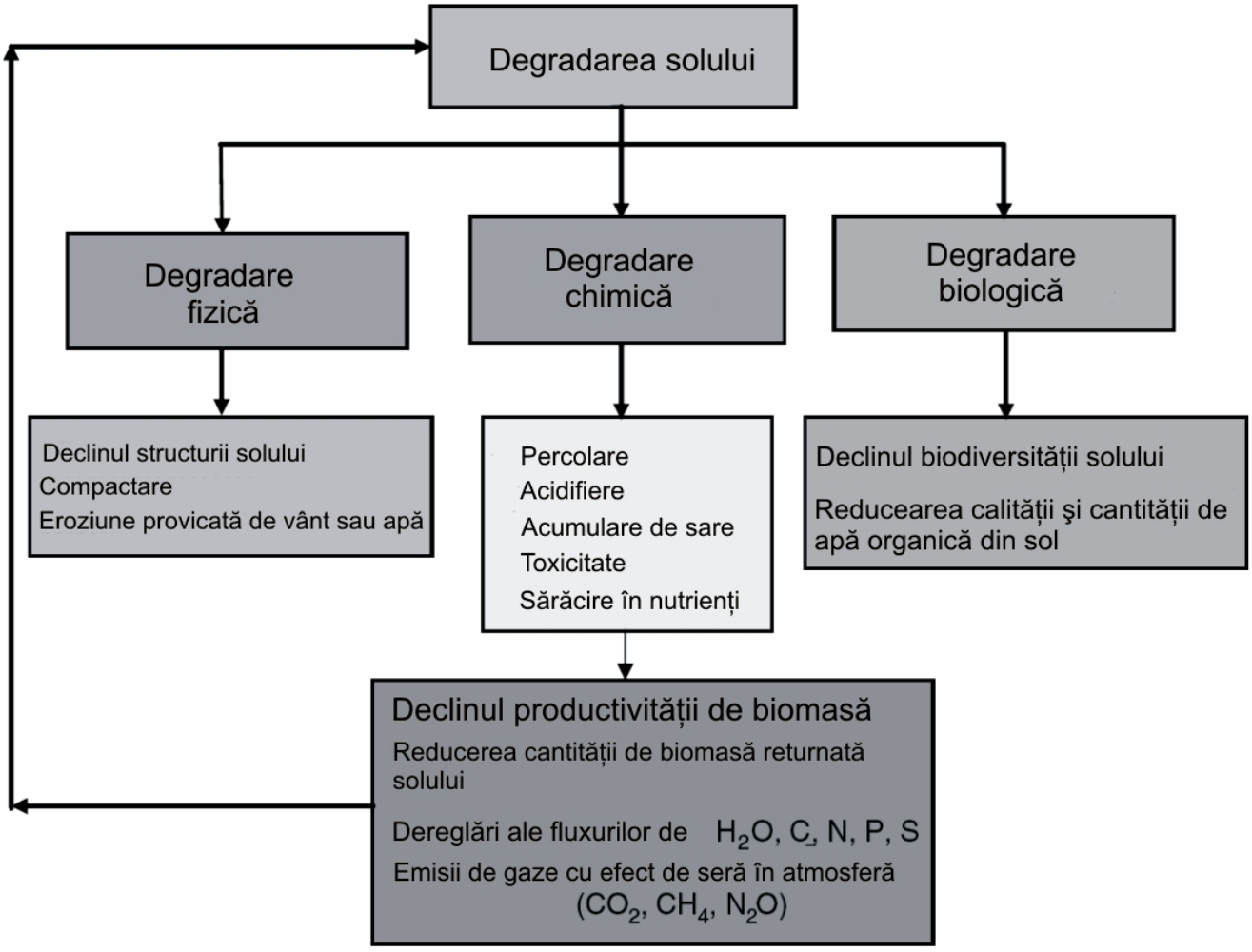


Figura 2. Forme majore de degradare a terenului (după Huete, 2004)

La nivel mondial, estimările FAO efectuate în deceniului al IX-lea al secolului trecut, arată că anual au fost scoase din activitatea productivă 5 – 7 milioane ha de teren agricol prin procese de eroziune şi alunecare, prin creşterea toxicității chimice, a salinizării sau a urbanizării. Aceeaşi organizație estimează, pentru mileniul în care abia am intrat, o tendință îngrijorătoare, pierderile putând atinge 100 – 140 milioane de ha, ceea ce înseamnă aproape toată suprafața ce poate fi redată agriculturii mondiale.

În România, în aceeaşi perioadă, pierderile prin degradare a terenului reprezentau circa 126 mld tone, din care doar 35% erau tranzitate spre Marea Neagră. Rapoartele atrag atenția că între procesele care concură la acest „buget aluvionar" un rol hotărâtor îl au eroziunea exercitată de apă şi procesele de mişcare în masă.

În general, abordarea problematicii terenurilor degradate se poate face din trei puncte de vedere principale:

- *cunoaşterea proceselor* care conduc spre degradare, a cauzelor ce stau la baza declanşării lor şi a efectelor lor directe şi indirecte. Aceste aspecte pot sta la baza predicției direcțiilor în care se îndreaptă evoluția proceselor,

- determinarea condițiilor în care, la cauze identice, ne putem aştepta la efecte similare. Acest aspect este important în ideea *prevenirii producerii* fenomenelor de degradare, obiectiv cu mult mai firesc de îndeplinit şi mai puțin costisitor decât acela al reabilitării terenurilor sau al stopării degradării ajunse la o anumită fază,

- *inventarierea* spațială, cantitativă şi calitativă a terenurilor cu procese de degradare existente şi întocmirea celor mai potrivite proiecte de *reabilitare ecologică* a lor.

Preocupările din prezentul contract urmăresc doar acest din urmă aspect.

În sens larg, degradarea terenului pe teritoriul țării noastre poate îmbrăca mai multe forme, clasificarea cea mai cuprizătoare fiind cea care ține cont de **cauzele** care o provoacă.

Din acest punct de vedere, se pot separa următoarele **tipuri şi subtipuri de degradări**:

- terenuri erodate de apă, cu formele:
- eroziune de suprafață,
- eroziune de adâncime – cu ravene şi/sau ogaşe,
- depozite de aluviuni torențiale

- terenuri degradate prin fenomene de deplasare, ce pot fi:
- **-** cu alunecare,
- cu surpare,
- cu curgeri plastice şi noroioase,
- cu depozite de grohotiş

- terenuri erodate de vânt, care pot fi **:**
- **-** erodate de vânt,
- cu nisipuri mobile spulberate de vânt

- terenuri sărăturate, cu formele:
- terenuri salinizate,
- terenuri alcalinizate

- **terenuri cu exces de apă (mlaştini)** care, după proveniența apei, pot fi:

- cu exces de apă pluvială,
- cu exces de apă freatică

- **terenuri degradate antropic**, cele mai cunoscute şi întâlnite forme fiind:
  - halde de diverse proveniențe (depozite miniere, industriale, menajere),
  - terenuri descopertate de stratul de sol,
  - terenuri cu soluri deranjate sau desfundate,
  - maluri de râuri regularizate,
  - terenuri poluate.

Această clasificare a ținut cont de ***îndrumările tehnice pentru cartarea şi împădurirea terenurilor degradate***, editate la Bucureşti în anul 1995 de Ministerul Apei, Pădurilor şi Protecției Mediului Înconjurător. Alte lucrări de specialitate, care se ocupă de ansamblul terenurilor degradate sau doar de unele categorii mai des întâlnite, sunt în concordanță cu acestea sau chiar mai restrictive.

Întrucât această etapă a proiectului este dedicată unor considerații preliminare asupra formelor de degradare a terenului în Podişul Sucevei, se pot face următoarele **afirmații** în legătură cu clasificarea prezentată mai sus:

- observațiile şi experiența colectivului de lucru, precum şi unele lucrări publicate despre terenurile degradate cu referiri asupra Podişului Sucevei arată că, dintre formele posibile enumerate mai sus, cele mai des întâlnite sunt cele erodate de apă şi cele cu fenomene de deplasare;

- forme de degradare ale terenului prin sărăturare, exces de apă sau antropic se pot întâlni într-o măsură mai mică,

- terenurile erodate de vânt, cu formele enumerate mai sus, nu există în Podişul Sucevei, fiind unanim recunoscut că ele sunt proprii altor zone de pe teritoriul țării (în Delta Dunării, zona Hanu Conachi – județul Galați, sudul Olteniei sau în nord – vestul țării).

Considerațiile de mai sus conduc la ideea că este logic ca, în dezvoltarea temei propuse, să se dea o atenție sporită terenurilor erodate de apă şi celor ce prezintă forme de deplasare, care se consideră din start a fi cele mai reprezentative.

O problemă aparte am considerat că o constituie *terenurile ocupate de albia majoră* a râurilor care drenează zona de studiu: râul Siret, cu principalii afluenți - râurile Suceava şi Moldova. Regimul de curgere al apei în albie, natura sedimentelor în care albia îşi desfăşoară traseul, rezistența la eroziune a rocilor din patul albiei sunt în acest caz elementele cele mai importante ale morfologiei acestor albii.

Albiile râurilor din zona de studiu pot fi, practic, în următoarele situații (figura 1.2):

- albii minore unice din cursul superior, pentru râuri mici, dezvoltate în albii majore relativ înguste. Patul celor mai multe albii minore este caracterizat morfologic prin succesiuni vad – adânc, ca rezultate ale eroziunii şi depunerii permanente a materialului transportat de curent. Studiile efectuate pe mai multe albii de acest tip au demonstrat că succesiunile vad – adânc sunt caracteristice patului albiilor, indiferent de tipul de material în care s-au format albiile (Ichim et al, 1989),

- albii majore largi, de ordinul sutelor de metri, cu mai multe şenale de scurgere a debitului lichid săpate de regulă în pietrişuri, ce sunt caracterizate prin fenomenul de anastomozare (împletire). În această zonă morfologia albiei este caracterizată prin vaduri, adâncuri şi ostroave, care sunt de asemenea forme rezultate în urma proceselor permanente de transport şi depunere a aluviunilor.

Din cele de mai sus, ca şi din toate lucrările de specialitate asupra morfologiei albiei râurilor, se observă că procesele de eroziune, transport şi depozitare a materialului solid târât sau în suspensie, sunt proprii şi permanente în aceste albii care-şi dezvoltă traseul în propriile aluviuni, fiind mai slabe sau mai intense în funcție de debitul lichid tranzitat.

a. **b.**

Figura 3. Tipuri de albii majore: a – împletită (r. Moldova), b - unice (p. Soloneț)

În acest context, în care ajustările permanente ce au loc în albiile râurilor sunt considerate fenomene inerente, ne propunem să *nu luăm în considerare* terenurile degradate din *albia majoră a acestor râuri*. Pentru zona studiată vom evidenția terenurile ocupate de albii majore într-o clasă distinctă. Lucrările de regularizare a râurilor din zona de studiu nu vor face obiectul prezentului contract.

De asemenea, se vor exclude din analiza fenomenelor de degradare terenurile forestiere cu vegetație lemnoasă în curs de regenerare. În acest caz se are în vedre că procesul de reîmpădurire a acestor porțiuni este implicit, iar la sfârşitul perioadei de regenerare procentul de acoperire cu vegetație lemnoasă va fi de 100%.

Procesele care modelează terenul în prezent în Podişul Moldovei (Atlasul RSR), unitate geomorfologice în care se găseşte şi Podişul Sucevei sunt prezentate în figura 4. Se observă că întreaga zonă de studiu (marcată prin linie punctată groasă) se înscrie în tipul de „modelare prin eroziune moderată prin spălare şi şiroire şi eroziune torențială, cu excepția zonei de sud, între Roman şi Paşcani, caracterizată în general prin acelaşi tip descris mai sus, însoțit de tasare şi sufoziune slabă.

Este evident că, la scara de reprezentare a fenomenelor, harta are un caracter informativ, dând o încadrare generală a zonei de studiu. Este unul din scopurile pe care ni le-am propus în cadrul programului, de a da informații detaliate asupra tuturor formelor de degradare întâlnite în zona de studiu.

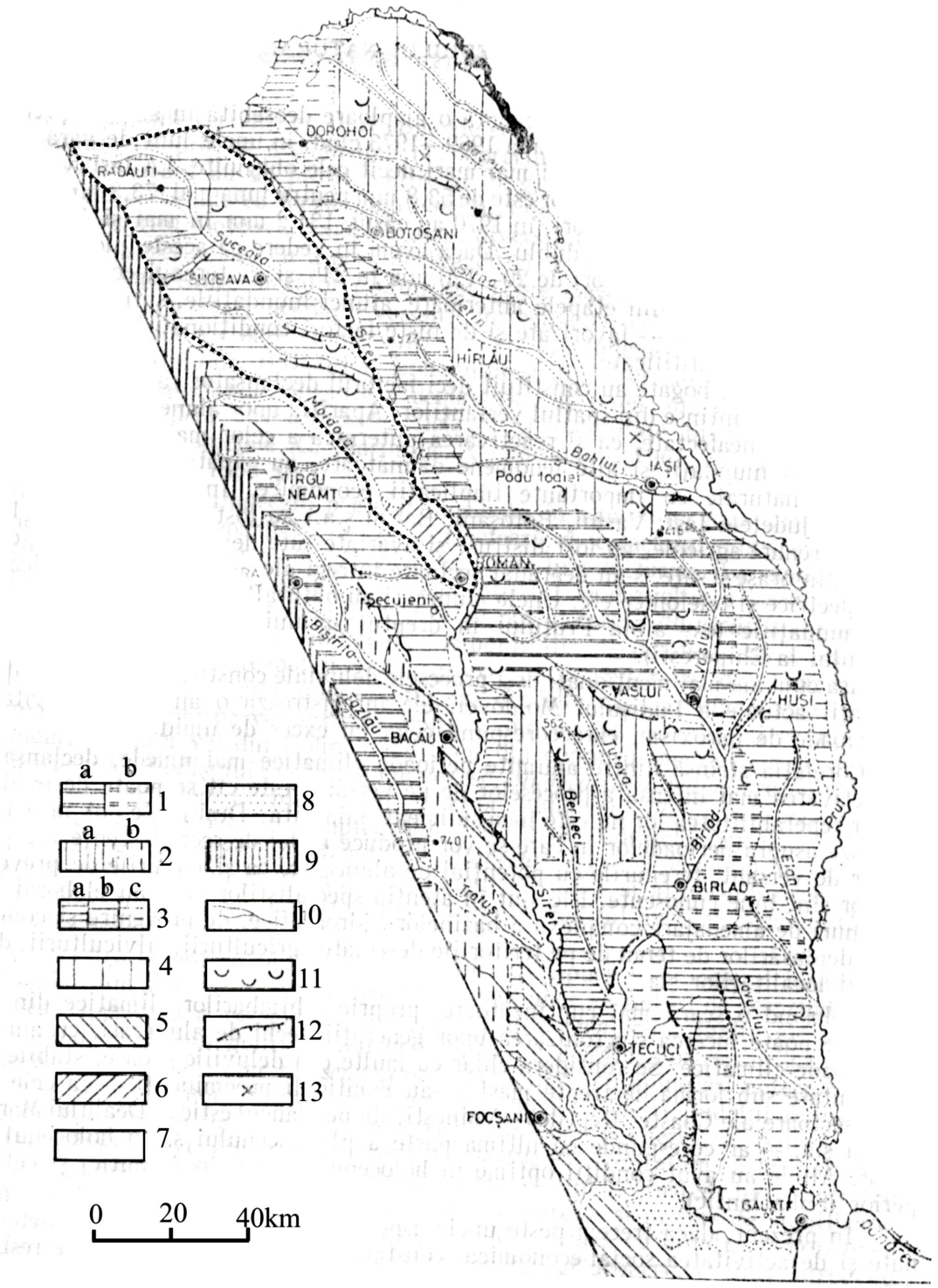


Figura 4. Procese de modelare a reliefului în podişul Moldovei: 1- alunecări, eroziune superficială şi torențială, a-intense, b- moderate, 2- eroziune torențială şi în suprafață a- intense, b- slabe, 3- eroziune prin spălare şi şiroire, eroziune torențială, a- intensă, b- moderată, c- slabe, asociate cu deplasări în masă, 4- eroziune prin şiroire şi spălare, asociate cu deplasări în masă moderate, 5- eroziune prin şiroire şi spălare moderată sau slabă, numai în lungul văilor, 6- tasare şi sufoziune slabă, pe interfluvii, eroziune slabă prin spălare şi şiroire pe versanți, 7- acumulare fluviatilă, 8- acumulare fluviatilă la viituri excepționale şi stagnări locale ale apei, 9- eroziune liniară, alterare puternică, deplasări în masă din zona montană, 10- procese fluviatile cu predominarea eroziunii şi transportului, 11- deplasări în masă, 12- procese active de versant cu predominarea alunecărilor şi eroziunii torențiale, 13- acumulări datorate vulcanilor noroioşi

2.2. Considerații asupra eroziunii produse de apă

Introducere

Procesele prin care particulele de sol şi alte materiale de versant sunt detaşate, antrenate, transportate (sau acumulate) sunt adesea denumite ca *eroziune a solului* (termen utilizat pe larg în tratatul *Soil Erosion in Europe*, 2006) sau *degradarea terenurilor*. Forțele erozive responsabile sunt naturale şi antropice (precipitațiile, scurgerea lichidă, vântul, gravitația, practicile agricole şi silvice, nivelarea terenurilor etc). Efectele negative ale acestor procese se concretizează în reducerea capacității productive a solului, în reducerea producției de hrană – unul din riscurile naturale cu mare incidență pentru deceniile ce vor urma.

Anual, **pe glob**, sunt scoase din circuitul agricol, prin activități agricole, cca 5 - 7 milioane ha, datorită eroziunii accelerate (Bul. WASWC, 1986), iar rata eroziunii terenurilor, ca urmare a influenței antropice a depăşit în multe regiuni rata regenerării solurilor. De exemplu, pentru condițiile climatului temperat, rata eroziunii solului este între 0.02 - 0.08 mm/an (Hadley et al., 1985). Rezerva de sol fertil a Terrei este apreciată la 350 mld. tone, din care anual sunt pierdute, prin eroziune şi alte procese după unii autori, circa 2,32 – 5,8 mld. tone, adică echivalentul a circa 150 tone/kilometru pătrat din terenurile agricole şi silvice (Surdeanu, 1998). În acest fel, în circa 150 de ani solurile se vor epuiza şi omenirea poate intra într-un colaps alimentar. În Europa situația nu este deocamdată atât de dramatică, nivelul mediu al eroziunii fiind de „doar" circa 70 tone/km^2. Pentru a avea o idee despre dimensiunile acestei degradări, merită să subliniem că îndepărtarea unui centimetru grosime de sol de pe un hectar este echivalentul a 130 tone, din care cel puțin 3 sunt humus.

Literatura de specialitate atrage atenția că **în țara noastră**, lungimea totală a formațiunilor torențiale de pe teritoriul agricol, este de cca 16300 km, procesele torențiale manifestându-se cu intensitate sporită şi diferite forme, îndeosebi în depresiunea Transilvaniei şi dealurile subcarpatice şi podişul Moldovenesc, unitate geomorfologică ce include şi Podişul Sucevei.

În abordarea cercetărilor asupra eroziunii – ca formă frecvent întâlnită - în cadrul proiectului DEGRATER ne-am propus o succintă prezentare a evoluției cunoaşterii şi inventarierii degradării prin eroziune a terenurilor din România (cu o analiză mai detaliată a procesului la nivelul Podişului Moldovei). Toate acestea pentru a argumenta importanța temei de cercetare în cadrul Podişului Sucevei (subunitate a Podişului Moldovei), alegerea metodelor de lucru, şi evidențierea necesităților de reconstrucție ecologică a unor zone de asemenea tip.

Evoluția cunoaşterii şi inventarierii terenurilor erodate de apă

Pe teritoriul României, datorită condițiilor de relief, sol şi agresivitate climatică, eroziunea solului generează pe teritoriile în pantă importante pagube, atât agriculturii, cât şi altor ramuri ale economiei. Structura fondului funciar al României este cea prezentată în figura 5, din care reiese predominanța suprafețelor agricole. Studiile de specialitate (Florea et al., 1977; Moțoc, 1984; Moțoc et al., 1998; Ioniță et al., 2006) au demonstrat că aproximativ 50% din suprafața totală a terenurilor agricole este afectată de eroziune în suprafață şi adâncime sau alunecări în diverse stadii de evoluție. Astfel, din suprafața totală de cca 7,4 mil. ha terenuri agricole afectate de aceste procese, 30% sunt reprezentate de eroziune slabă, 37% de eroziune moderată şi puternică şi 26% eroziune foarte puternică şi excesivă (tabel 1).

Tabel 1. Intensitatea eroziunii terenurilor agricole
(Review of Agricultural Policies, România, OECD, 2000).

	Sol pierdut (tone/ha/an)	Cantitatea medie de sol pierdut (tone/ha/an)	Suprafața afectată (% din suprafața agricolă)
Nesemnificativă	< 1	0,5	57,4
Slabă	2,8	5,0	30,0
Moderată	8,16	12,0	19,0
Puternică	16,30	23,0	18,0
Excesivă	30,45	37,5	26,0

Din examinarea distribuției proceselor de eroziune în diferite zone fizico-geografice ale țării, reiese faptul că, pe ansamblu, cele mai mari suprafețe afectate de eroziune în diverse stadii sunt situate în Podişul Transilvaniei (29 - 30%), urmat de zona subcarpatică meridională (27,2%) şi **Podişul Moldovei** (21,4%). În ceea ce priveşte eroziunea foarte puternică şi excesivă, în raport de condițiile fizico-geografice, variația este mare. Astfel, cea mai mare pondere o reprezintă zonele din Podişul Transilvaniei (45,4%), Podişul Moldovei (45,3%) şi zona dealurilor din Subcarpații Meridionali (50,2%). Procesele geomorfologice responsabile de cele mai intense eroziuni sunt spălările în suprafață şi eroziunea liniară (torențială) (figura 6), după care alunecările de teren se înscriu cu un procent însemnat la degradarea terenurilor în România

După anul 1991, considerat de referință prin aplicarea Legii 18 cu privire la reconstituirea drepturilor de proprietate asupra terenurilor agricole, procesele de degradare ale solului s-au intensificat, îndeosebi în zonele cu potențial eroziv. În unele zone cota medie de pierdere a solului a ajuns la 40 tone/ha/an, în timp ce capacitatea de refacere a solului este de 2-6 tone/ha/an. În aceste zone lucrările antierozionale existente au fost scoase din funcțiune şi s-a trecut la o agricultură de subzistență, cu folosirea unor agrotehnici rudimentare şi culturi ce favorizează eroziunea. După cum se constată (figura 7), în 1990-1991 a intrat în proprietate privată aproape 70% din fondul agricol al țării, iar în anul 2000 aproape 90%. Evident că ritmul cel mai accelerat de schimbare a proprietății l-au înregistrat terenurile arabile, viile şi livezile (figura 8). Astfel, terenurile arabile tind să se reducă, în locul lor crescând suprafețe de păşuni, fânețe şi terenuri construite. Cea mai dramatică diminuare o au livezile şi pepinierile pomicole, cu aproape 25% în 15 ani.

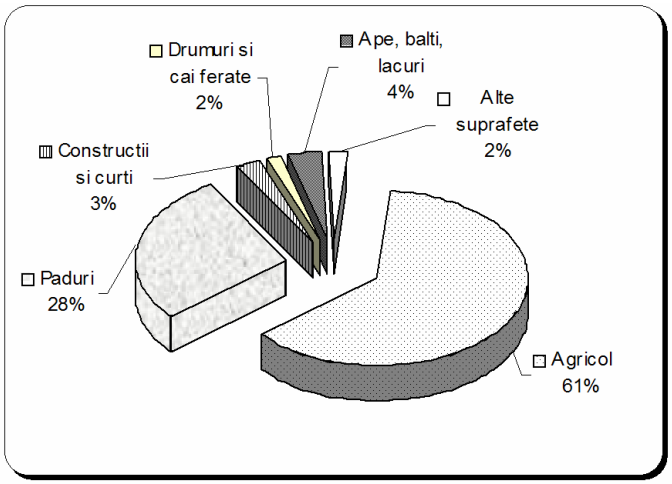


Figura 5. Structura fondului funciar al României în 2001 (Institutul Național de Statistică)

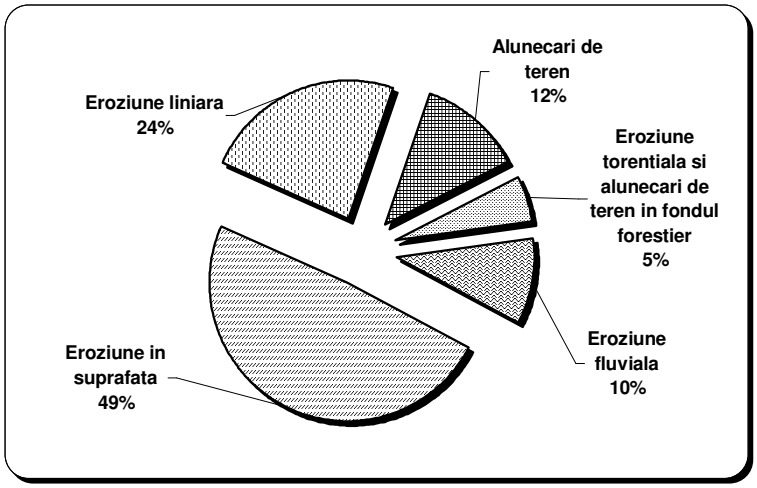


Figura 6. Diferențierea tipurilor de eroziune pe teritoriul României (prelucrare după datele publicate de Moțoc, 1984).

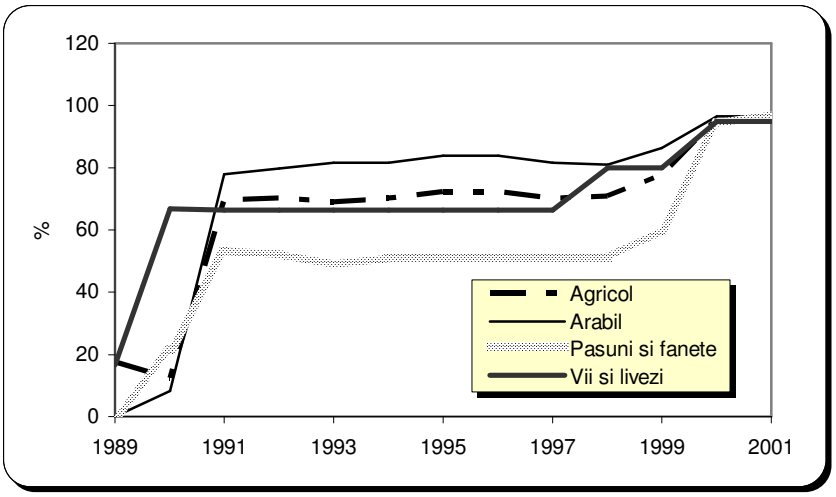


Figura 7. Schimbarea tipului de proprietate asupra terenurilor agricole (Bălteanu, Urşanu, 2004).

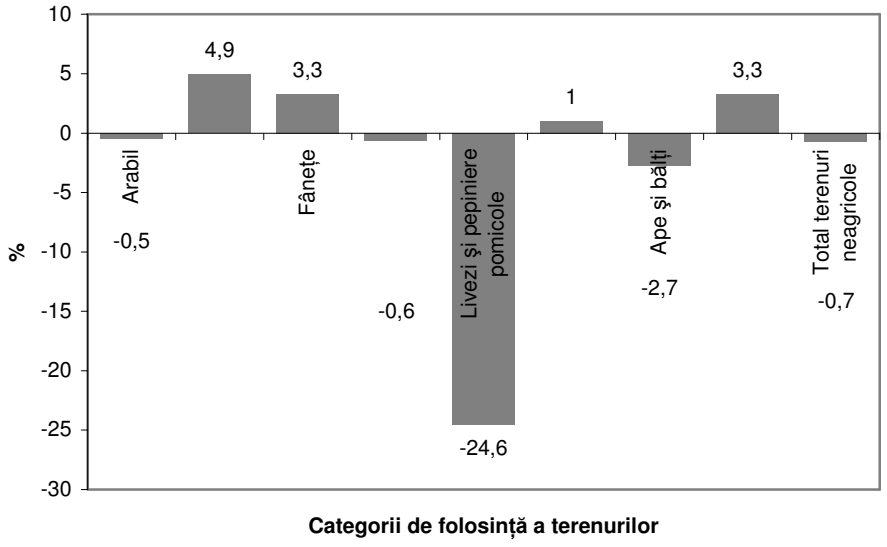
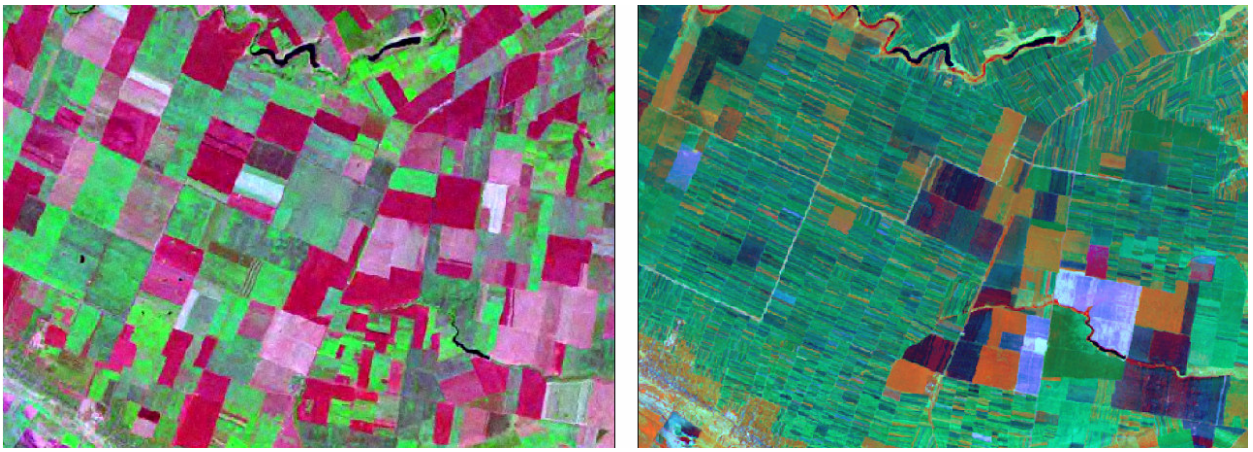


Figura 8. Evoluția utilizării fondului funciar al României în 1990-2004 (Ambăruş, 2007).

Două imagini satelitare asupra unei porțiuni de teren din Câmpia Română sunt sugestive privind stadiul fărâmițării terenurilor agricole prin schimbarea titlului de proprietate (figura 9). La aceste imagini ataşăm şi una foarte sugestivă din Podişul Sucevei, luată în aprilie 2007 (figura 10), din care se poate constata puternica fragmentare a parcelelor şi orientarea acestora astfel încât eroziunea în suprafață, dar mai ales cea în adâncime să fie favorizată la maximum. Astfel, este evident că un efect nefast al Legii 18/1991, prin reconstituirea proprietăților pe vechile amplasamente, a fost creşterea numărului de parcele mici, de la 22 milioane parcele în 1940, la peste 48 milioane parcele în 2004 (Ambăruş, 2007). Problema gravă care a fost şi rămâne este pronunțatul proces de degradare a calității şi productivității solului. Din analiza făcută de Ambăruş (2007) în bazinul Tutovei rezultă faptul că în perioada 1985 – 2000 în toate localitățile investigate se constată creşterea ponderii terenurilor neagricole, deşi inițial terenurile erau agricole în proporție de peste 75%. De asemenea, este dată o cifră alarmantă privind creşterea terenurilor neproductive de până la 1353% în cazul comunei Lipova din acelaşi bazin al Tutovei.



1990 **2002**

Figura 9. Efectul schimbării de proprietate asupra fărâmițării suprafețelor agricole (Bălteanu, Urşanu, 2004)

Figura 10. Terenuri arabile fărâmițate prin schimbarea tipului de proprietate în Podişul Sucevei. De notat că majoritatea parcelelor au arătura perpendiculră pe curba de nivel (foto N. Rădoane, 2007)

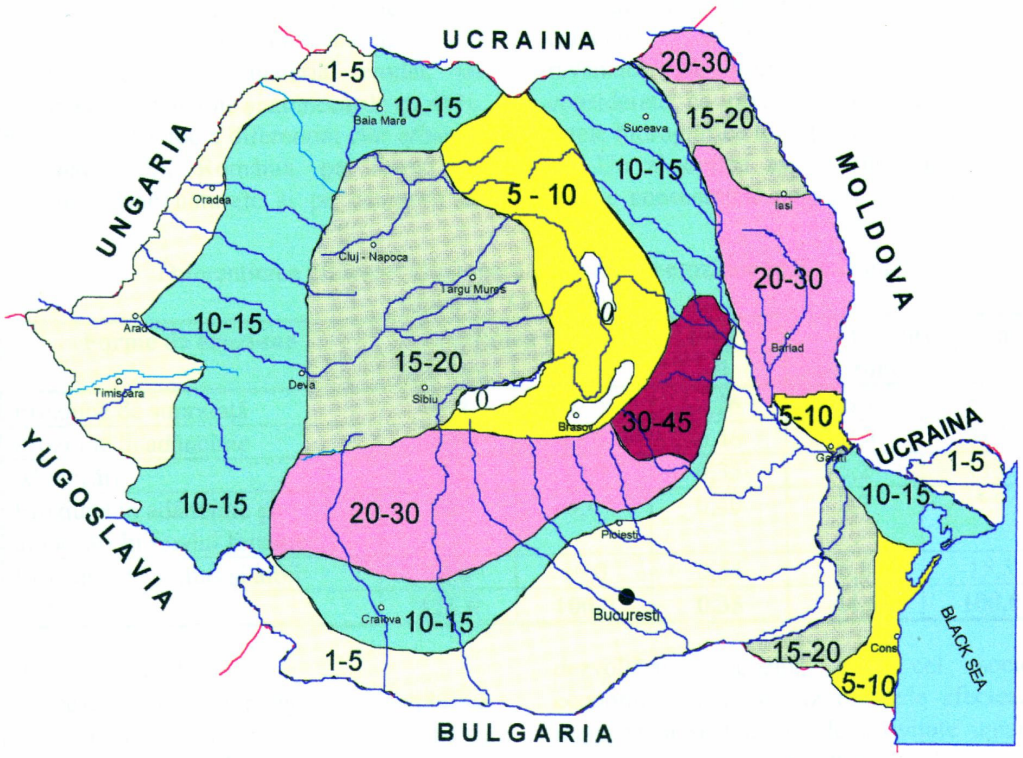


Figura 11. Zonarea eroziunii totale pe terenurile agricole – t/ha/an (Moțoc, 1983, după Hurjui, 1998).

Aşa cum s-a arătat, proiectul este derulat pe cea mai mare parte a **Podişului Sucevei**, importantă subunitate a **Podişului Moldovei**. Cercetări experimentale care să se bazeze pe măsurători directe asupra degradării terenurilor Podişului Sucevei nu au avut loc până acum. Evaluările care au fost făcute în tezele de doctorat (Andreiaşi, 1987) sau în lucrări de sinteză (Geografia României, vol IV, 1992) extrapolează informațiile punctuale obținute în diferite zone ale Podişului Moldovei.

Evaluările globale realizate la nivelul teritoriului României de către Moțoc şi colaboratorii săi (1983, 1984), concretizate într-o hartă de zonare a eroziunii totale (figura 11) arată că teritoriul pe care se află cea mai mare parte a Podişului Sucevei se include arealului cu o eroziune totală de 10 – 15 t/ha/an. Prin *eroziune totală* se înțelege suma volumului eroziunii în suprafață, a volumului eroziunii în adâncime şi aportul de material provenit din alunecări de teren, iar *efluența aluvionară* înseamnă volumul de sedimente evacuate dintr-un bazin hidrografic. Raportul dintre eroziunea totală (Et) şi efluența aluvionară (Ea) se numeşte *raport de efluență aluvionară* (Ref, %). Acesta arată cât la sută din volumul de materiale antrenate dintr-un bazin hidrografic este evacuat în afara acestuia prin colectorul principal.

Asupra *eroziunii totale* pentru regiunea Podişului Moldovei, există o informare foarte importantă care se bazează pe măsurătorile directe de lungă durată (peste 25 ani) realizate în perimetrul Stațiunii pentru Cercetarea Eroziunii Solului Perieni (Moțoc, 1984; Ioniță, Ouatu, 1985; Pujină, 1997; Ioniță, 1999; Popa, 1999; Purnavel, 1999; Hurjui, 2000; Ioniță, 2000a, b). De asemenea, există numeroase lucrări care tratează regional problema eroziunii (Ichim, 1988, Rădoane et al., 1999; Ioniță, 2000b), fie la nivelul cartografierii geomorfologice (Băcăuanu, 1968; Hârjoabă, 1968), fie la nivelul unor evaluări cantitative pentru regiuni reduse din aria

Podişului Moldovei (Pricop et al., 1988; 1990; Nicolau, Pricop, 1990; Popa, 1999; Hurjui, 1999; Rădoane et al., 2000).

Din aceste date se poate concluziona că *eroziunea în suprafață şi în rigole* poate îndepărta anual de pe un teren lipsit de vegetație în zona Podişului Central Moldovenesc în medie 28,00 t/ha/an. Evident, aceste cifre se reduc considerabil funcție de utilizarea terenurilor. Riscul erozional maxim se plasează în lunile iunie-iulie, cu procente de 30 – 40% din total an.

Valori comparabile ale eroziunii în suprafață şi în rigole măsurate timp de 10 ani de Popa (1999) în cadrul unor parcele în Valea Țarinei (258 ha) şi Bechet (29 ha) au fost de 15,80 t/ha/an, respectiv de 26,90 t/ha/an.

Eroziunea în ravene are o contribuție importantă la realizarea eroziunii efective a versanților. Punctual, pentru cele 11 ravene monitorizate în bazinul Bîrladului, perioada 1961-1990, Ioniță (2000) a determinat rate medii de regresare a ravenelor de 10,6 m/an, ceea ce înseamnă un volum mediu de 110 t/ha/an. La o valoare comparabilă au ajuns şi Rădoane et al (1999) pe baza ratelor de retragere a 38 de ravene din zona cuprinsă între râurile Siret şi Prut.

Alte determinări asupra eroziunii efective a versanților au fost făcute de Băloiu şi Giurma (1979) pe secțiuni de versant funcție de utilizarea terenurilor amonte de unele lacuri din Podişul Moldovei (este vorba de lacurile Cucuteni, Ciurbeşti şi Ezăreni). Autorii specifică că nu toate aluviunile provenite de pe versanți ajung în cuveta lacului, dar nu precizează ce proporție anume se stochează. Zonele cu influență mare contribuie cu 50-70 t/ha/an, iar zonele cu influență slabă doar 2-4 t/ha/an.

Măsurătorile repetate asupra colmatării a 5 lacuri de baraj din bazinul Bahlui (Aroneanu, Ezăreni, Cucuteni, Ciurbeşti, Podu Iloaiei) au reprezentat acumularea unui set important de date privind stocajul de aluviuni. Acesta a putut fi utilizat pentru determinarea cu acuratețe a efluenței aluvionare, adică acea parte din materialele erodate de pe versanți care ajunge în cuveta lacurilor.

Rezumând datele citate până aici, rezultă că *eroziunea totală a versanților* în condițiile Podişului Sucevei şi Moldovei variază între *23,8 t/ha/an – 40 t/km^2/an* pentru teren nud, iar dacă se adaugă şi volumul eroziunii în adâncime, volumul dislocat prin alunecări de teren, eroziunea brută a versanților (*gross erosion*) poate depăşi 110 t/ha/an.

Şi asupra *evacuării aluviunilor din principalele rețele de râuri* există o informare dacă avem în vedere rețeaua de posturi hidrometrice cu măsurători de debite de aluviuni din sistemele hidrografice ale Podişului Moldovei (peste 20) (Rădoane, Ichim,1987; Rădoane et al., 1990; Olariu, Gheorghe, 2000). În plus, există o serie de cercetări aplicate asupra *sedimentării din câteva lacuri de baraj* din bazinul râului Bahlui, Prut şi Bârlad (Băloiu, 1965; Zavati, Giurma, 1982; Pricop et al., 1988; Purnavel, 2000) care ne dau informații asupra stocării de sedimente într-un bazin hidrografic.

În condițiile Podişului Moldovei se apreciază că circa 95% din volumul total de aluviuni sunt reprezentate de suspensii. Aşadar, volumul de aluviuni reprezentat de debitul târât în cazul acestor râuri poate fi considerat neglijabil. Deşi zona Moldovei (între Siret şi Prut) ocupă o suprafață de circa 10% din teritoriul țării, aproximativ 25000 km^2, densitatea posturilor hidrometrice la care se fac măsurători pentru transportul de aluviuni este de aproximativ 1 la 500 km^2. Este o densitate foarte mică pentru o regiune unde eroziunea brută sau totală are valori mari, cum am văzut mai sus. Să luăm, de exemplu, bazinul râului Bârlad în secțiunea

hidrometrică Tecuci, care controlează o suprafață de 6778 km^2; aici se înregistrează o efluență aluvionară de 508 628 m^3/an sau 891 849 t/an, respectiv, 131,58 t/km^2/an, ceea ce reprezintă 4% din rata eroziunii totale (eroziunii brute). Se poate uşor constata diferența între eroziunea pe versanți şi ceea ce este evacuat în sistemul hidrografic. Pierderea de aluviuni între versanții bazinului şi secțiunea de evacuare se determină cu ajutorul *raportului de efluență a aluviunilor*, aşa cum am arătat deja.

Datele privind eroziunea totală în Podişul Moldovei şi a subunității sale, Podişul Sucevei, au suferit corecții, mai ales în ce priveşte efluența aluvionară. Cea mai recentă evaluare a fost făcută de N. Rădoane şi P.Olariu (2005) pentru întreg bazinul râului Siret (în care se include şi Podişul Sucevei în partea de nord a bazinului) (figura 12).

Astfel, în 1971, C. Diaconu plasează zona Podişului Sucevei în efluența aluvionară cuprinsă între 0,5 – 1,0 t/ha/an, în timp ce Rădoane şi Olariu (2005), pe baza noilor date, au situat Podişul Sucevei în aria efluenței aluvionare de 2,5 – 5 t/ha/an şi peste 5 t/ha/an în unele puncte.

Ultimele inventarieri ale proceselor de degradare a solului, efectuate de Institutul de Cercetări pentru Pedologie şi Agrochimie arată că, la nivelul întregii țări, eroziunea hidrică afectează circa 6,3 milioane ha terenuri agricole, din care circa 2,5 milioane ha sunt puternic degradate, în timp ce terenurile cu fenomene de deplasare, afectează circa 0,7 milioane ha (Dumitru et al., 2002).

Dacă pentru efluența aluvionară datele au fost actualizate, în schimb, până în prezent nu s-au făcut determinări directe asupra eroziunii totale în aria Podişului Sucevei pentru a actualiza harta din fig. 12. În cazul efluenței aluvionare, valorile au crescut de 5 ori, este posibil ca şi în cazul eroziunii totale să obținem creşteri de acelaşi ordin de mărime sau chiar mai mari.

Metoda de cartografiere propusă în cadrul proiectului DEGRATER va rezolva această necunoscută şi va constitui un model de aplicat şi pentru alte zone ale României, întrucât apelează la imagini digitale ale terenului,

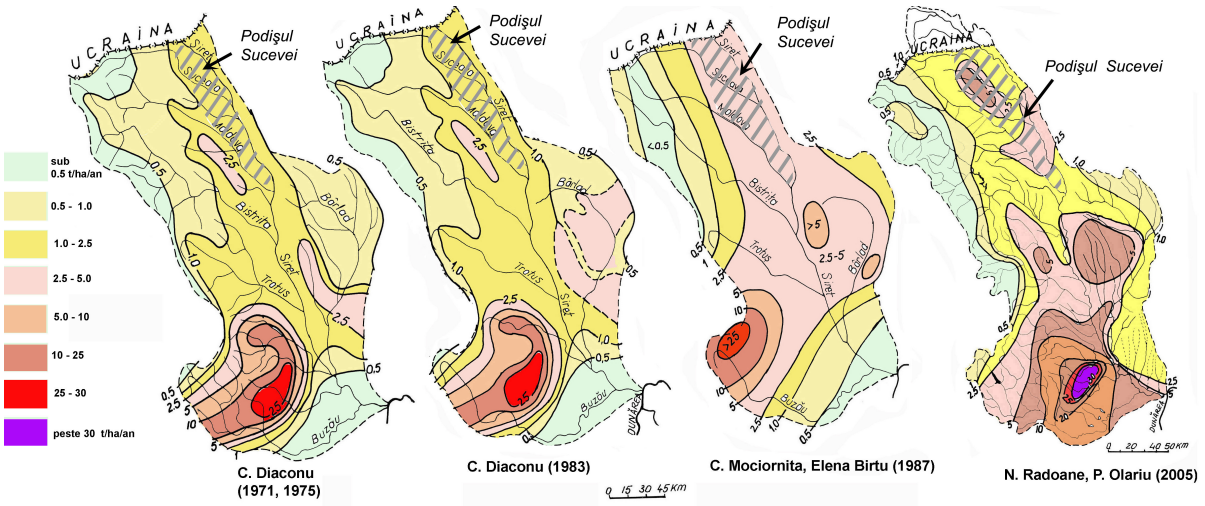


Figura 12. Harta efluenței aluvionare în t/ha/an în diferite etape şi diferiți autori (N. Rădoane, P. Olariu, 2005). Este evidențiat Podişul Sucevei, între râurile Suceava, Moldova şi Siret

Folosirea teledetecției şi a imaginilor digitale (satelitară sau fotoaeriene) în caracterizarea solului ca suprafață activă, s-a dezvoltat odată cu tehnicile digitale de prelucrare şi analiză a imaginilor. Astfel, cea mai simplă metodă de determinare a parametrilor fizici ai solului se referă la analiza acestuia folosind *imagini multispectrale*, folosind reflectanța acestei componente a scoarței terestre în diverse benzi spectrale.

Cartarea degradării solului *pe cale terestră*, oricât de detaliată ar fi, are aspect punctiform datorită caracterizării unor zone considerate reprezentative. Folosirea mijloacelor teledetecției are avantajul posibilității de generalizare şi extrapolare a rezultatelor obținute în profilele reprezentative (Rinos et al., 2000), cu o precizie suficientă dacă se folosesc imagini de rezoluție spațială şi spectrală corespunzătoare. Avantajul ridicat al imaginilor aeriene digitale sau satelitare este dat de posibilitatea introducerii unui grad ridicat de *automatizare* în analiza parametrilor orizonturilor de sol sau a substratelor aflate la suprafața solului şi de cartare a zonelor afectate de un anumit grad de eroziune, fie ea de suprafață sau de adâncime.

Posibilitățile de cartare a degradării terenurilor prin tehnici ale teledetecției au fost explorate prin folosirea unei varietăți ridicate de tipuri de imagini. Uchida (1995) utilizează imagini satelitare Landsat şi Spot pentru cartarea parametrilor care influențează eroziunea solului (prin intermediul indicelui normalizat diferențial al vegetației, clasificarea terenului în funcție de structura vegetației, cartarea formelor avansate de eroziune etc.). Rinos et al. (2000) a folosit imagini satelitare IRS preluate cu senzorul LISS-3, integrate cu date GIS referitoare la folosința terenului şi existența unor *profile* reprezentative pentru gradul de degradare a solului prin eroziune şi alunecări de teren. Perlado (1998) foloseşte imagini aeriene pentru cartarea zonelor afectate de alunecări de teren în urma cutremurelor, combinat cu crearea modelului digital al terenului înainte şi după cutremur, prin analiză stereografică.

În Brazilia s-a efectuat o cartare a formelor de eroziune şi a susceptibilității terenurilor la eroziune pentru tot statul Parana, stat care urma să fie introdus în întregime într-un proces de conservare al Băncii Mondiale. Dată fiind suprafața mare de cartat, nu s-au putut aplica metodele clasice de cartare a eroziunii, motiv pentru care s-au utilizat imagini SPOT, integrate GIS cu un model digital al terenului în baza unor observații efectuate în puncte experimentale (Lantieri, 1990). Eroziunea în zona montană prezintă forme diferite, cu un specific dat inclusiv de localizarea altitudinală şi climatică. Un studiu efectuat în Tibet (Yengxiang, 1996) arată posibilitățile de cartare a tipurilor de eroziune folosind metode complexe, integrate prin GIS: date de teren, imagini AVHRR, Landsat TM, fotograme aeriene. Metoda de interpretare a rezultatelor se bazează pe utilizarea sistemelor expert. Rezultatul este reprezentat de o hartă a intensității proceselor erozionale exprimată în indici de la 0 la 10 (figura 13).

Folosirea teledetecției sub diferitele ei aspecte a fost folosită şi **în România**, eroziunea fiind privită ca o parte a procesului torențial şi analizată în contextul degradărilor care apar într-un astfel de bazin. Studiile privind identificarea surselor de aluviuni în bazinele hidrografice torențiale (Rusu et al., 1981) au arătat că fotogramele pot reprezenta un instrument de lucru valoros la evaluarea şi cartarea surselor de aluviuni. Boş et al., (1985), au realizat un studiu privind aplicarea fotogrammetriei în amenajarea bazinelor hidrografice torențiale, cu rezultate de referință pentru cartarea eroziunii de suprafață şi adâncime. Boş et al., (1986) prezintă exemple de identificare pe fotograme a unor suprafețe cu eroziune de suprafață în diferite grade. Iacobescu et al. (2006) folosesc imagini satelitare IKONOS de foarte înaltă rezoluție

spațială în studiul formelor erozionale de suprafață şi pentru individualizarea zonelor cu soluri scheletice şi cu substrat la suprafață; în cadrul unui bazin torențial parțial afectat cu fenomene de degradare intense (eroziune de suprafață şi adâncime, alunecări de teren, înmlăştinare) s-au efectuat studii privind posibilitățile de evidențiere prin metode semiautomate a formelor de degradare prezente (figura 13). Astfel, prin metode statistice de testare a semnificației diferențelor dintre diferite semnături spectrale, s-au identificat benzile spectrale ale imaginii IKONOS sensibile la diferențele de reflectanță dintre diversele forme de eroziune întâlnite (figura 14, 15).

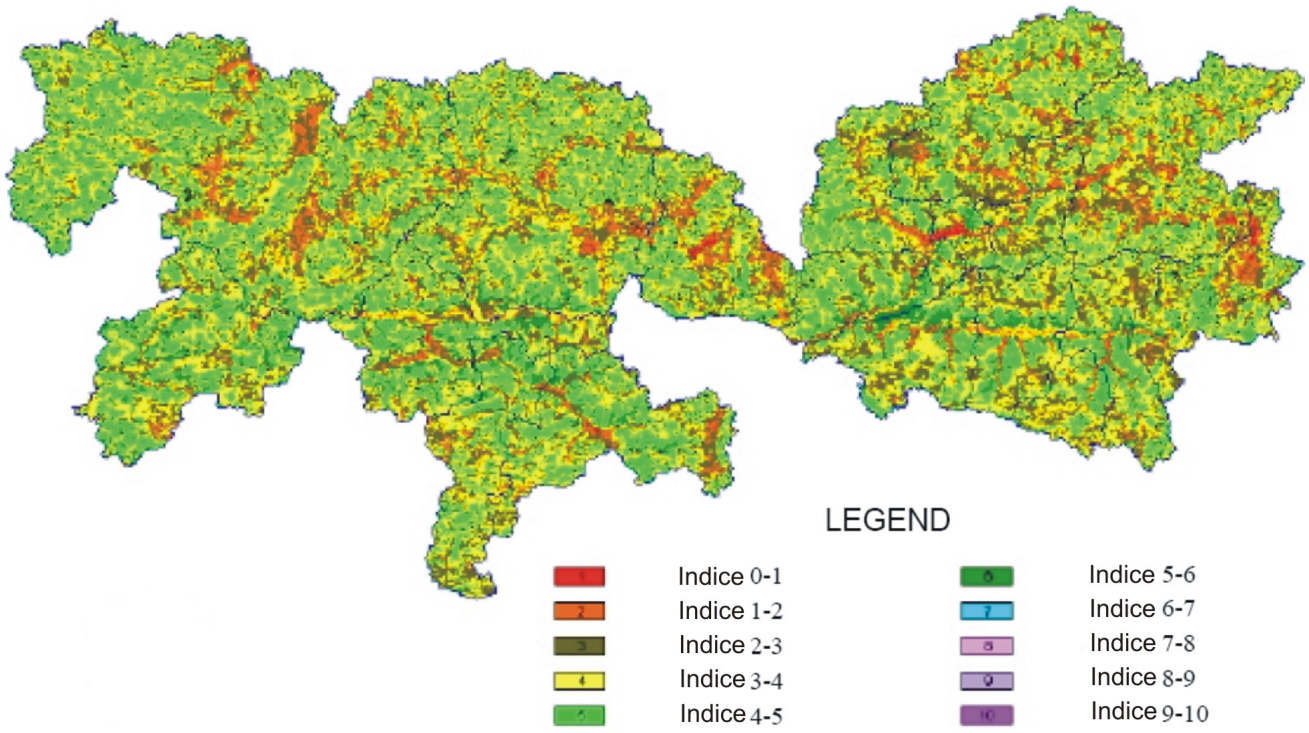
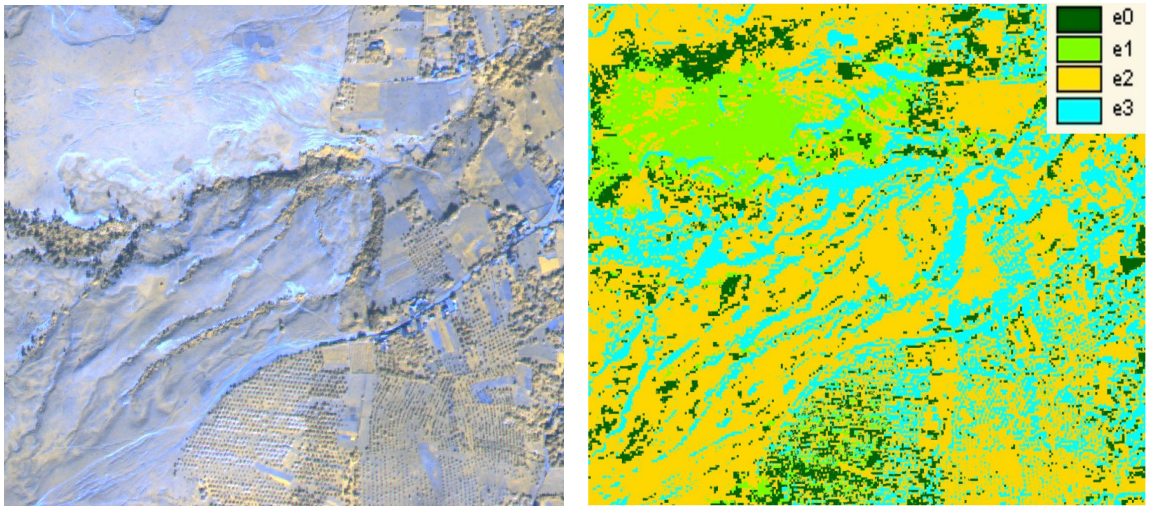


Figura 13. Variația spațială a indicelui de eroziune (Tibetul Central, Yengxiang, 1996)



a. **b.**

Figura 14. Imagine IKONOS: a- falscolor, (RGB – Roşu Pancromatic Infraroşu apropiat), b- imagine clasificată funcție de tipul de eroziune (Iacobescu et al., 2006).

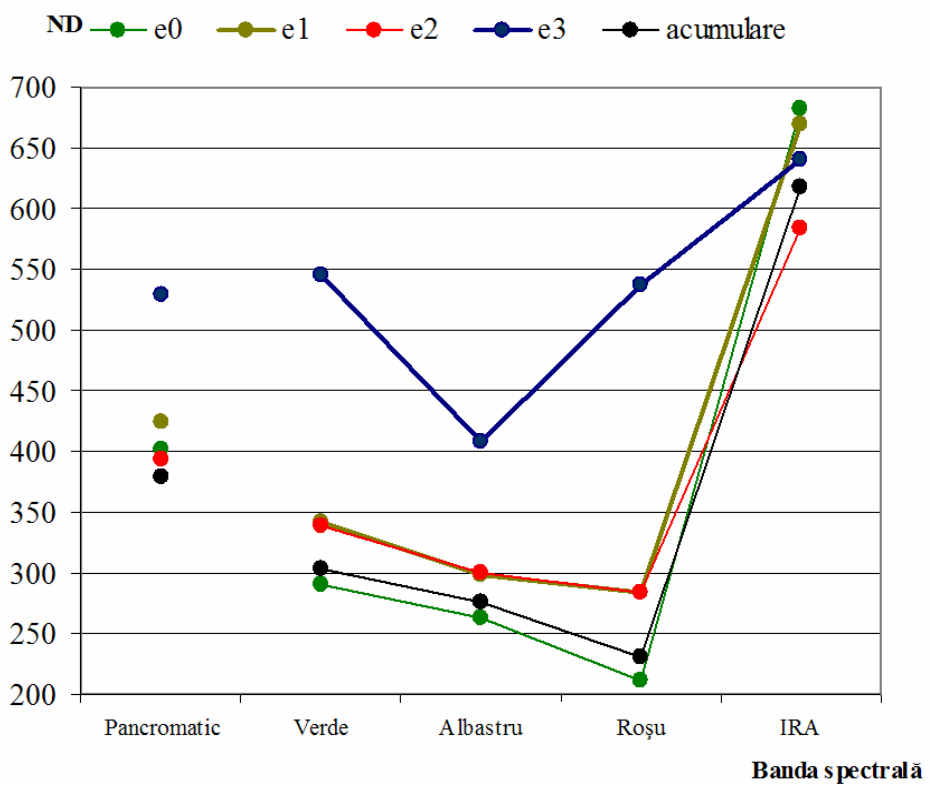


Figura 15. Valorile testului Student pentru compararea mediilor valorilor pixelilor pentru diferite cupluri de eroziune (Iacobescu et al., 2006).

Reconstrucția ecologică a terenurilor erodate de apă prin lucrări tehnico-biologice

Măsurile şi lucrările antierozionale se pot clasifica după mai multe criterii, astfel:

➢ după forma procesului de eroziune: lucrări de combaterea eroziunii în suprafață şi lucrări pentru combaterea eroziunii în adâncime;

➢ după natura lucrărilor antierozionale (cel mai important criteriu):

a) lucrări organizatorice ;
b) lucrări agrofitotehnice (figura 16);
c) lucrări şi măsuri silvice ;
d) lucrări hidroameliorative (hidrotehnice).

Figura 16. Sisteme antierozionale de culturi în fâşii şi pe curbele de nivel S.C.C.E.S. Perieni (jud. Vaslui)

Tot după natura lor, STAS 5432/2-78 clasifică lucrările pentru combaterea eroziunii solului în:

- ⇨ lucrări şi măsuri pentru combaterea eroziunii în suprafață, pe versanți ;
- ⇨ lucrări pentru combaterea eroziunii produsă de vânt, pe terenuri nisipoase;
- ⇨ lucrări pentru combaterea eroziunii în adâncime sau de corectare a formațiunilor torențiale;
- ⇨ lucrări conexe.

În funcție de condițiile naturale ale zonei, unele măsuri pot avea pondere diferită în complexul de lucrări de ameliorare. Astfel, în regiunile agricole metodele agrotehnice de conservarea solului vor juca rolul principal. Aceste măsuri au cea mai mare influență asupra creşterii producției agricole, reclamând şi cele mai mici investiții comparativ cu toate celelalte măsuri de conservare a solului. În unele cazuri aceste măsuri (eroziune în stadiul avansat şi eventuale deplasări de teren) nu mai sunt suficiente (tabelul 2).

Tabelul 2. Clasificarea lucrărilor şi măsurilor de combatere a eroziunii solului în suprafață (hidrică)

Grupa	Subgrupe	Felul lucrării sau măsuri
Lucrări şi măsuri agrotehnice		- arături pe direcția curbelor de nivel ; - defrişări arbori şi arbuşti ; - subsolaj ; - scarificare ; - biloane de pământ ; - copci de pământ ; - brăzduiri ; - pregătirea terenului pentru însămânțare pe direcția curbelor de nivel ; - aplicarea de îngrăşăminte şi amendamente ; - mulcirea ; - păşunatul rațional.
Lucrări şi măsuri biologice	Folosirea vegetației ierboase	- restructurarea folosințelor ; - asolamente de protecție ; - culturii în fâşii ; - culturi anuale de acoperire ; - culturi anuale intercalate ; - reînsămânțare ; - consolidări prin înierbare la taluze, platforme de drumuri, poteci etc * ;
	Folosirea vegetației lemnoase	- benzi şi culise de arbuşti ; - perdele antierozionale ; - plantații silvo-pomicole antierozionale ; - plantații forestiere de protecție ;
Lucrări de modificare a pantei terenului		- nivelări-modelări* ; - terase(continui, banchetă,individuale) ; - drumuri tehnologice antierozionale ; - racordări şi rampe de acces la terase, drumuri etc.
Lucrări de interceptare a apelor	Lucrări de evacuare a apelor de suprafață	- captarea izvoarelor de coastă* ; - drenuri colectoare şi de evacuare* ; - canale de evacuare ; - plantații (cu specii mari consumatoare de apă)* ;
	Lucrări de reținere a apelor de suprafață	- canale de coastă de nivel ; - valuri de nivel .

*Pot fi utilizate şi în cazul lucrărilor de amenajare a terenurilor alunecate.

Figura 17. Sisteme antierozionale de cultură prin agroterasare. Imagini din bazinele hidrografice Găiceana şi Antoheşti din Berheci Superior, jud. Bacău.

Lucrările hidrotehnice şi măsurile silvice, având rolul de a regulariza scurgerile de pe versanți şi a le conduce la partea inferioară a acestora în scopul protejării unor obiective împotriva inundației şi a depunerilor de aluviuni transportate de pe versanți, prezintă importanță mare în zonele din apropierea localităților, a căilor de comunicații, a sistemelor hidrotehnice, de-a lungul cursurilor de apă, a lacurilor de acumulare etc.

Lucrările hidroameliorative pentru combaterea eroziunii solului pe versanți sunt lucrările de intercepție şi de evacuare a scurgerilor. În funcție de condițiile pedo-climatice ale zonei în care se proiectează, aceste lucrări pot fi de evitare a excesului de umiditate pe versanți, în zonele cu precipitații abundente (nordul Moldovei, Transilvania şi dealurile subcarpatice) sau de reținere a scurgerilor de suprafață – în zonele cu precipitații reduse (sudul Moldovei, Dobrogea etc.).

Dintre aceste lucrări fac parte: valurile de pământ, canalele de coastă, debuşeele (foto alăturată) şi terasele.

Formațiuni torențiale, situate în cea mai mare parte în zonele cu relief de deal şi coline, au bazinul de recepție relativ redus ca întindere, de formă alungită, cu pante ale versanților inferioare bazinelor torenților de munte. Rețeaua de scurgere formată din ogaşe şi ravene active este mai deasă, cu secțiune îngustă la fund, taluze abrupte şi maluri foarte neregulate. Fundul şi taluzele prezintă condiții mai puțin favorabile de fundare şi încastrare a lucrărilor hidrotehnice de amenajare decât în cazul torenților de munte, dar condițiile de prindere şi dezvoltare a vegetației sunt mai bune.

a. **b.**

Figura 18. a. Formațiunea torențială Vutcani - jud. Vaslui; b. Lucrări transversale pe o formațiune torențială

Dacă ne referim strict la amenajarea formațiunii propriu – zise, excluzând măsurile din bazinul de recepție, lucrările trebuie să rezolve următoarele probleme:

⇨ oprirea dezvoltării – înaintării – segmentelor (ramificații) secundare şi a celui principal, prin amenajarea albiilor (vârfului acestora) şi dispersarea scurgerilor concentrate din zona amonte de vârf;

⇨ limitarea proceselor de surpare, prăbuşire şi alunecare a malurilor;

⇨ consolidarea talvegului, limitându-se la minim transportul de material solid;

⇨ evitarea formării conurilor de dejecție şi asigurarea evacuării dirijate a debitelor maxime de apă prin zona inferioară, în emisarul principal.

În funcție de elementele fizico – geografice şi de cele tehnico – economice şi sociale sunt posibile următoarele procedee de amenajare:

1. Astuparea formațiunilor aflate în stadii incipiente de evoluție la cota terenului şi redarea terenului ocupat de aceasta în folosință agricolă;

2. Taluzarea malurilor şi modelarea talvegului, prin lucrări terasiere, la o secțiune transversală şi profil longitudinal care să permită evacuarea viiturilor fără pericol de eroziune. Canalul de evacuare se consolidează prin înierbare, iar malurile se împăduresc;

3. Împădurirea talvegului, malurilor şi versanților limitrofi;

4. Consolidarea sectoarelor active (râpă de obârşie şi talveg ravenat) prin lucrări hidrotehnice;

5. Regularizarea debitelor şi sedimentarea parțială a aluviunilor prin lucrări transversale şi evacuarea dirijată a apelor în emisar prin canale de evacuare consolidate.

În acțiunea de amenajare a formațiunilor torențiale, lucrările efectuate în conul de dejecție sau în zonele de depuneri capătă o mare importanță, prin ele protejându-se diferite obiective împotriva inundațiilor şi colmatărilor cu materiale aduse la viituri: şosele modernizate şi căi ferate, localități, terenuri arabile şi viti–pomicole, amenajări hidroameliorative etc.

Problemele care se ridică în zona conului de dejecție, din cadrul amenajărilor complexe ale unor formațiuni torențiale, vizează în principal fixarea materialelor aluvionare depuse şi crearea condițiilor pentru evacuarea apelor de viitură, fără a se produce inundații sau eroziuni, chiar în condițiile unui curent descărcat în mare parte de aluviunile ce sunt reținute pe rețeaua de scurgere de către lucrările transversale şi plantațiile de protecție.

Se accentuează tot mai mult faptul că lucrările din zona de depuneri naturale trebuie încadrate în ansamblul amenajării formațiunilor torențiale, executându-se concomitent sau înaintea celorlalte lucrări, indiferent de deținătorii de terenuri din această zonă. În cazul în care aici există obiective importante, cărora colmatarea şi inundațiile le produc pagube mari, lucrările de amenajare trebuie orientate în principal spre reducerea la minim a debitului solid.

Referitor la folosirea vegetației lemnoase în reconstrucția ecologică a terenurilor erodate, este bine de relevat că primele semnale de alarmă privind pericolul extinderii degradării terenurilor datorită defrişărilor abuzive a fost tras de Societate Progresul Silvic încă de la fondarea acesteia. Astfel, se evidențiază rolul pădurilor ca element definitoriul pentru ameliorarea şi stoparea degradării terenurilor. Primele acțiuni de împădurire a terenurilor degradate au început în a doua jumătate a secolului XIX-lea, prin împădurire nisipurilor din sudul Olteniei şi a unor terenuri erodate de apă. În Transilvania, prin legea sindicatelor hidraulice, se facilitează şi încep lucrări de împădurire a terenurilor erodate, cunoscând o

intensificare între 1890-1910. Mărturie stau întinsele culturi de pin (silvestru şi negru) de pe Valea Arieşului, Valea Ampoiului (Vlasin, 2003).

Figura 19. Efectele torențialității – Torentul Asău, jud Bacău pe un torent - jud. Vrancea

Jilipul unui baraj de pământ

Un puternic imbold pentru lucrările de ameliorare şi reconstrucție ecologică a terenurilor degradate este dat de apariția legii ameliorării terenurilor degradate din 1930, care creează cadrul juridic pentru realizarea lucrărilor de reabilitare. Totuşi, ritmul de constituire a perimetrelor de ameliorare este relativ redus: din cele peste 120 de mii ha terenuri puternic degradate timp de opt ani s-au împădurit circa 28 de mii. Între 1939-1942 s-au inventariat şi constituit perimetre de ameliorare pe 206517 ha. În perioada de după al doilea război mondial ritmul anual de împădurire a terenurilor degradate este în medie de 5-6 mii ha/an cu un maxim în perioada 1948-1951 şi 1988-1989, când s-au împădurit 13-14 mii ha anual. După anul 1990 ritmul împăduririlor pe terenuri degradate scade foarte mult, o uşoară revigorare înregistrându-se în ultimii ani. Obiectivele propuse prin strategiile de dezvoltare a fondului forestier şi agricol prevăd realizarea de lucrări de împădurire pe circa 2 milioane de ha până în anul 2030.

Cercetările desfăşurate până în prezent legate de folosirea speciilor lemnoase au vizat aspecte privind asortimentul de specii utilizate în raport cu tipul de degradare a terenului, substratul litologic, amestecurile şi tipurile de culturi, desime şi scheme de plantare. Se remarcă cercetările efectuate de Lupe (1965), Lupe şi Lateş (1968) privitor la terenurile cu exces de umiditate, Popa Costea (1981) cu privire la utilizarea pinului negru pentru împădurirea stâncăriilor, Traci (1970, 1973), Traci şi Costin (1966, 1975), Traci et al. (1970, 1980), Untaru et al. (1988), Costandache et al. (2006), care abordează aspecte diverse privind împădurirea terenurilor degradate şi comportamentul speciilor forestiere. Numeroase cercetări sunt realizate în cadrul ICAS privind evoluția culturilor forestiere instalate pe terenuri degradate atât sub aspectul menținerii şi dinamicii arboretelor, cât şi al efectului protectiv al acestora (Traci şi Untaru, 1986; Untaru, 1974, 1980; Untaru et al., 1973; Costandache, 2003; Greavu şi Manescu, 2001).

Prevenirea şi combaterea proceselor de degradare a terenurilor presupune aplicarea unui complex integrat de măsuri tehnice: lucrări de consolidare a terenurilor instabile, a rețelei hidrografice, lucrări speciale de pregătire a solului, lucrări de evacuare a excesului de apă etc, care împreună cu cele de instalare a covorului vegetal asigură eficiența lucrărilor de ameliorare.

În cadrul prezentului raport se va realiza sintetic o analiză a lucrărilor de împădurire, componente ale sistemului integrat de ameliorare a terenurilor degradate, legate cu principalele tipuri de degradare întâlnite în zona de studiu.

În lucrările de ameliorare a terenurilor degradate ca urmare a acțiunii apei, s-au testat cu caracter experimental un număr ridicat de specii forestiere, dintre aceste utilizându-se în activitatea de producție în special pinul silvestru, pinul negru, salcâmul, aninii, plopii, sălciile, iar dintre arbuşti cătina albă, scumpia, lemnul câinesc şi sângerul.

În general speciile de pin au o amplitudine ecologică mare, nefiind pretențioase în ceea ce priveşte intensitatea proceselor de eroziune. Totuşi, s-a constatat o scădere a potențialului productiv şi protectiv odată cu creşterea intensității degradării (Traci şi Untaru, 1986). Dezvoltarea sa este deficitară pe terenuri puternic şi excesiv erodate sau pe solurile grele cu textură argiloasă. Pinul negru manifestă în general o toleranță mai mare față de solul argilos şi condițiile de deficit de precipitații comparativ cu pinul silvestru. În perimetrul de ameliorare Măcin-Cheia s-a constatat un comportament acceptabil al pinului negru în condiții de silvostepă, dar totuşi cu procese de uscare ca urmare a deficitului ridicat de apă. Acest lucru pune sub semnul întrebării reuşita culturilor de pin în anumite regiuni de silvostepă pe soluri puțin profunde. De aceea se recomandă ca proporția acestuia să fie sub 30%, pentru ca eventualele uscări să nu ducă la descoperirea solului. Pinul strob, foarte puțin utilizat în lucrările de împădurire a terenurilor degradate, a dat rezultate bune în perimetrul Livada Rîmnicul Sărat (Traci şi Untaru, 1986), în amestec cu pinul silvestru şi mojdrean.

În subzona cvercetelor şi a şleaurilor rezultatele în perimetrele de ameliorare Murgeşti – Rîmnicul Sărat şi Valea Putnei – Vrancea pinul negru şi pinul silvestru, în amestec cu frasin şi cireş în zonele mai umede şi cu mojdrean sau arțar tătăresc, însoțite de arbuşti (lemn câinesc, corn) în zone mai uscate realizează arborete frumoase care protejează bine solul şi au o creştere în volum de 4,5-6,5 m^3/an/ha. În subzona gorunului pinii înregistrează rezultate bune pe solurile cu textură uşoară până la mijlocie, în culturi pure sau în amestec cu foioase cu o producție de masă lemnoasă de 6-7,5 m^3/an/ha. Pe stâncăriile de calcar s-au experimentat semănături directe de pin negru, executate în cuiburi (Călățea şi Roşia – Bihor, Tismana, Toplița – Mehedinți). După 10 ani pinul negru înregistrează înălțimi de 1-1,5 m şi a închis în general starea de masiv.

Dintre foioase salcâmul este cea mai răspândită specie utilizată în împădurirea terenurilor degradate prin eroziune de apă. Poate fi utilizată, datorită plasticității sale, atât pe soluri superficiale cu eroziune foarte puternică şi excesivă cât şi pe soluri nisipoase sau grele. Totuşi s-a dovedit o specie sensibilă la eroziune, productivitatea sa scăzând la jumătate pe terenurile puternic şi excesiv erodate (Traci, 1986). În raport cu alte specii salcâmul reuşeşte fixarea acestora în 3-5 ani. De precizat că la vârste de 20-30 de ani, în funcție de condițiile staționale, arboretele se răresc şi nu mai protejează bine solul, fiind necesară intervenția silvotehnică.

O importanță deosebită în alegerea speciei se va acorda factorilor limitativi pentru instalarea şi dezvoltarea vegetației forestiere. Se impune deci introducerea unui sortiment cât mai diversificat de specii forestiere, atât arbori cât şi arbuşti, cu o rezistență sporită la uscăciune în perioada estivală şi care în cât mai scurt timp să ajungă la închiderea stării de masiv. Prioritate maximă trebuie acordată speciilor locale, chiar dacă până la vârsta de 10-15 ani se

constată o creştere mai înceată a culturilor, fiind necesare un număr mai mare de lucrări de îngrijire şi conducere (Costandache et al., 2006). Totuşi speciile respective sunt singurele care pot realiza arborete viabile (din punct de vedere ecologic şi economic) ce pot face față cu succes condițiilor climatice şi edafice dificile. Acțiunile din trecut de împădurire şi reabilitare a terenurilor degradate (erodate, ravenate) din zona de sud-est a țării au avut în cea mai mare parte efectul scontat, şi o parte din multitudinea de specii introduse la vremea respectivă (pinul negru, sălcioara, mojdreanul, salcâmul s.a.) vegetează destul de bine în raport cu condițiile de terenuri degradate (Costandache et al., 2006).

Plopii euramericani au fost folosiți în principal la împădurirea aluviunilor torențiale, în albiile majore ale ravenelor şi în zonele cu nivelul apei freatice relativ ridicat. Rezultate bune au fost obținute în special pe soluri cu textură fină şi fără deficit de umiditate. Frasinul este o specie pretențioasă, fiind introdusă mai ales ca specie de amestec cu pin sau stejar.

Cătina este unul dintre cei mai utilizați arbuşti pentru fixarea terenurilor erodate, rezultatele obținute fiind foarte bune. După 3-5 ani de dezvoltare lentă tufele se îndesesc şi se întind lateral prin drajonare, acoperind complet solul. Astfel, în perimetrele de ameliorare din Vrancea (Colacu, Valea Sării), rezultate foarte bune s-au obținut prin împădurirea cu pin negru şi cătină în amestec. Cătina albă s-a utilizat sub formă de cordoane sau pe terase armate. După 20 de ani de împădurire cu cătină acestea au consolidat şi ameliorat foarte bine solul, fiind substituite cu pin, cireş şi paltin (Traci şi Untaru, 1986).

Observațiile şi cercetările efectuate în culturi experimentale efectuate pe terenurile erodate au confirmat eficiența funcțională şi ameliorativă a utilizării amestecurilor de specii (pin cu foioase însoțite de arbuşti). Cercetările efectuate au arătat o eficiență ridicată în cazul amestecurilor de pin cu foioase sub formă de buchete sau benzi.

Referitor la mărimea buchetelor şi lățimea benzilor cele mai eficiente, atât în suprafețele experimentale, cât şi ulterior, în perimetrele de ameliorare, s-au dovedit a fi buchete de pin de 50-100 m^2 în alternanță cu buchete de foioase de 25-50 m^2 sau benzile de pin late de 8-10 m alternând cu benzi de foioase de 4-6 m (Traci, 1985; Traci şi Untaru, 1986). În ceea ce priveşte desimea plantațiilor ele sunt diferențiate în raport cu gradul de eroziune, variind între 5000-10000 puieți la ha pentru amestecurile de pin cu foioase, 5000-6000 puieți la ha în cazul salcâmului şi 9000-10000 exemplare la ha pentru cătină.

2.3. Considerații asupra degradării terenului prin fenomene de deplasare

Introducere

Observațiile diverşilor autori, unele citate şi mai sus, precum şi experiența autorilor, au arătat că, împreună cu eroziunea produsă de apă, cea mai importantă formă de degradare a terenului din zona Podişului Sucevei este prin deplasare,

Definiția cea mai larg acceptată pentru procesele de mişcare în masă este aceea a deplasării pe versanți, sub acțiunea gravitației, a unor mase de depozite fără influența altor agenți de transport (Surdeanu, 1999). În literatura de specialitate străină, termenii care denumesc acest proces sunt *landslides* (termen reținut oficial de UNESCO şi echivalentul în română pentru *alunecare de teren*) sau *masse wasting* în limba engleză ori *mouvement en*

masse. Termenul apare totuşi limitativ, dar s-a impus pentru că alunecările de teren sunt majoritare între fenomenele de deplasare, ocupând primul loc atât ca frecvență de apariție, cât şi ca arie de răspândire. Termenul poate fi folosit însă cu restricții pentru curgerile plastice şi noroioase sau pentru grohotişuri.

În literatura de specialitate română au fost încercate şi alte denumiri, care par mai proprii descrierii fenomenelor (*Mihăilescu*, *1939*). El denumeşte deplasările de teren *porniturі*, pe care le împarte în două grupe:

- *porniturі seci*, în care include surpările, rostogolirile şi tasările de teren,
- *porniturі umede*, care reunesc alunecările de teren, curgerile noroioase şi soifluxiunile.

În acelaşi demers, *V. Tufescu*, *1966*, clasifică mişcările de teren funcție de cauza care le produce şi forma rezultată în urma deplasării:

- *porniturі din cauze mecanice*, în care *se distruge unitatea masei terenului*, cuprinzând ca forme mai cunoscute: rostogolirile, surpările, sufoziunea (subminarea prin eroziune fizică sau chimică) şi tasările;
- *porniturile prin înmuiere*, la care apariția apei are un rol hotărâtor în generarea mişcării, incluzând ca forme mai cunoscute: alunecările de teren, nisipurile curgătoare, curgerile noroioase (curgerea laminară a masei datorată supraumezirii), solifluxiunea (deplasarea unui strat subțire de sol înmuiat pe un suport înghețat).

Dintre tipurile de *porniturі* menționate în paragraful precedent, cele care au o răspândire mai mare la nivelul întregii țări şi care ridică probleme practice mai dificile sub raportul lucrărilor de reconstrucție ecologică sunt (*Traci* şi *Costin*, 1966):

- alunecările de teren,
- scurgerile noroioase şi solifluxiunea,
- surpările sau prăbuşirile de teren,
- rostogolirile sau fenomenele de formare a grohotişurilor.

În STAS 3636, alunecarea de teren se defineşte ca un proces de deplasare pe pante a maselor de pământ, având drept cauză principală acțiunea combinată a gravitației şi a apelor de infiltrație.

Formele de deplasare ale terenurilor se pot diferenția şi după viteza lor de deplasare. Cunoaşterea mecanismului şi din acest punct de vedere este importantă, întrucât are legătură cu evoluția lor şi cu posibilitatea apariției de forme noi între două inventarieri succesive. *Carson* şi *Kirkby* (citați de *Surdeanu*, 1999) fac distincție între diferite forme de deplasare şi prin viteza lor de roducere (figura 20).

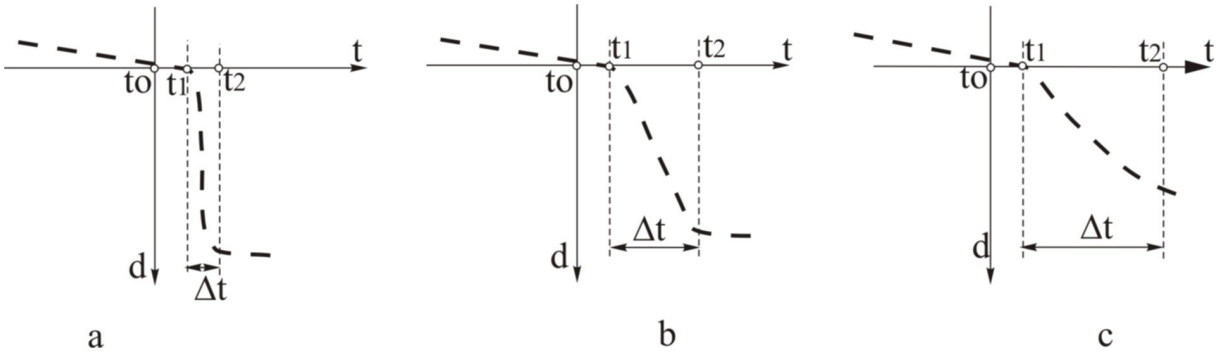


Figura 20. Tipuri de procese şi vitezele lor de deplasare: a- surpări – prăbuşiri, b- alunecare de teren, c- curgeri de noroi (prelucrare după *Surdeanu*, 1999)

Evoluția cunoştințelor şi a inventarierii terenurilor cu deplasări

Răspândirea fenomenelor de deplasare a terenurilor este largă pe cuprinsul țării, fiind strâns legată de substratul litologic: ele se declanşează în special în formațiunile terțiare neogene şi în cele paleogene şi numai foarte rar în cele paleogene.

Traci şi Costin (1966) susțin că, la nivelul deceniului al şaptelea din secolul trecut, cele mai răspândite tipuri de deplasări inventariate la nivelul țării sunt *alunecările şi surpările*, care sunt legate de rețeaua de eroziune în adâncime (ogaşe, ravene). Scurgerile noroioase, mai puțin răspândite, sunt legate de eroziunea avansată în suprafață. Ne aşteptăm aşadar ca, în regiunile în care se manifestă cele mai puternice procese de erodare de către apă, să existe şi cele mai puternice fenomene de deplasare a terenului, în cazul în care formațiunile geologice sunt cele menționate anterior.

Referitor la **terenurile alunecătoare**, autorii menționează că o inventariere riguroasă a suprafețelor nu s-a făcut până la data citată, datorită faptului că acestea alcătuiesc porțiuni de întindere mică, răspândite mozaicat în zona terenurilor erodate. La nivelul anului 1953, după inventarierea făcută în baza HCM 201, terenurile alunecătoare ocupau o suprafață de 115.000ha, dar inventarierea făcută patru ani mai târziu indica 900.000ha (!!), scoțând în evidență diferențe foarte mari, de circa 8 ori. Fără discuție că această diferență nu se poate pune doar pe seama evoluției fenomenului, ci mai curând pe a mijloacelor folosite pentru inventariere.

Al. Rădulescu face în anul 1959 o sinteză asupra răspândirii alunecărilor de teren, dând în acest scop şi prima hartă a acestora. Autorul citat ajunge la concluzia că alunecările de teren se grupează în două mari arii de răspândire:

- depresiunea Transilvaniei,
- zona deluroasă a Olteniei, Munteniei şi Moldovei.

În Dobrogea, Banat, zona Crişurilor, alunecările au o răspândire mai redusă, câtă vreme regiunea montană superioară este în general lipsită de alunecări, substratul litologic predominant fiind format din roci cristaline sau din calcare.

Ielenicz (1971) face o cartare a zonelor cu alunecări din România. Astfel, pot fi evidențiate regiuni unde ele au avut şi au încă rol determinant în modelarea versanților, cum ar fi Subcarpații, Podişul Moldovei şi Podişul Transilvaniei, dar şi regiuni unde ele au o pondere redusă (câmpiile din vestul şi sudul țării). În această cartare (figura 21) au fost distinse zone cu alunecări de teren, iar acolo unde situația a permis au fost separate şi subzone. În accepțiunea autorului citat, *zona* reprezintă un teritoriu pe care au apărut şi se desfăşoară alunecări de teren de diverse tipuri, cu frecvențe şi intensități diferite. În general, ele se suprapun pe marile unități de relief, acestea evidențiind totodată deosebiri de rocă, structură, pantă şi chiar de intensitate a modului de utilizare a terenului. *Subzona* constituie un teritoriu mai mic, pe care anumite tipuri de alunecări au o frecvență deosebită, imprimând uneori chiar trăsătura principală în modelarea versanților.

Urmărind caracterele principale ale fiecărei zone s-a trecut la o grupare a acestora, fiind separate trei grupe: cu frecvență mare, medie şi redusă a alunecărilor de teren. Podişul Sucevei, inclus ca subunitate în cel al Moldovei, este considerat ca una din zonele cu o mare frecvență a lunecărilor de teren, Varietatea petrografică este mare, fiind alcătuită din conglomerate, calcare oolitice, gresii, marne, argile, tufuri, nisipuri şi pietrişuri. Analiza repartiției

acestora indică o anumită dispunere pe subunități, de care sunt legate gruparea şi intensitatea diferitelor tipuri de alunecări. Astfel, în Podişul Sucevei, pe depozite sarmațiene inferioare (strate alterne de conglomerate, gresii, calcare oolitice, argile şi marne), autorul remarcă atât varietatea de tipuri de alunecări, cât şi frecvența deosebit de mare a lor pe toți versanții văilor.

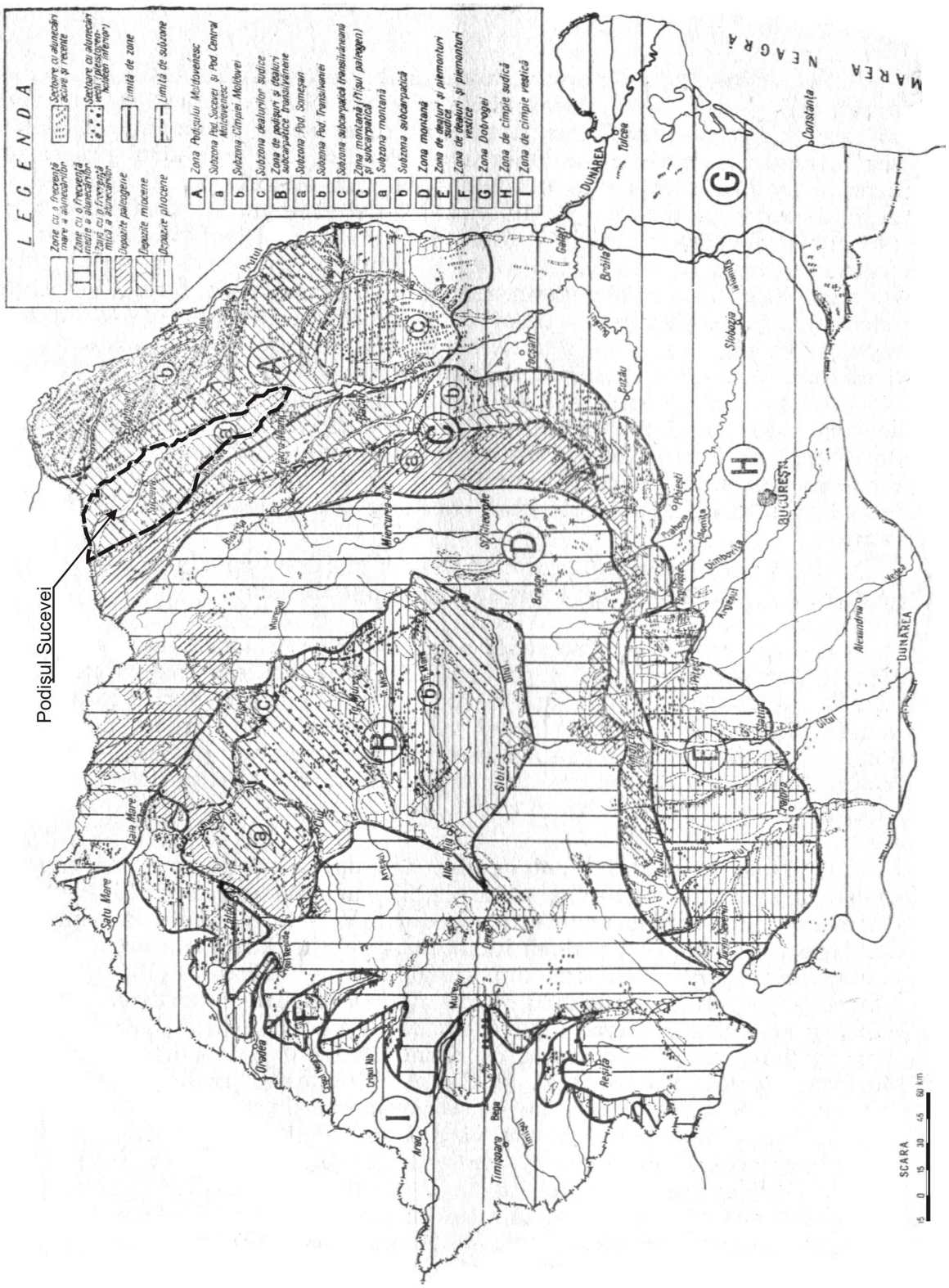


Figura 21. Harta alunecărilor de teren din Romania (Ielenicz, 1971)

Recunoaşterea terenurilor care au suferit alunecări nu este simplă, întrucât degradările suferite în urma proceselor de alunecare sunt variate, depinzând de tipul alunecării. Principalele *forme rezultative* ale microrelieful suprafețelor ce au suferit alunecări de teren sunt:

- terenuri cu suprafețe de ruptură, care au aspect de taluz de ravenă, cu pantă mare, eventual cu roca mamă expusă la suprafață,

- terenuri frământate cu aspect de monticuli (movile, mici proeminențe), alternând cu microdepresiuni cu apă în exces (bălți, mlaştini),

- terenuri frământate sub formă de valuri, specifice în terenuri care prezintă alternanțe de nisipuri cu argile. Valurile au aspect cvasiparalel, fiind separate între ele de depresiuni sub formă de uluc, umplute de cele mai multe ori de apă,

- terenuri cu aspect de hârtoape, rezultate prin alunecarea unor mase mari, cu rupturi de formă circulară înspre amonte, cu masă alunecătoare frământată,

- terenuri cu forme mixte, rezultate din combinarea celor de mai sus, dintre care cele mai frecvente sunt cele cu aspect de monticule, combinate cu valuri sau cu trepte,

- terenuri cu fenomene de alunecare în bloc, rezultate în urma alunecărilor de întindere mare şi profunde. Practic, stratul superficial de sol se păstrează aproape intact, cu excepția zonelor de ruptură din amonte şi a zonei laterale de delimitare cu terenul stabil,

- terenuri cu alunecări în trepte sau în terase, în cazul în care alunecarea a avut loc succesiv, în fâşii late, versantul apărând în terase de lățimi mari, de până la 40 – 50m.

Imaginile digitale aeriene (figura 22) sau satelitare (figura 23) ale terenului sunt utile şi în studiul alunecărilor de teren. O astfel de formă de degradare este vizibilă mai ales când este activă prin lipsa vegetației în zona de ruptură şi în zona de deplasare propriu-zisă şi prin microrelieful specific. Dimpotrivă, o alunecare de teren relativ stabilizată se recunoaşte mai mult după relieful specific şi formele de degradare secundare (eroziune de suprafață şi adâncime, monticuli, surpări) date de modificarea parametrilor morfometrici ai terenului – în special panta.

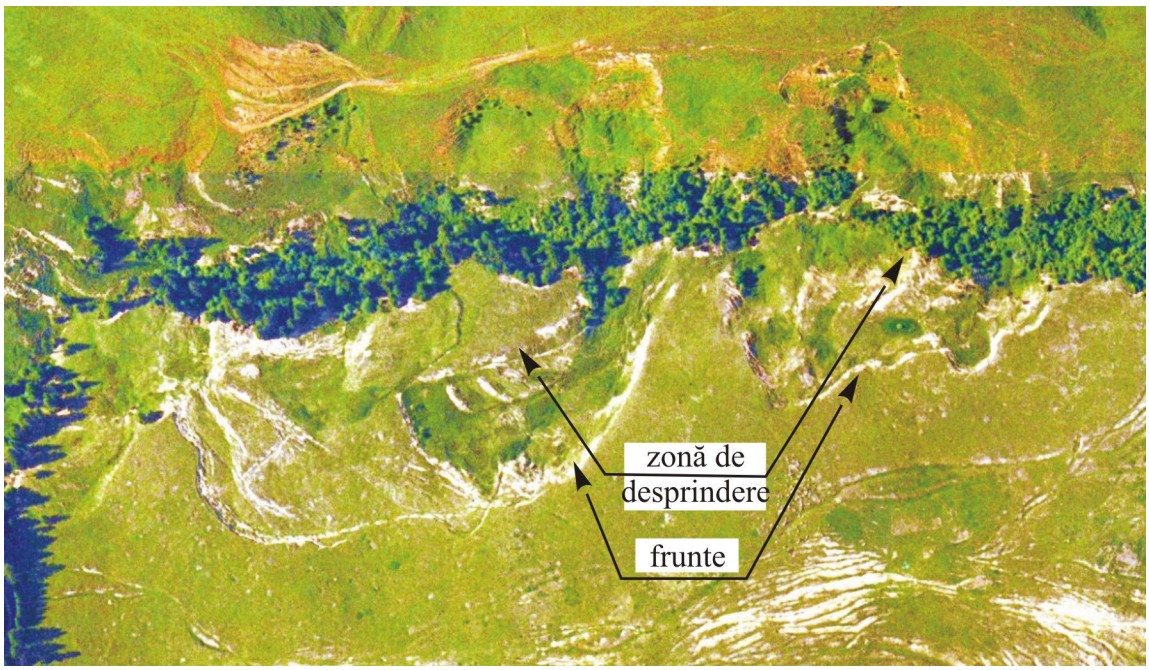


Figura 22. Evidențierea a două alunecări de teren pe ortofotogramă (Agapia, jud. Neamț)

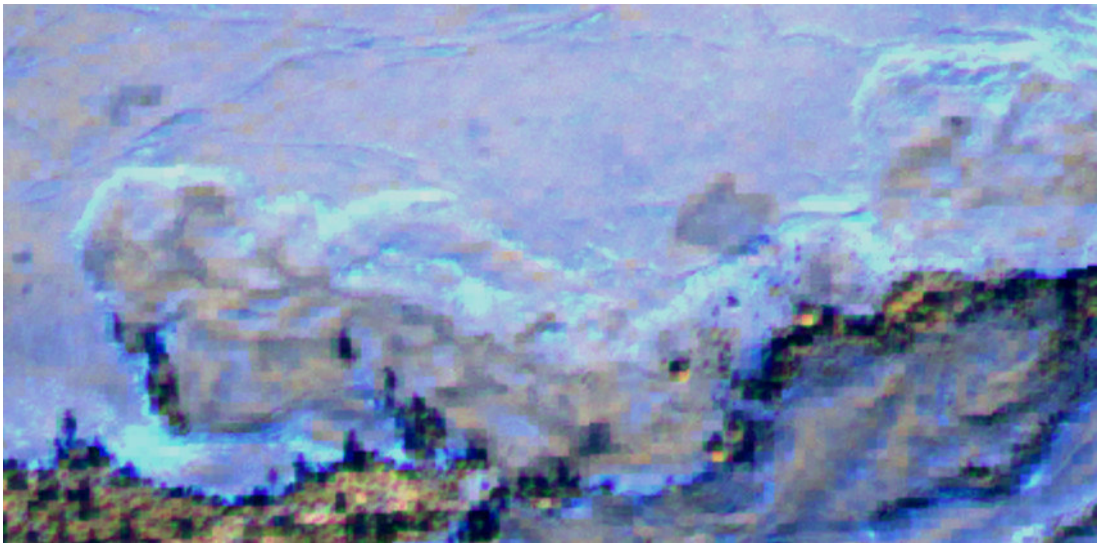


Figura 23.a. Imagine Ikonos a unei zone cu alunecare activă de teren (comunei Bălțăteşti, jud. Neamț)

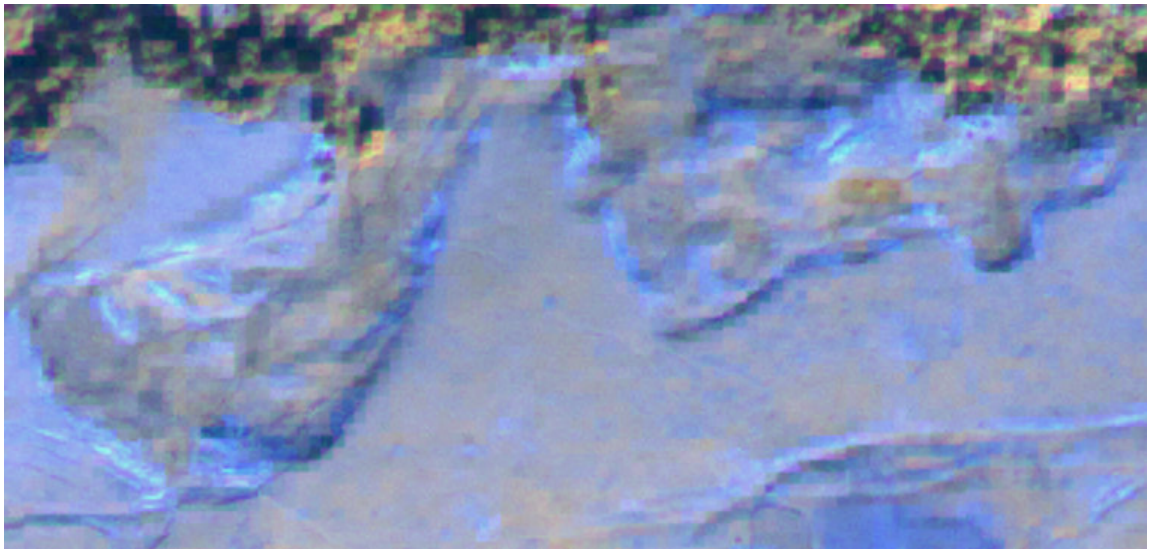
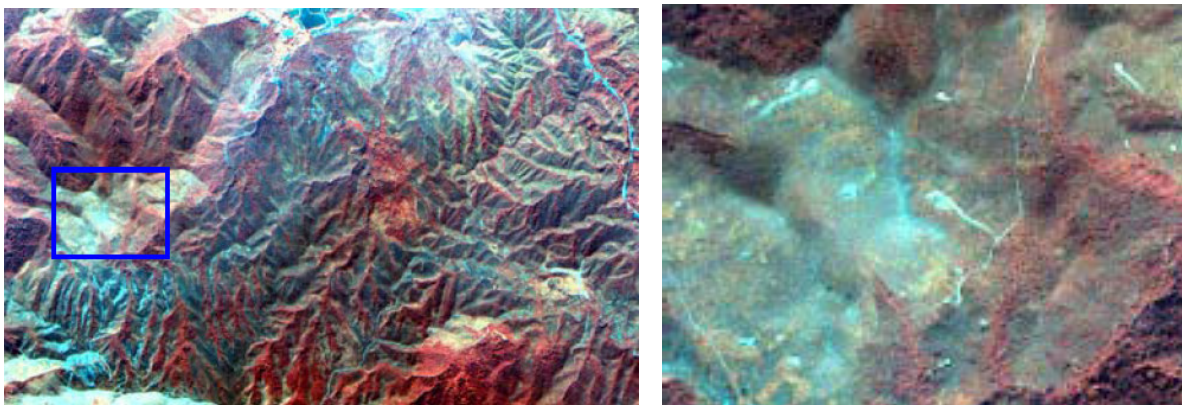


Figura 23.b. Imagine Ikonos a unei zone cu alunecare de teren relativ stinsă. Se poate observa inițierea altor fenomene de degradare datorită modificării parametrilor morfometrici

În lume cartarea terenurilor cu alunecare a fost abordată prin mai multe metode. Astfel, Vohora şi Donohue (2004) folosesc corelația dintre alunecările de teren proaspete şi lipsa vegetației - terenuri denudate (figura 24a). Pe un detaliu prezentat în figura 24.b, se pot observa zonele cu alunecări proaspete, atât după culoarea deschisă, cât şi după textura imaginii în zona respectivă.



a. **b.**

Figura 24. Evidențierea zonelor cu alunecări de teren pe imagini satelitare IKONOS în porțiuni denudate de teren a. imagine de ansamblu a zonei; b. detaliu evidențiat din chenar (Vohora şi Donohue, 2004).

Miyagi et al. (2004), în cadrul unui raport de cercetare privind evaluarea şi cartarea riscului de alunecare a terenului, au întocmit un *manual de fotointerpretare* a zonelor afectate de alunecări de teren plecând de la imagini aerofotogrammetrice. Manualul integrează diferite categorii de materiale utile în înțelegerea fenomenului în ansamblu: scheme ale microreliefului rezultat în urma alunecărilor de teren, fotografii terestre ale unor zone cu alunecări de teren în diferite situații de pantă şi substrat geologic sau imagini aeriene digitale folosite ca şabloane de fotointerpretre a părților caracteristice unei alunecări de teren (figura 25).

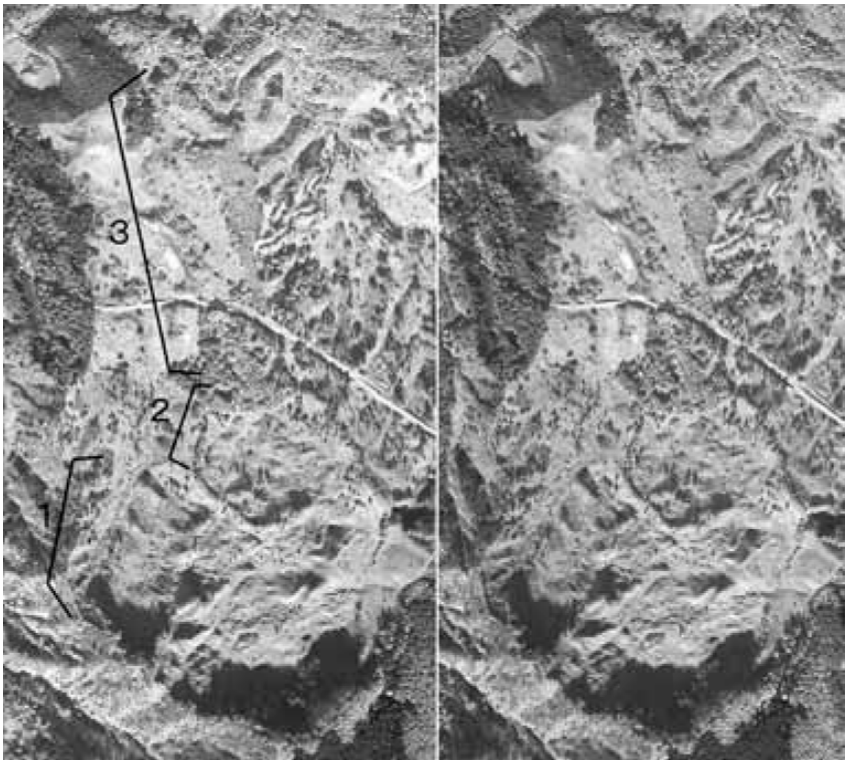


Figura 25. Tipuri de linie de ruptură: 1. linie relativ clară de ruptură, caracterizată prin dislocarea unor blocuri mari de rocă; 2. zonă de ruptură mai puțin evidentă datorită deformării microreliefului local; 3. zonă de ruptură neclară (Miyagi et al., 2004)

Roessner et al. (2002), în cadrul unui raport referitor la analiza şi cartarea fenomenelor de deplasare a terenului în Kazahstan, prezintă comparativ (fotografii terestre şi imagini satelitare LANDSAT) zone cu deplasări ale terenului (figura 26). Aceste şabloane, caracterizate şi prin semnătura spectrală în diferite combinații spectrale, sunt folosite apoi la caracterizarea şi cartarea fenomenului la nivel regional.

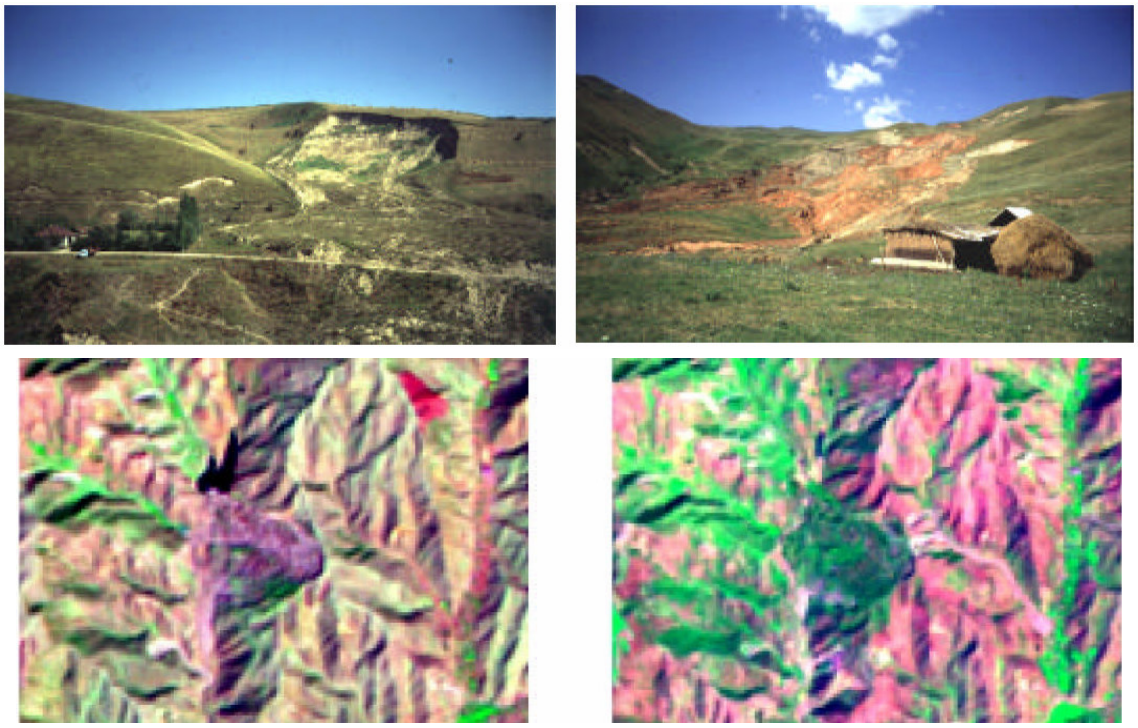


Figura 26. Caracterizarea terestră şi prin imagini satelitare a fenomenului deplasărilor de teren în Kazahstan (Roessner, 2002)

Cheng (2000) foloseşte un complex de materiale şi metode integrate (model digital al terenului, hărți în format digital, imagini aerofotografice, imagini satelitare) pentru caracterizarea alunecării de teren Tsau-Lin Big (Taiwan). Rezultatul este o reprezentare complexă a fenomenului, ce oferă inclusiv posibilitatea de urmărire în timp a evoluției (figura 27).

Terenurile cu surpări şi prăbuşiri, rezultate în urma desprinderii unor mase de pământ de pe versanți abrupți, pereți înalți de ravenă sau din maluri înalte de râu, se caracterizează prin faptul că masa de pământ odată desprinsă se deplasează pe o suprafață de alunecare sau se rostogoleşte, sfărâmându-se în fragmente mai mici. Este de remarcat că, în producerea fenomenului, apa intervine doar în slăbirea coeziunii şi mărirea greutății masei de teren care se surpă. Rezultă că surpările sunt întâlnite mai ales în terenuri cu roci friabile, moi, cum sunt nisipurile, pietrişurile sau loessul.

Formele de degradare produse de surpări şi prăbuşiri, utile în recunoaşterea fenomenului prezintă două aspecte mai importante:

- buză de ruptură (de surpare), cu aspect de taluz ca al unei ravene abrupte, la suprafața de ruptură apare roca mamă,

- terenuri frământate, care rezultă din fărâmarea masei de pământ surpate sau prăbuşite, fiind asemănătoare terenului rezultat în urma alunecărilor de teren. Deosebirea poate

consta în frământarea mai puternică, cu fragmente de dimensiuni diferite dispuse haotic la poalele malurilor înalte sau a taluzurilor de ravenă.

Practic, răspândirea terenurilor cu surpare este foarte mare, ele fiind prezente în toate locurile în care există eroziune avansată de adâncime. Suprafața pe care o ocupă însă la nivelul întregii țări este mică.

Identificarea pe **imagini digitale** a acestui tip de degradare depinde de poziția pe versant şi poziția Soarelui în momentul preluării imaginii, care poate pune în evidență fenomenul prin iluminare directă sau îl poate estompa prin umbrire.

Scurgerea noroioasă şi solifluxiunea sunt fenomene care constau în deplasarea materialelor dezagregate de la suprafața terenurilor (îndeosebi argile şi luturi), sub formă de noroi, în urma ploilor mari care le înmoaie şi le micşorează coeziunea. Ca modalitate practică de recunoaştere, forma nou apărută în urma curgerii de noroi are aspectul unei văi, cu bazin de recepție, canal de scurgere şi con de dejecție. În partea terminală a conului de dejecție predomină fracțiunea fină.

În cazul **solifluxiunii**, în scurgerea pe versanți este antrenat şi o parte din orizontul de sol. Fenomenul se manifestă cu precădere primăvara, datorită dezghețului şi înmuierii puternice a solului: apa provenită din topirea zăpezilor nu poate pătrunde în profunzime şi se scurge în cantități mari pe versanți, antrenând orizonturile superioare înmuiate.

Scurgerile noroioase se pot recunoaşte prin forma de degradare tipică pe care o produce, dând naştere la depozite de grosimi variabile formate din materialele transportate: particule de sol, de rocă sau în amestec. Aceste depozite se usucă treptat după încetarea ploilor şi capătă aspect de depozite deluviale sau proluviale (amestecuri de materiale dezagregate adus de pe versant).

Figura 27. Imagine 3D a alunecării de teren Tsau-Lin Big (Taiwan) rezultată prin suprapunerea unei imagini satelitare Landsat peste modelul tridimensional al terenului (Cheng, 2000)

Traci şi Costin (1966) susțin că depozitele provenite din scurgerile noroioase ocupă suprafețe mici la noi în țară.

Terenurile degradate prin depozite de grohotiş apar din aceeaşi cauză ca şi cele degradate prin surpare: gravitația. Fragmente din pereții stâncoşi aflați în amonte, de diferite dimensiuni, se desprind, se rostogolesc pe versanți şi se opresc la poalele lor sau pe terase. Cauzele care ar putea provoca depozitele de grohotiş, ca prim factor ajutător în depistarea lor şi în diferențierea față de surpare, sunt porozitatea rocii din amonte, variațiile de temperatură, ciclurile de îngheț – dezgheț a apei din rocă, vibrații din explozii.

Fenomenele de formare a grohotişurilor apar în munții stâncoşi. În România această formă de degradare este foarte frecventă în toate masivele stâncoase din Munții Carpați, Apuseni sau Munții Dobrogei. În zona podişurilor – inclusiv al Sucevei - aceste fenomene nu sunt prezente decât în mică măsură şi insignifiant ca suprafață, acolo unde există taluzuri cu roci neconsolidate, ca în malurile de râu sau ale ravenelor.

Reconstrucția ecologică a terenurilor cu deplasări prin lucrări tehnico-biologice

Caracteristic pentru perioada actuală este faptul că regiuni cu procese frecvente de alunecare – în întreaga lume şi în țara noastră – sunt din ce în ce mai exploatate, zonele instabile ne mai putând fi evitate, existând chiar situații în care se acceptă ca lucrări importante să fie menținute în exploatare pe terenuri potențial sau activ alunecătoare.

Măsurile care se pot preconiza pentru ***prevenirea şi combaterea alunecărilor de teren,*** având drept scop final stabilizarea versanților şi valorificarea economică a lor, se pot grupa după diferite criterii:

Măsuri preventive şi de combatere a alunecărilor de teren	a.) Măsuri preventive, de menținere a condițiilor existente care favorizează stabilitatea
	b.) Lucrări de rambleere (măsuri terasiere)
	c.) Măsuri hidrologice (lucrări de captare, drenare şi evacuare a apei)
	d.) Măsuri fizice, chimice şi biologice
	e.) Măsuri mecanice

Figura 28. Lucrări de modelare a terenurilor afectate de alunecări – jud. Cluj

Figura 29. Canal de desecare pentru eliminarea excesului de umiditate – jud. Cluj

Pe terenurile agricole amenajările trebuie axate pe: desecarea biologică, lucrări de nivelare şi modelare; şanțuri de intercepție, colectare şi evacuare a apelor, captări de izvoare;

drenuri mai puțin adânci etc şi pe folosirea pe scară largă a materialelor locale şi procedeelor mecanizate de execuție a lucrărilor. Deoarece alunecările de teren neuniformizează şi reduc semnificativ condițiile de vegetație pe suprafețele ce la afectează, fapt ce se răsfrânge negativ mai mulți ani asupra producției agricole, *lucrările de modelare – nivelare* reprezintă lucrări de bază indispensabile în toate cazurile. În acelaşi timp, prin efectele lor aceste lucrări corespund şi cerințelor de atenuare a proceselor de eroziune şi de stabilizare a terenurilor alunecătoare, înlătură condițiile de concentrare a apelor de scurgere pe versanți, îmbunătățesc condițiile pentru drenajul natural extern. În figura 30 este prezentat centralizat o sinteză a măsurilor pentru prevenirea şi combaterea alunecărilor de teren.

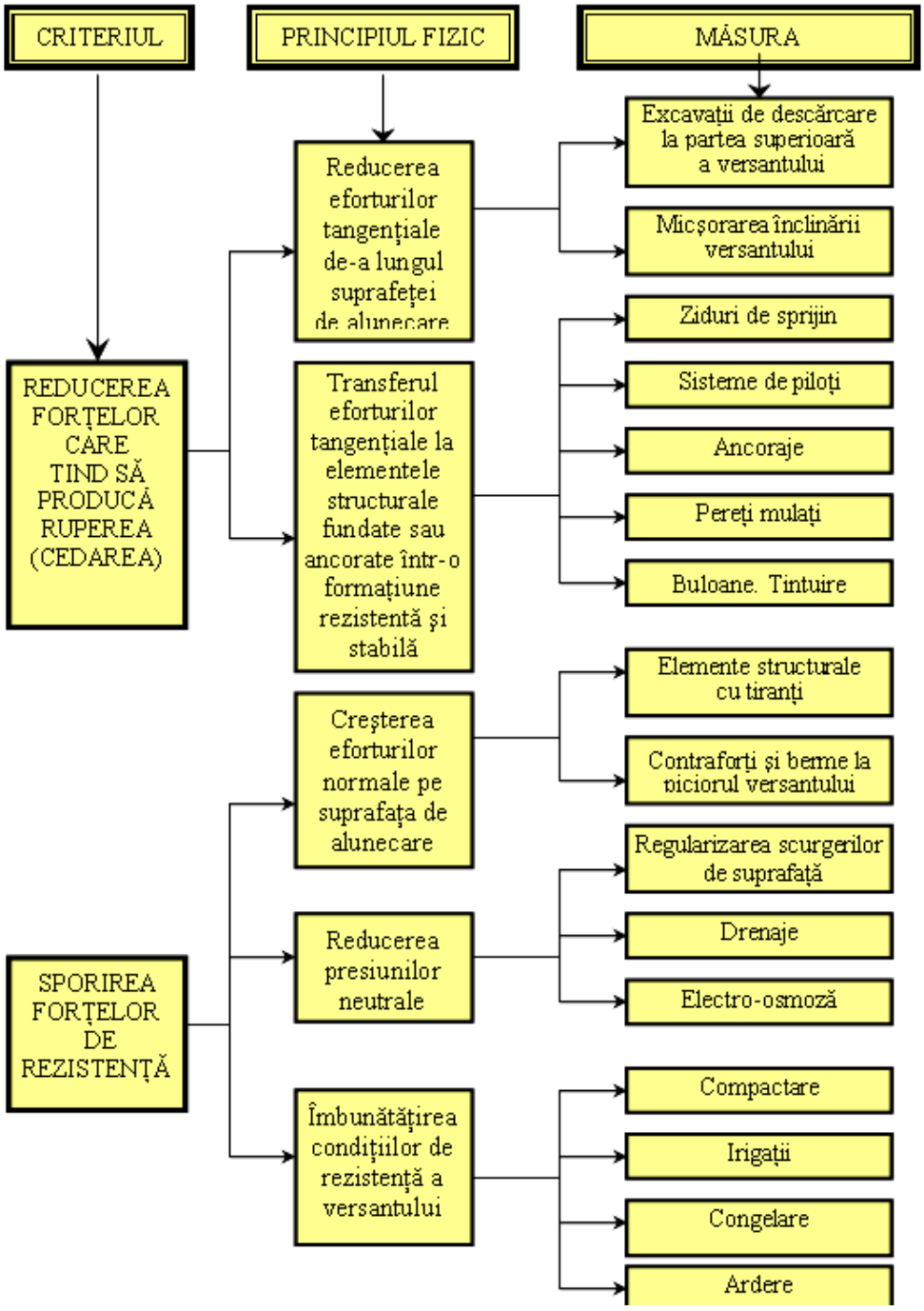


Figura 30. Măsuri constructive generale pentru prevenirea şi combaterea alunecărilor

Captarea izvoarelor şi *drenajul* s-au dovedit a fi foarte eficiente în stabilizarea terenului, îndeosebi când au fost aplicate în partea inferioară a versanților, acolo unde a fost localizată adeseori ieşirea la zi a apelor subterane. Acest lucru se explică prin faptul că prin eliminarea apei un masiv uscat se comportă ca un reazem.

Utilizarea speciilor lemnoase la împădurirea terenurilor cu fenomene de alunecare. În general pentru fixarea terenurilor cu procese de alunecare utilizarea speciilor de răşinoase se pretează, dar sunt puțin folosite. Salcâmul constituie specia cea mai utilizată atât în perimetrele de ameliorare cât şi în suprafețele experimentale. Datorită creşterii rapide şi a sistemului radicular puternic dezvoltat fixează rapid terenurile frământate. Densitatea de plantare poate varia între 3000-5000 exemplare la ha. Rezultate bune s-au obținut în perimetrele de cercetare şi prin utilizarea cătinei.

2.4. Considerații asupra degradării terenului prin fenomene de saraturare

Fenomenul de sărăturare a solului (salinizarea solului) constă în acumularea sărurilor solubile în sol peste limita de toleranță a plantelor. Sărurile nocive plantelor sunt clorurile, sulfurile şi carbonații, iar efectul lor asupra plantelor este de scădere a accesibilității pentru plante a apei şi a substanțelor nutritive.

Cunoaşterea *factorilor* care fac posibilă apariția terenurilor cu sărături poate conduce la localizarea acestora. Cei mai importanți factori sunt:

- nivelul apei freatice, în condițiile unui climat secetos,
- climatul arid şi evapotranspirația mare,
- relieful depresionar cu strat freatic la mică adâncime,
- substratul litologic bogat în săruri, care ies la suprafață în urma eroziunii sau alunecării sau prin izvoare sărate,
- irigarea defectuoasă, cu apă bogată în săruri pe soluri puțin permeabile.

În România fenomenul de saraturare se întâlneşte în regiunile de stepă şi silvostepă. O primă apreciere a suprafețelor ocupate de terenurile saraturate a fost făcută de Gh. Ionescu Siseşti (1963) la circa 300.000ha, iar studii mai recente au indicat cca. 200.000 ha (0,8 % din teritoriul țării). Solurile degradate prin saraturare (salinizare sau alcalizare), se găsesc diseminate într-un areal foarte larg în zonele de stepă şi silvostepă, cu ape freatice slab până la puternic mineralizate.

Suprafețe mai mari se întâlnesc în porțiunile joase ale Câmpiei Brăilei, în luncile râurilor Ialomița, Călmățui, Cricovul Sărat; în jurul lacurilor sărate Strachina, Fundata, Movila Miresei, Ianca, Lacul Sărat, în Lunca şi Delta Dunării, Câmpia de Vest, pe interfluviile Crişul Repede-Crişul Negru, Crişul Alb-Mureş; în Câmpia Moldovei (Jijia-Bahlui); pe Valea Carasu (Dobrogea); în zona litoralului Mării Negre, pe văile cu deschidere spre mare şi în preajma lagunelor (Razelm, Babadag, Golovița, Smeica, Taşaul, Techirghiol etc.)

Zona Podişului Sucevei nu este recunoscută ca una bogată în terenuri sărăturate. Pe harta pedologică vor fi indicate solurile sărăturate (halomorfe) din acest areal.

Cartarea solurilor salinizate

Cartarea acestor tipuri de degradare a solului este dificilă, necesitând analize de sol efectuate pe suprafețe mari de teren. Cartarea pe imagini, fie ele satelitare sau aeriene este dificilă în cazul în care aceste imagini sunt preluate în domeniul spectral al vizibilului.

Pe plan mondial s-au obținut rezultate bune prin utilizarea imaginilor preluate de senzorii hiperspectrali şi prin utilizarea imaginilor rezultate de la senzorii tip SAR (Synthetic Aperture RADAR). Caracteristica principală utilizată pentru determinarea gradului de salinizare este *conductivitatea electrică* (CE), caracteristică pusă în relație cu pH-ul solului. Astfel, după Richards, (1954) se pot separa patru tipuri de soluri după gradul de alcalinizare:

1. Soluri normale – pH < 8.5, CE≤4dS·m^{-1};
2. Soluri alcaline – pH ≥ 8,5, CE≤4dS·m^{-1};
3. Soluri salinizate – pH < 8,5, CE > 4dS·m^{-1};
4. Soluri alcalin salinizate – pH ≥8,5, CE > 4dS·m^{-1}.

Meternich et al. (1995, 2005) folosesc valorile conductivității electrice a solurilor, corelate cu valorile parametrilor extraşi din imaginile preluate în intervalul spectral caracteristic undelor radar din banda L, pentru cartarea şi clasificarea terenurilor cu diferite intensități ale procesului de salinizare. Chanzy (1993) integrează datele obținute din imaginile RADAR cu date despre rugozitatea solului, umiditatea determinată în orizonturile superficiale şi gradul de alcalinizare într-un model de analiză texturală Fuzzy. De asemenea, altă abordare a acestui fenomen prin intermediul microundelor este aceea a determinării coeficientului de retroreflexie RADAR (*backscattering coefficient*), coeficient direct proporțional cu conductivitatea electrică a solului (Kalita, 2004).

Compoziția chimică a solului poate fi decelată foarte bine prin utilizarea imaginilor hiperspectrale. Astfel, Taylor (2007) utilizează imagini hiperspectrale pentru determinarea modului de variație a semnăturii spectrale în raport cu diferite concentrații ale ionilor caracteristici fenomenelor de alcalnizare (figura 31). Rezultatul tratamentului diferențial al diferitelor benzi spectrale şi combinării imaginilor în sistem RGB este o imagine clasificată în care zonele cu salinizare sunt diferențiate prin culori distincte (zonele deschise la culoare din figura 32).

Wanglu şi Tianjie (1990) au constituit un model integrat de identificare şi caracterizare a fenomenelor de salinizare, model care implică utilizarea concomitentă a datelor rezultate din măsurători terestre imagini satelitare (din spectrul RADAR sau hiperspectrale), combinate prin intermediul tehnicilor GIS.

Sursa primară a sărurilor din sol o reprezintă rocile. În condițiile unei intervenții antropice neadecvate, de exemplu, prin irigare în exces se poate produce salinizarea secundară.

Măsurile de prevenire a salinizării secundare a solurilor sunt:

- măsuri organizatorice şi gospodăreşti;
- măsuri de regularizare a bilanțului apei în sol, pentru prevenirea alimentării în exces a pânzei de apă freatică şi pentru mărirea consumului util de apă de către plante;

- măsuri de regularizare a bilanțului sărurilor în sol;
- măsuri agrotehnice având ca scop micşorarea evaporației şi a ascensiunii capilare a apei în sol.

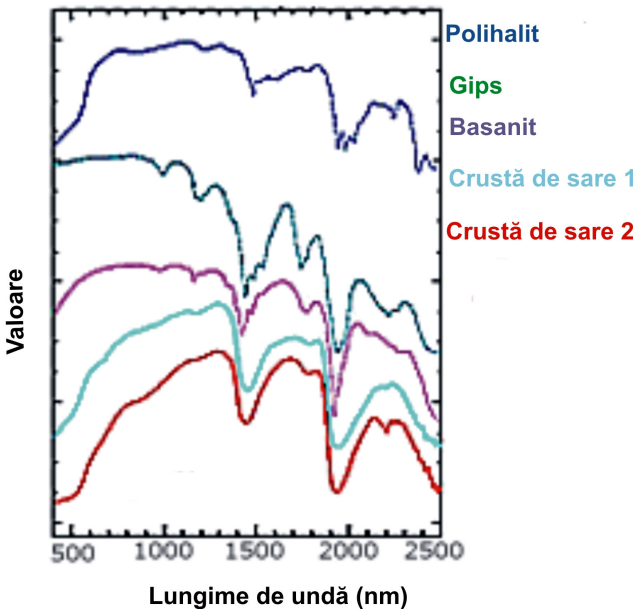


Figura 31. Variația semnăturii spectrale a diferitelor săruri în cadrul intervalului 500-2500nm (după Taylor, 2007)

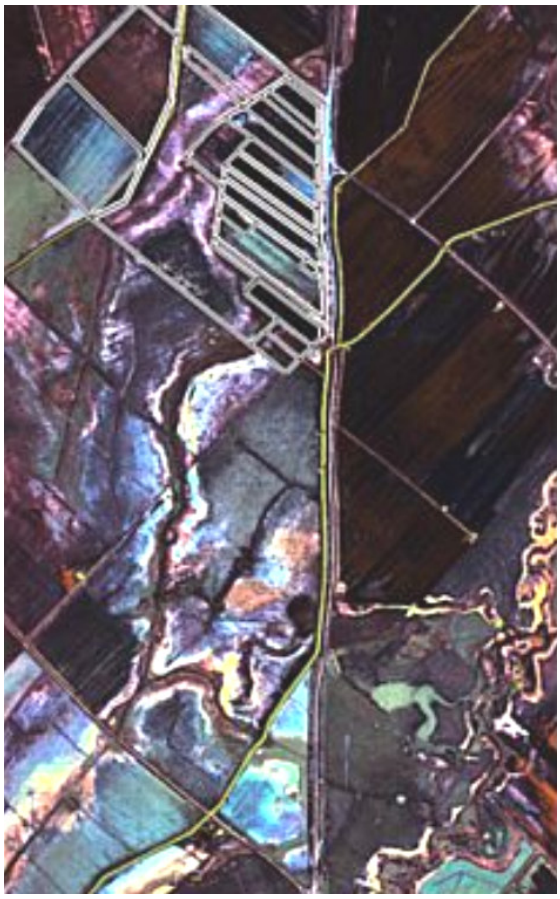


Figura 32. Imaginea clasificată a unei zone afectate de fenomene de salinizare (Taylor, 2007)

În procesul îndelungat de ameliorare a solurilor salinizate se urmăreşte: spălarea fizico-chimică a solurilor prin suprairigare, coborârea nivelului apelor freatice prin drenaj şi aplicarea amendamentelor (pentru îmbunătățirea însuşirilor fizice, chimice şi microbiologice ale solului). La alegerea plantelor ce urmează a se cultiva pe solurile salinizate, trebuie să se țină seama de efectele sărurilor asupra lor.

Condițiile edafice specifice acestor tipuri de terenuri, respectiv un conținut foarte ridicat de săruri, limitează extrem de mult plaja de **specii forestiere** care pot fi utilizate pentru împădurire. Din cercetările efectuate s-a observat un comportament relativ bun al cătinei, sălcioarei şi a cătinei roşii. Pe solurile cu procese de sărăturare moderată au fost folosite şi oțetarul fals, glădița, aninul negru.

Cercetările efectuate în România şi experiența acumulară în procesele de ameliorare a terenurilor degradate a condus la elaborarea de normative tehnice care oferă soluții precise în raport cu tipul şi intensitatea degradării, zona de vegetație, substrat litologic.

2.5. Considerații asupra degradării terenului cu exces de apă

Excesul de apă este determinat în sol de către umiditatea superioară limitei de aerație sau capacității de câmp sau valorii de 70 % din porozitatea totală.

Excesul de umiditate poate fi determinat de:

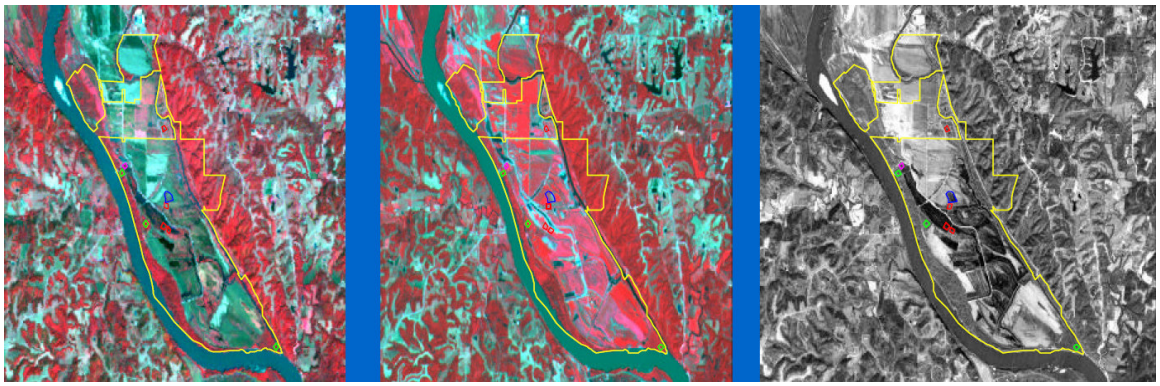
- precipitațiile abundente
- inundațiile şi infiltrațiile care se pot produce în luncile râurilor;
- apa freatică situată la mică adâncime;
- apa de irigație în exces
- reducerea permeabilității solului datorită tasării.

Excesul de umiditate determină o aerație redusă a solului, încetinirea proceselor de oxidare şi mineralizare insuficientă a resturilor organice. Microflora şi microfauna aerobă a solului nu poate supraviețui în lipsa oxigenului şi datorită denitrificării şi gleizării. Are loc o diminuare accentuată a fertilității acestor soluri şi pierderi de recoltă funcție de durata excesului de umiditate şi tipul culturilor.

Identificarea şi cartarea terenurilor cu fenomene de înmlăştinare prin metode ale teledetecției necesită integrarea metodelor complexe de fotointerpetare şi consituire a bazelor de date geografice SIG.

Zonele cu folosință predominantă agricolă prezintă un mozaic complex de suprafețe active reprezentate de păşuni, fânețe, culturi agricole, arbori, arbuşti, zone de dezvoltare rurală, zone construite, zone cu drenuri şi alte lucrări. În aceste zone, pâraiele pot fi complet acoperite de coroanele arborilor crescuți în imediata apropiere; de asemenea, arborii din zonele de mlaştină ascund arbuştii şi vegetația ierboasă caracteristică, vegetație care ar putea oferi informații asupra amplorii fenomenului de înmlăştinare. În acest sens, utilizarea imaginilor aeriene este limitată la utilizarea în cadrul unor modele complexe de analiză, bazate în principal pe integrarea datelor de teren.

Pe de altă parte însă, imaginile satelitare multi- şi hiperspectrale prezintă posibilitatea decelării zonelor cu diferite fenomene de înmlăştinare (inclusiv proveniența excesului de apă – freatic sau pluvial prin integrare cu modelul digital al terenului – fig. 33) în baza semnăturii spectrale în cadrul anumitor canale spectrale sensibile la variația umidității solului.



Landsat 7ETM **Spot** **IRS**

Fig. 33. Separarea zonelor cu fenomene de înmlăştinare pe diferite tipuri de imagini satelitare (raportul Missouri Water Resource Center)

Analiza imaginilor prin clasificare orientată spre obiect (*object oriented classification*) presupune folosirea unor zone cert identificabile pentru determinarea semnăturilor spectrale. Valorile pixelilor din aceste zone, grupate în clase, reprezintă baza de clasificare a pixelilor prin metode complexe de analiză (tehnici de analiză a pixelilor vecini, analiza celei mai semnificative componente, analiza sumei ponderate a componentelor etc.) (O'Hara, 2001). Rezultatul este reprezentat de o imagine clasificată cu o anumită precizie, testată prin determinări terestre (ex. figura 34).

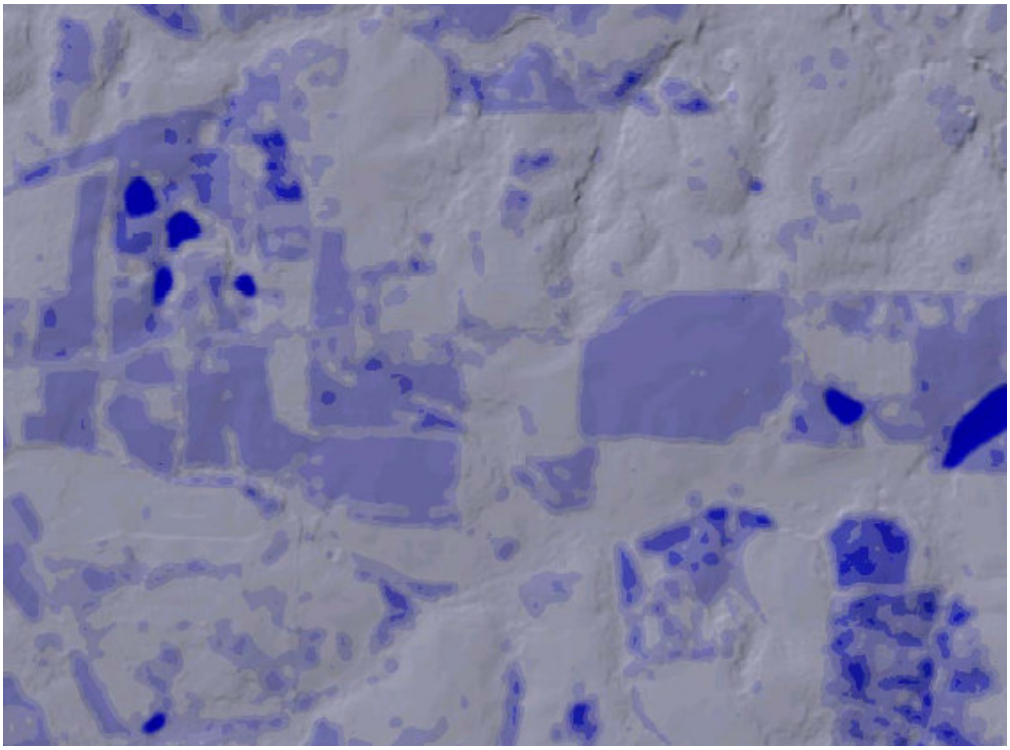


Figura 34. Imagine clasificată după intensitatea fenomenelor de înmlăştinare (O'Hara, 2001)

Măsurile de îndepărtare a apei în exces din aceste soluri se pot realiza prin scurgere la suprafață, prin intermediul lucrărilor de îndiguiri, a celor de desecare – drenaj, prin colmatarea terenului afectat de exces de umiditate sau prin desecare biologică (pentru scăderea nivelului apei freatice).

Pe terenurile cu exces de umiditate, la alegerea plantelor cultivate trebuie să se țină seama şi de pericolul salinizării secundare.

Pentru ridicarea fertilității şi productivității agricole în cazul solurilor foste submerse, o importanță semnificativă o are folosirea adecvată a îngrăşămintelor (în special a celor organice), executarea corectă a lucrărilor agrotehnice şi, acolo unde este cazul, stabilirea parametrilor tehnici de irigare.

2.6. Considerații asupra terenurilor degradate antropic

Terenurile degradate antropic sunt cele rezultate în urma unei activități directe a oamenilor, în cele mai mult cazuri acțiuni utile vieții umane, deşi aduc degradări ale terenurilor fertile.

Terenurile degradate antropic pot fi grupate în câteva categorii mari şi anume: halde de diverse proveniențe, terenuri descopertate de stratul de sol, terenuri cu soluri deranjate sau desfundate, terenuri poluate.

Cartarea pe imagini digitale a unei astfel de degradări prin decopertarea solului are avantajul unei departajări nete între imaginea terenului nederanjat şi substrat, ceea ce conferă precizie şi certitudine (figura 35, 36).

Figura 35. Teren decopertat de stratul de sol în Munții Călimani. Se observă migrarea gravitațională a materialului cu conținut mare de fier (foto: E. Cenuşă)

Suprafața ocupată în România de terenuri acoperite cu diferite materiale din excavări şi activități miniere, afectează cca. 33 000 ha, dintre care numai în bazinul Olteniei, cca. 14 850 ha.

Principalele categorii de deşeuri şi reziduuri industriale ce contribuie în mod negativ la fertilitatea solurilor din țara noastră sunt sterilul minier (predominant), zgura de la termocentrale (figura 37.a), deşeurile metalurgice, nămolurile reziduale, deşeurile chimice, deşeurile feroase din construcții, deşeurile menajere (figura 37.b).

Măsurile de reconstrucție a terenurilor degradate prin factorii mai sus menționați şi care şi-au pierdut capacitatea de producție se pot realiza printr-un complex de lucrări agroameliorative menite să le redea fertilitatea.

Etapele ce se poat distinge sunt:

- diminuarea şi combaterea acțiunii factorilor cauzali,

- etapa biologică de creare a condițiilor pentru apariția unor fitocenoze stabile, capabile să înceapă formarea humusului şi solificarea.

De exemplu, pentru fixarea cenuşilor se pot avea în vedere următoarele metode:

⇨ udări aplicate prin aspersiune;

⇨ fixarea cu ajutorul unei emulsii de polimeri;

⇨ fixarea cu ajutorul unui mulci de natură organică şi însămânțarea;

⇨ fixarea cu ajutorul unei coperte de sol cu grosimea de 3 – 5 cm şi însămânțarea cu ierburi perene.

Figura 36. Imagine de ansamblu a fostei exploatații miniere de sulf (ortofotoplan digital)

a. **b.**

Figura 37. Degradări antropice: a haldă de cenuşă - CET Suceava, b- haldă - depozite menajere – municipiul Suceava (imagini din ortofotoplan)

Haldele de steril de la exploatările miniere, cenuşile de la termocentrale, batalurile de fosfogips etc. se nivelează şi se tasează, după care, se acoperă, pe cât posibil, cu un strat de sol fertil luat din apropiere în scopul formării unui nou profil de sol, apt pentru agricultură şi silvicultură. Este bine ca, la decopertarea solului fertil şi acoperirea haldei de zgură etc, stratul de la suprafață, bogat în humus, să revină tot la suprafață.

Figura 38. Depozite de steril provenite în urma prelucrării minereurilor de neferoase: Tarnița (foto stânga) , Fundu Moldovei (foto dreapta) - jud. Suceava

Atunci când nu se mai poate realiza acoperirea haldelor de steril, zgură etc. cu un strat de sol fertil, se efectuează nivelarea şi tasarea sau afânarea lor, după cum este cazul şi în baza unor studii pedologice şi agrochimice, se înființează un asolament cu plante leguminoase.

În cazul solurilor poluat cu diferite chimicale se folosesc măsuri cu caracter fizico – mecanic (pentru îndepărtarea poluantului), chimice (pentru neutralizare), hidroameliorative (spălări) şi agro-pedo-ameliorative (amendamente, îngrăşăminte), lucrări agro-tehnice speciale, cultivarea acestora realizându-se prin intermediul unor asolamente adecvate.

CAP. 3 STABILIREA ARIILOR ȚINTĂ PENTRU CALIBRAREA MODELULUI DE CARTARE, A METODOLOGIEI SPECIFICE ŞI A ELEMENTELOR REZULTATIVE

3.1. Stabilirea ariilor țintă

Ariile țintă reprezintă porțiuni din arealul de studiu cu suprafață semnificativă care să permită fundamentarea şi validarea unui model concret de cartare a formelor de degradare a terenului, prin utilizarea ortofotoplanurilor digitale. În baza unei cartări preliminare a terenurilor degradate, bazată exclusiv pe fotointerpretarea contextuală a imaginilor aeriene, au fost alese 4 arii țintă (fig. 39), după cum urmează:

1. Zona Suceava - Salcea, situată pe teritoriul unităților teritorial administrative (UTA) Suceava , Salce, Adîncata, Dumbrăveni şi Siminicea. Inventarierea formelor de degradare a scos în evidență existența terenurilor erodate de apă, (eroziune de suprafață şi de adâncime), a terenurilor cu fenomene de deplasare (alunecări, surpări, curgeri noroioase), cu exces de apă freatică şi a celor degradate antropic (halde industriale şi menajere sau taluzuri artificial). Aşa cum s-a motivat în referatul întocmit pentru etapa precedentă, suprafața ocupată de malurile râurilor regularizate, ca şi terenurile din albia majoră a râurilor nu au fost luate în considerare.

Aria zonei Suceava – Salcea este de 6264ha

2. Zona Ciprian Porumbescu, situată în UTA Ciprian Porumbescu, Stroieşti, Botoşana, caracterizată prin eroziune produsă de apă (de suprafață şi de adâncime) şi de deplasări ale terenului. Formele de degradare sunt mult diversificate şi evoluate, întinse pe suprafețe mari.

Aria zonei Suceava – Salcea este de 6852ha

3. Zona Preuteşti - Buneşti, situată în județul Suceava, pe teritoriul UTA Preuteşti şi Buneşti. Este zona cu cele mai accentuate forme de degradare, cu cele mai diverse şi cu cea mai mare frecvență de apariție. Specific acestei zone este constituirea de perimetre de ameliorare mari, depăşind ordinul zecilor de hectare. Aria zonei Preuteşti – Buneşti este de 16713 ha

4. Zona Cristeşti, pe teritoriul comunei cu acelaşi nume din județul Iaşi. Este situată în apropierea albiei râului Moldova, pe terasele acestuia (malul stâng). Prezintă fenomene de eroziune şi deplasări ale terenului, dar mai puține şi de mai mică întindere. Suprafața zonei este de circa 2.568 ha.

Pe ansamblu, ariile țintă prezentate mai sus ocupă circa 350 km^2 dintr-un total de circa 3440 km^2.

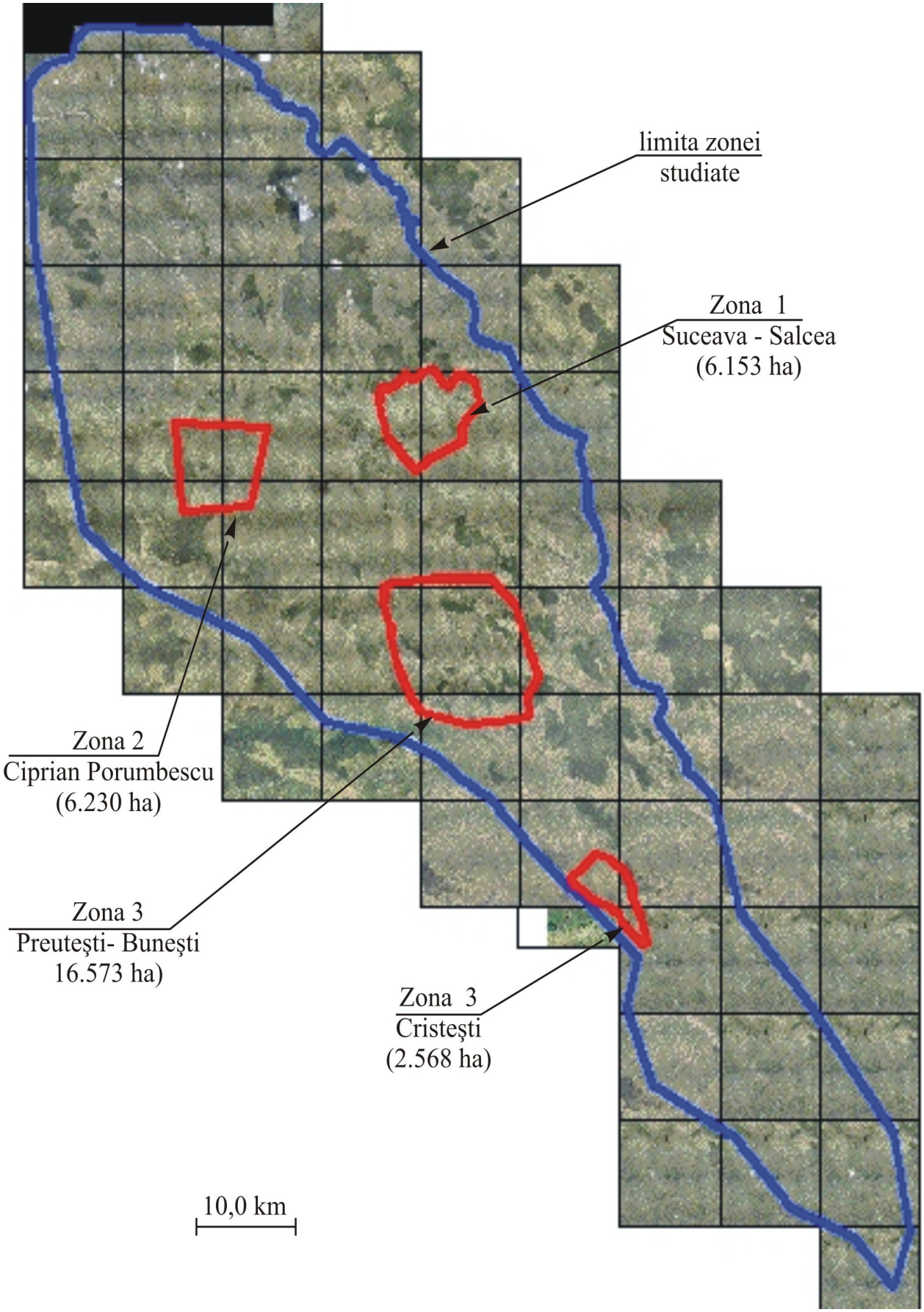
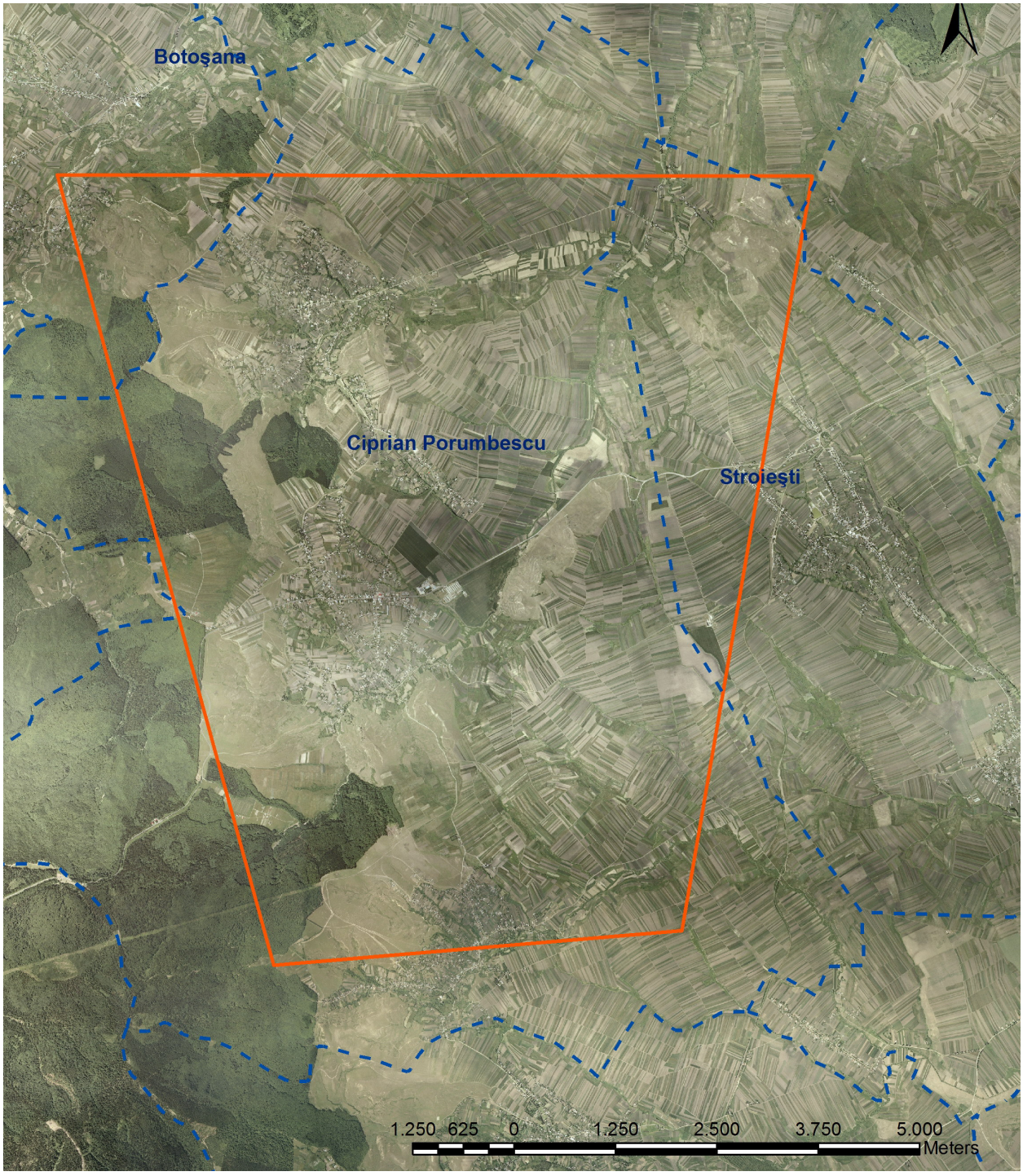


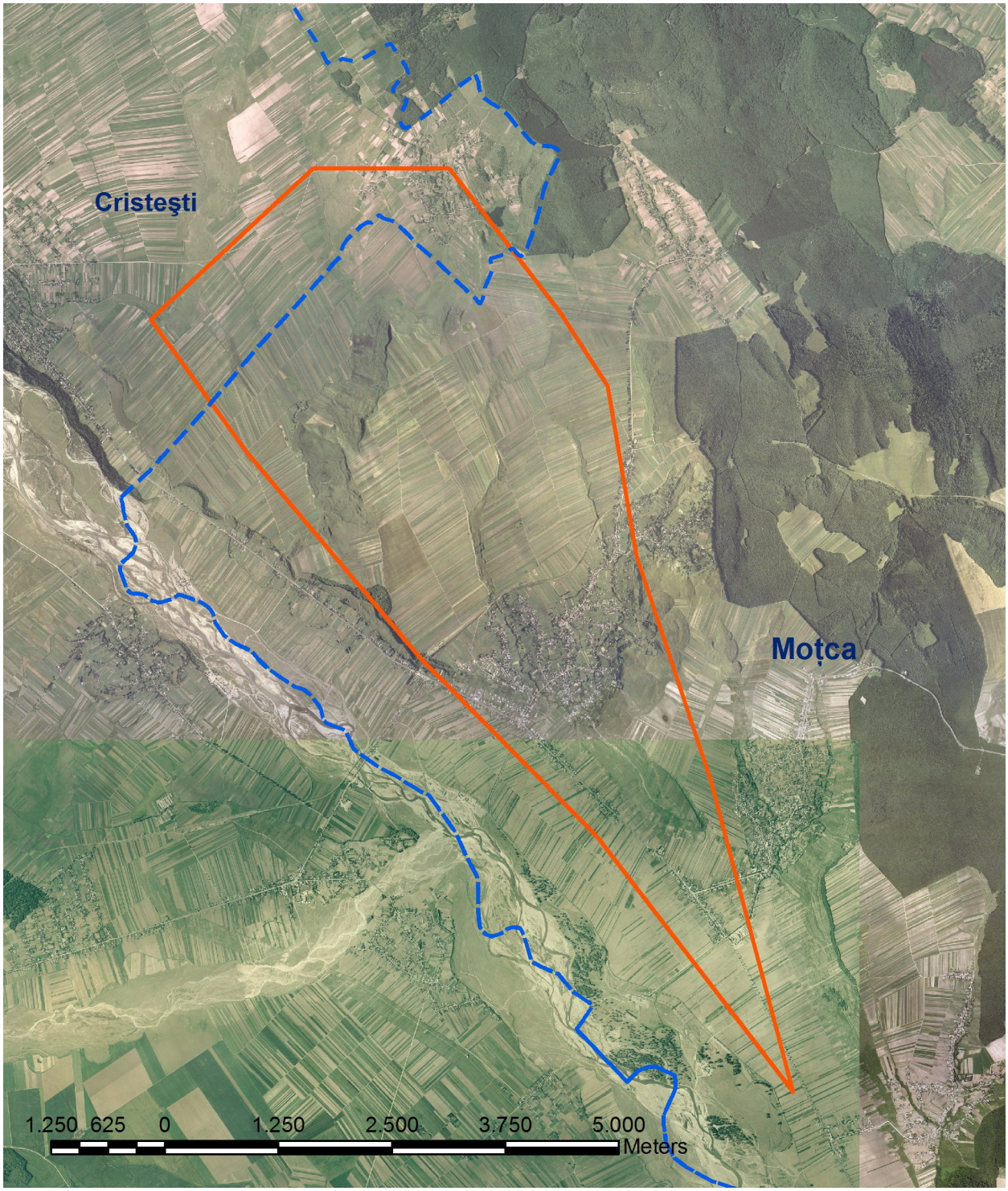
Figura 39. Poziționarea şi delimitarea ariilor - țintă din zona de studiu

Planşa I. Aria țintă Ciprian Porumbescu



	Limita ariei țintă
	Limita UTA

Planşa II. Aria țintă Cristeşti

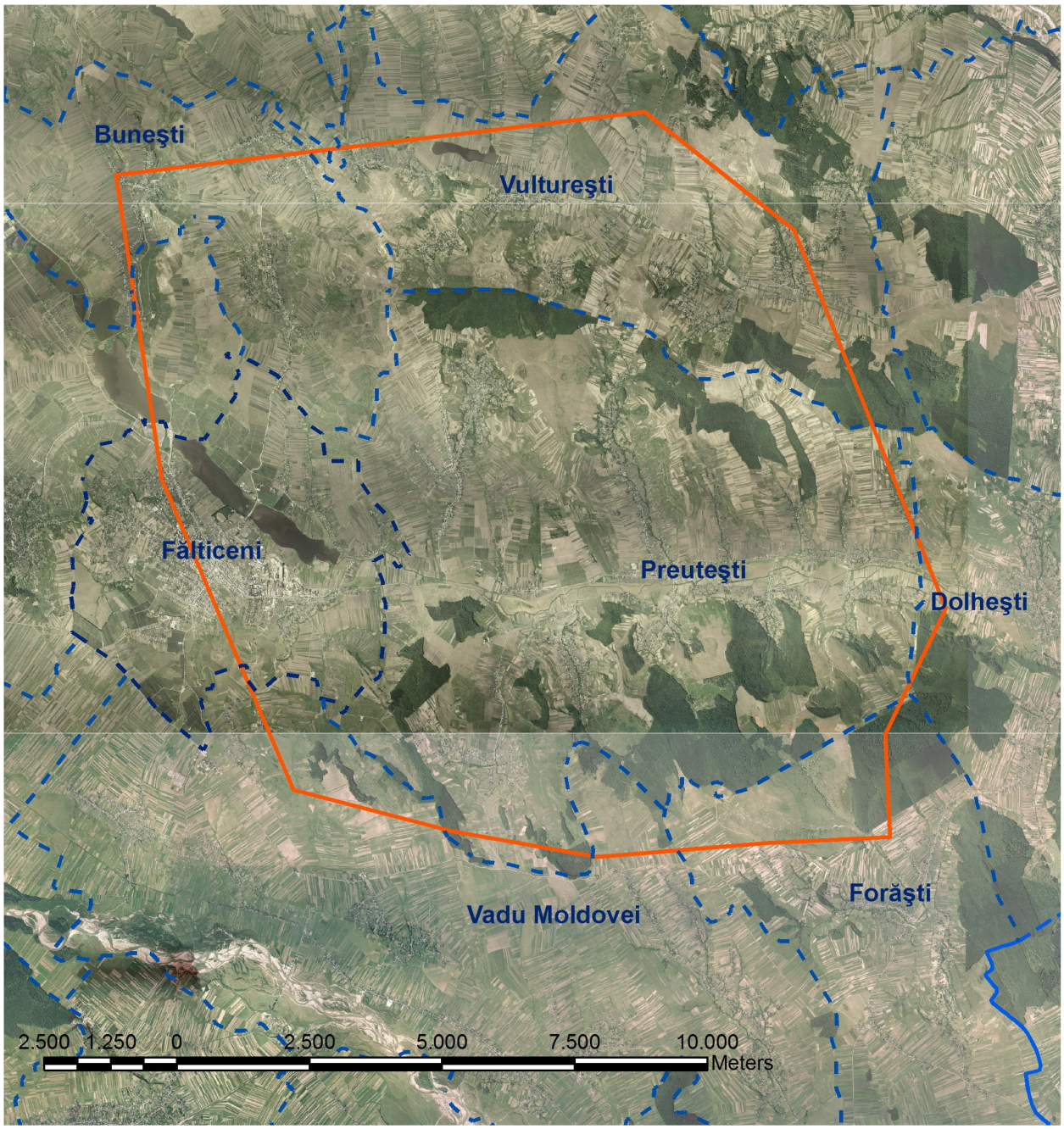


	Limita ariei țintă
	Limita UTA

Planşa III. Aria țintă Suceava - Salcea

———	Limita ariei țintă
- - - -	Limita UTA

Planşa IV. Aria țintă Preuteşti - Buneşti



	Limita ariei țintă
	Limita UTA

CAPITOLUL IV: IDENTIFICAREA FORMELOR DE DEGRADARE REPREZENTATIVE DIN ARIILE ȚINTĂ STABILITE ANTERIOR ŞI ÎNTOCMIREA DE CHEI DE FOTOINTERPRETARE INTERACTIVĂ

IV.1 Generalități

Cartarea formelor de degradare a terenurilor a pornit de la următoarele premize:

- stabilirea *tuturor categoriilor principale* şi a *formelor* de terenuri degradate ce vor face obiectul inventarierii,
- cartarea, ca şi întocmirea bazei de date georeferențiate, trebuie subordonată activității ulterioare de *reabilitare ecologică* a terenurilor degradate,
- formele de degradare sunt cel mai adesea *mixte*, în cadrul unei categorii considerată ca principală apărând şi forme specifice alteia.

La stabilirea categoriilor de terenuri degradate care fac obiectul cartării s-a consultat o vastă bibliografie, cuprinzând atât lucrări din sfera geomorfologiei terenurilor degradate, cât şi din cea a preocupărilor de reabilitate ecologică. Din aceasta am reținut şi *adaptat* la situația concretă existentă în Podişul Sucevei clasificarea cuprinsă în *Ordinul Ministrului apelor, pădurilor şi protecției mediului nr 26 din 13.01.1994*, care s-a considerat a fi cea mai potrivită pentru demersul nostru. Conform cu cele de mai sus, se enumără în continuare următoarele categoriile şi forme de terenuri degradate:

- *terenuri erodate de apă*, cuprinzând formele cu
  - eroziune de *suprafață*,
  - eroziune în *adâncime*
- terenuri cu *fenomene de deplasare*, cuprinzând pe cele:
  - *alunecătoare*,
  - *cu surpare*,
  - ce prezintă *curgeri plastice şi noroiase*
  - cu *goluri*
- terenuri *cu exces de apă* (mlaştini), care provine din:
  - apă *pluvială*,
  - apă *freatică*
- terenuri *degradate antropic*, şi anume:
  - acoperite cu *depozite* (halde) *industriale*,
  - cu depozite *menajere*
  - cu decopertări prin *taluzuri artificiale*,

Întrucât activitatea de cartare a terenurilor degradate am subordonat-o în principal reconstrucției ecologice, în cadrul fiecăreia din formele amintite anterior s-a impus delimitarea unor *suprafețe elementare* în ce priveşte măsurile practice de reconstrucție care se vor întreprinde.

Astfel, în cadrul terenurilor erodate de apă am separat următoarele *unități elementare*:

- *ogaşe şi rigole de şiroire*, considerate ca forme incipiente ale eroziunii, cu adâncimi de până la 2m,

- *ravene*, ca forme evoluate ale eroziunii (adâncimi ≥ 2m), la care s-au cartat distinct următoarele elemente:

- *obârşia*, ca zonă unde apare vârful de ravenă, considerată zona cea mai importantă din punctul de vedere al activității erozionale regresive,

- *albia*, ca formă distinctă (şenal) creată de scurgerea concentrată a apei,

- *maluri relativ stabile*, stabilitatea lor fiind apreciată prin observații asupra pantei generale a taluzului, gradului de înierbare etc.

- *maluri instabile*, în care există surpări, alunecări, rupturi,

- *zonă stabilizată prin vegetație* forestieră, uşor de identificat prin suprafața compactă acoperită de coroanele arborilor

- zone cu *deplasări* ale versanților adiacenți, când efectul eroziunii în adâncime se resimte la versanți, iar aceştia ocupă o zonă îndeajuns de extinsă pentru a fi considerați ca *maluri.* Formele caracteristice sunt enumerate la terenurile cu fenomene de deplasare.

Eroziunea de suprafață nu a putut fi pusă cert în evidență prin cartarea pe imagini aeriene. Ea există pretutindeni în zonele cu terenuri agricole pe care arăturile sunt perpendiculare pe curba ne nivel. Au fost observate forme de eroziune de suprafață şi pe versanți, dar asupra ei au atras atenția mai ales formele incipiente de eroziune în adâncime, de tipul ogaşelor.

În cazul terenurilor cu fenomene de deplasare, s-au considerat a fi distincte din punctul de vedere al reconstrucției ecologice următoarele entități:

- *zona de ruptură*, caracterizată prin desprinderea masei de alunecare de versant,

- *versant de alunecare*, în zone cu pantă relativ mare, unde întreg versantul este în alunecare, fără ca suprafața masei alunecate să sufere mari modificări, se recunoaşte şi prin limita cu forma nederanjată,

- *corp de alunecare în valuri*, în care suprafața masei alunecată prezintă frământări sub formă de valuri aşezate aproximativ de-a lungul curbelor de nivel,

- *corp de alunecare cu monticuli*, la care suprafața alunecării prezintă monticuli (movile, mici proeminențe), de multe ori alternând cu zone de apă în exces,

- zone cu *exces de apă*, reținută în depresiunile suprafeței alunecate şi provenind din apa freatică sau pluvială

- *alunecări superficiale*, constând în deplasarea solului vegetal pe un substrat de argilă, pe versanți lungi şi cu înclinare mare

- zone cu deplasare relativ *stabilizată prin vegetație*,

- terenuri *cu goluri*, la care acestea se prezintă ca depresiuni închise de diferite dimensiuni. În funcție de mărimea golurilor, în literatură sunt date diferite denumiri ca: *găvane* (până la 5m adâncime şi 10m lărgime), *doline* sau *ponoare* (până la 15m adâncime şi 30m lărgime), *hârtopul* (până la 100m adâncime şi 1000m lărgime), sau *coclaurul*.

Pentru terenurile degradate antropic au fost evidențiate următoarele forme distincte:
- terenuri acoperite de *depozite* (halde) de *reziduuri menajere*,
- terenuri acoperite de *halde industriale*,
- *taluzuri artificiale*,
- terenuri *decopertate* de stratul de sol

IV.2. Identificarea formelor de degradare reprezentative din ariile țintă şi întocmirea de chei de fotointerpretare interactivă

IV.2.1 Generalități

La baza identificării formelor de degradare din ariile țintă a stat corelația dintre imaginea din ortofotoplan şi morfologia specifică formei de degradare. Atât eroziunea produsă de apă cât şi deplasările de teren, cu toate formele lor, au în plan imagini distincte față de terenul existent în jur. În acest context, delimitarea unei forme anume s-a realizat mai întâi pe ortofotoplan, urmând ca apoi în teren să se realizeze:

- determinarea unor puncte caracteristice în sistem GPS,
- preluarea de fotografii terestre asupra acestor puncte, creând astfel legătura între aceste imagini, teren şi ortofotoplan,
- însemnări şi schițe de teren, care au cuprins aspecte specifice fiecărei forme de degradare,
- ridicări în plan cu stația totală, georeferențiate, la scară mare, prin care s-a urmărit să se determine microrelieful formei de degradare şi obținerea unui model numeric 3D cât mai fidel al terenului. În acest fel s-a obținut o corelare a imaginii spațiale a terenului degradat cu cea din ortofotoplan.

Figura 40. Receptorul GMS-2,Topcon

Trebuie menționat şi faptul că ridicările în plan s-au realizat pentru formele care au în teren o dezvoltare spectaculoasă şi dau impresia unei evoluții rapide, aceste ridicări putând fi utile atât pentru alegerea unei soluții optime de reconstrucție ecologică cât şi pentru etapa de studiu a evoluției diferitelor forme de degradare, care va fi abordată ulterior.

Utilizarea sistemului GPS

În teren s-au utilizat simultan două receptoare de mână pentru poziționare prin sistem satelitar, de tip GMS-2, produse de firma Topcon.

Aceste receptoare au câteva caracteristici care prezintă interes pentru demersul nostru:

- eroarea estimată a poziției punctului determinat este de ±50cm,
- posibilitatea urmăririi simultane atât a constelației de sateliți GPS cât şi GLONAS (dual-constellation). Numărul de sateliți vizibili din fiecare constelație este afişat distinct,
- receptorul are integrat o camera foto digitală şi o busolă electronică (*electronic compass*). În acest fel se poate fotografia terenul dintr-un punct dat (prin coordonate GPS) si spre o direcție cunoscută (dată de busola ele),
- comunicare interactivă de tip *touch screen*
- modul de lucru poate fi static sau de tip DGPS (*Differential Global Positioning System*).Acesta din urmă folosseşte informațiile provenite de la stații fixe de la sol pentru a-şi calcula corecțiile,
- poate fi încărcat cu diferite aplicații software (TopSURV modul GIS, ESRI/Topcon TopPAD).

Folosirea practică a sistemului a confirmat precizia dată de casa constructoare. Prin determinarea în sistem GPS a unei poziții cunoscute (bornă geodezică sau din rețeaua de îndesire) s-au obținut precizii inferioare celei de ±0,50cm. Această precizie este în concordanță cu cea careditată pentru ortofotoplan şi suficient de bună pentru determinările noastre.

Preluarea de imagini terestre

Imaginile au fost preluate cu camere digitale a căror rezoluție şi memorie au răspuns cerințelor noastre. Preluarea imaginilor cu receptorul GPS, deşi posibilă, nu a fost întotdeauna o soluție agreată în primul rând pentru că în teren s-a lucrat în perechi de prin fotografiere reciprocă, iar în al doilea rând pentru că astfel am putut avea garanția unui timp mai mare de funcționare al receptorului din punctul de vedere al folosirii bateriei de acumulatori şi a memoriei.

Însemnări şi schițe de teren

Acestea privesc elemente specifice fiecărei forme de degradare care ar putea să fie fotointerpretabile la nivelul ortofotoplanului. În afară de acestea, se fac şi notații legate de imaginile preluate şi punctele GPS determinate.

În contextul de mai sus se prezintă modalitatea practică de lucru stabilită de coordonatorul de proiect, care a fost prezentată, discutată şi dată spre însuşire partenerilor în cadrul unei întâlniri de lucru (birou + teren), care s-a desfăşurat la Suceava în data de 31 martie 2008.

Coordonatorul de proiect a propus pentru identificarea formelor de degradare o *modalitate unitară de lucru*, care să combine notațiile din teren cu preluarea de imagini şi determinarea punctelor GPS, după cum se arată în cele ce urmează.

1. DEPLASĂRI (ALUNECĂRI) DE TEREN

1.a. Descrierea în teren (*însemnări, schițe în teren*) a alunecării, cu scoaterea în evidență a unor informații care să permită o clasificare a lor. Din clasificările care există am considerat că cea mai avantajoasă pentru întocmirea cheilor de fotointerpretare este cea făcută de geomorfologi, care ține cont de aspectul suprafeței zonei alunecate. De regulă, degradările suferite în urma proceselor de alunecare sunt variate, dar în ansamblu sau pe porțiuni se încadrează într-o anumită tipologie.

În acest context, principalele forme rezultative ale microreliefului suprafețelor ce au suferit alunecări de teren şi care trebuie menționate în scris într-un carnet de teren sunt (Surdeanu,):

- terenuri cu suprafețe de ruptură: au aspect asemănător taluzului de ravenă, cu pantă mare, eventual cu roca mamă expusă la suprafață,
- terenuri frământate cu aspect de monticuli: au pe suprafață movile sau mici proeminențe, alternând cu microdepresiuni, de regulă cu apă în exces (bălți, mlaştini),
- suprafața alunecată sub formă de valuri, specifice în terenuri care prezintă alternanțe de nisipuri cu argile. Valurile au aspect cvasiparalel, fiind separate între ele de depresiuni sub formă de uluc, umplute de cele mai multe ori de apă,
- terenuri cu aspect de hârtoape: sunt rezultate prin alunecarea unor mase mari, cu rupturi de formă circulară înspre amonte, iar masa alunecătoare are aspect frământat,
- terenuri cu forme mixte, rezultate din combinarea celor de mai sus, dintre care cele mai frecvente sunt cele cu aspect de monticule, combinate cu valuri sau cu trepte,
- terenuri cu alunecare în bloc, de tip versant, rezultate în urma alunecărilor de întindere mare şi profunde. Practic, *stratul superficial de sol se păstrează* aproape intact, cu excepția zonelor de ruptură din amonte şi a zonei laterale de delimitare cu terenul stabil,
- terenuri cu alunecări în trepte sau în terase, în cazul în care alunecarea a avut loc succesiv, în fâşii late, versantul apărând în terase de lățimi mari, de până la 40 – 50m,
- terenuri cu depresiuni de tip gol (găvan, ponor, hârtop) – se estimează adâncimea şi diametrul

.

Se estimează dacă alunecarea este superficială (grosimea materialului deplasat nu depăşeşte 1- 1,5m), sau profundă (peste 3m) şi dacă aspectul actual este al unei alunecări stabilizate sau există condiții pentru reluarea mişcării (alunecări parțial stabilizate sau chiar active).

Se mai notează:

- dacă terenul prezintă *crăpături* pe suprafața alunecată, imediat amonte de frontul de alunecare sau pe suprafața masivului alunecător,
- dacă terenul prezintă surpări la suprafața de rupere sau prăbuşiri în masa alunecată (doline, găvane),
- natura rocii ce apare în surpări sau rupturi
- dacă terenul are vegetație si în ce stare (specia forestieră, dacă arborii sunt cu tulpina verticală sau dacă sunt cu aspect de „pădure beată", vârsta estimată etc.).

1.b Determinare unor puncte cu sistemul GPS

Pentru alunecări se vor determina cu GPS punctele caracteristice, în sistem stereografic 70, pentru:

- partea superioară pe toată lungimea, cu notarea numărului punctului în care începe frontul de desprindere sau linia de ruptură – discuție;
- linia laterală reprezentând limita dintre terenul nederanjat şi cel alunecat,
- baza alunecării, percepută ca linie între terenul deranjat/nederanjat
- se dă atenție maximă la punctele pentru toate zonele (frontal + lateral) în care există teren cu degradare proaspătă (ruptură, surpare)
- puncte în zonele cu depresiuni, funcție de diametrul lor

1c. Fotografii

Se vor face fotografii color pentru:

- puncte caracteristice importante de tipul rupturilor proaspete (sau aparent noi). Imaginile se iau cu *notarea numărului pozei* şi a *nr. punctului GPS fotografiat*,
- redarea aspectului suprafeței alunecate, pentru a se susține ideea clasificării într-una din formele de la pct. **1.a**,
- formele de alunecare mici, de ordinul metrilor/zecilor de metri se poate face o poză de ansamblu şi localiza zona cu GPS doar printr-un punct în zona suprafeței alunecate,
- goluri de diferite mărimi (de la găvane la hârtop!).

Se va nota direcția de fotografiere (de ex. fotografie nr 765 din punctul GPS nr 34 spre sud-vest sau foto nr. 123 din punctul GPS 182 spre punctul GPS 333)

2. EROZIUNE DE ADÂNCIME

Forma în plan a ravenelor şi ogaşelor este bine identificabilă in imaginea de pe ortofotoplanuri. În teren se va specifica dacă ravena este:

- pe fundul unei văi (ravene *de vale*) – traseul ei se desfăşoară pe fundul văii care adună apele,
- pe versanți (ravene *de versant*)– traseul se desfăşoară numai pe versant,
- dacă au traseul terminat într-un ordin superior sau dacă sunt terminate pe versant fără gura ravenei (ravenă *discontinuă*)

Datele din teren trebuie să conțină:

2.a. Descrieri

În carnet se va nota:

- tipul de eroziune, ținând cont de clasificarea formelor după normativ (rigole, ogaşe, ravene),
- poziția şi starea obârşiei eroziunii (activă/nu),
- la ravenele discontinui se va nota starea lor (înierbată, cu vegetație, cu tendință de regresiune etc)
- forma fundului ravenei (V, U), locurile unde se face trecerea de la o formă la alta pentru aceeaşi ravenă, inclusiv punct GPS pe mal,
- date despre vegetația instalată (locul de unde începe instalarea/dispariția vegetației determinat prin punct GPS, tipul de vegetație, iar dacă sunt arbori - vârsta estimată) – de ex.: din punctul GPS 645 există salcâm de circa 15 ani – se poate estima şi înălțimea dacă vârsta este greu de estimat - până la pct. de confluență 687 GPS),
- observații despre punctele pentru care este stabilită poziția prin sistem GPS (pct 354 – alunecare a malului cu ruptură).

2.b Puncte GPS

Punctele GPS trebuie determinate în general ca puncte caracteristice pentru:

- întotdeauna se va face evidențierea prin punct/puncte a *obârşiei* (+ poză spre punctul/zona de obârşie). Se vor determina toate punctele de început/sfârşit în care terenul prezintă degradări ce apar ca recente, - discuție
- pentru ogaşe şi rigole discontinui se vor puncta întotdeauna obârşia şi gura ravenei (discuții!) + poză pe punct, evident,
- se vor contura malurile ravenelor cu lucrul în pereche pe ambele maluri. Se fac poze de pe un mal spre celălalt cu notarea relației poză / punct / observație. Punctele conturează malurile ca puncte caracteristice, dar trebuie luate neapărat puncte (conturare) + imagini în zonele de surpare sau / şi de alunecare a malurilor, în zonele de confluență cu orice braț lateral (pentru care este, evident, obligatoriu de poziționat obârşia!),
- evidențierea unor zone umede (gen baltă, mlaştină) şi, dacă este cazul, locul de pe talveg (sau în dreptul lui, pe mal) unde începe un curs permanent,

2.c Imagini digitale

Imaginile se comentează în carnet ca nr imagine, nr punct GPS şi situația pe care o redau. Se urmăreşte preluarea lor pentru:

- toate situațiile în care s-au luat puncte GPS,
- situații deosebite (construcții de orice tip sau terenuri cultivate în albiile ravenelor, alunecări, surpări, mlaştini etc),
- zona de confluență a ramificațiilor sau a ravenelor şi zona gurii ravenei (fie că este stinsă, fie debuşarea într-un emisar).

3. TERENURI CU EXCES DE APĂ

3.a. Notații

- dacă mlaştina este alimentată din apă curgătoare,
- dacă există vegetație de mal sau în interior şi ce fel,
- dacă există scurgere permanentă din baltă

3.b. Puncte GPS

- la inserția/ieşirea unui curs de apă ce alimentează/drenează balta (dacă este cazul),
- câteva puncte pe contur, pentru. a surprinde eventuala stare permanentă/temporară

3.c. Imagini foto

- asupra vegetației de orice tip,
- asupra aspectului general

4. TERENURI DEGRADATE ANTROPIC

4.a – Notații:

- despre *haldele industriale*:
  - sursa de minerale depozitate (ex: CET Suceava)
  - estimarea înălțimii, a gradului de împrăştiere pe suprafața ocupată,
- despre *depozitele menajere*:
  - dacă sunt organizate oficial sau sunt spontane,
  - dacă sunt protejate contra extinderii/împrăştierii
  - estimarea înălțimii, împrăştierii
- despre *taluzuri artificiale* sau *descopertări de teren*:
  - în ce context s-au făcut şi cât de adâncă este decopertarea,
  - dacă există scurgeri din suprafața descoperită

4.b. Puncte GPS

- la *haldele industriale* sau *menajere*:
  - conturare prin puncte caracteristice, inclusiv schiță drum acces,
  - puncte explicite în zona în care intră deşeurile
- despre *taluzuri artificiale* sau *descopertări de teren*:
  - început/sfârşit taluz, respectiv conturare decopertare

4.c. Imagini fotografice

- aspecte generale din care să reiasă elemente caracteristice - discuții

Ridicări în plan cu stația totală

Ridicările în plan cu stația totală s-au realizat pentru două amplasamente care prezentau caracteristici importante :

- *alunecarea* de teren localizată între Spitalul Județean Suceava – secția *Burdujeni* şi stația de 110 KV Burdujeni,
- o *ravenă* din aria țintă Ciprian Porumbescu – în apropiere de satul *Bălăceana*.

Motivele care au condus la măsurătorile asupra *deplasării de teren de la Burdujeni* au fost în principal legate de:

- rapiditatea cu a evoluat deplasarea. Poziția unor elemente specifice (linia rupturii, limita laterală spre terenul stabil) determinată prin puncte GPS în luna februarie 2008 s-a modificat prin deplasări de ordinul metrilor peste câteva luni (septembrie),
- mărimea alunecării, atât prin volumul de pământ deplasat cât şi prin întindere şi energie de relief, într-o zonă în care există obiective sociale şi economice,
- apropierea de municipiul Suceava şi implicit posibilitatea de a urmări sistematic fenomenul şi de a reface în timp util măsurătorile, dacă se impune,
- posibilitatea de a putea face predicții cu privire la direcția de deplasare ulterioară a versantului,

- determinarea modelului numeric al terenului, care să ne poată permite o mai bună înțelegere a aspectului tipic al suprafeței alunecate şi imaginea corespondentă în ortofotoplan,

Privitor la *ravena Bălăceana*, aceasta se distinge prin formă şi întinderea mare, fiind amplasată într-o zonă cu manifestări puternice ale eroziunii de adâncime. Impresia generală pe care o lasă ravena este de zonă calamitată cu potențial de evoluție rapidă, judecând după alura malurilor ramificației principale şi a celor secundare - cu rupturi şi diferențe de nivel de ordinul zecilor de metri, dar şi după procesele de alunecare a versanților adiacenți. În plus, ridicarea în plan a punctelor caracteristice şi realizarea modelului digital al terenului poate oferi şi imaginea evoluției în timp a fenomenului, având ca date comparative pe cele din 1978 (zborul pentru realizarea planului de bază la scara 1:5.000) şi cele pentru realizarea ortofotoplanului (2005).

Ridicările în plan s-au executat cu stația totală Leica TCR din dotare, pornind de la puncte bornate ale rețelei geodezice, aflate în zona de lucru. Practic, s-au executat drumuiri închise pe punctul de plecare, traseul drumuirii fiind astfel condus încât să fie vizibile toate elementele caracteristice ale degradării. Punctele radiate au condus la determinarea limitelor, rupturilor şi schimbărilor de direcție şi de pantă, care să poată conduce la un model tridimensional al terenului cât mai fidel. Folosind măsurarea distanței prin radiații laser, fără prismă reflectoare (opțiunea *reflectorless*) s-a realizat şi determinarea unor puncte caracteristice în zone greu sau inaccesibile (pereți ai rupturilor de teren, versanți abrupți etc), care au completat în mod fericit modelul terenului.

IV.2.2. Forme reprezentative şi suprafețe elementare

Identificarea formelor de degradare pe imaginile aeriene s-a făcut după acele caracteristici ale lor care sunt identificabile la nivelul imaginii digitale: conturul degradării, tonul şi textura imaginii suprafeței, efectul umbrelor asupra microreliefului.

În acest context, la descrierea în teren a formelor de degradare s-a dat o mai mare importanță acelor caracteristici ale suprafeței degradate care sunt vizibile pe ortofotoplan şi deci fotointerpretabile.

1. Ogaşe

Sunt formațiunile caracteristice pentru eroziunea incipientă de adâncime produsă de apă. Ele se prezintă ca şanțuri naturale formate pe versanți cu pantă mare, neregulate, de lungime relativ mică cu adâncimi de până la 2m şi lățimi de acelaşi ordin de mărime. Secțiunea lor transversală este de cele mai multe ori în formă de V, sunt orientate aproximativ pe linia de cea mai mare pantă şi au linia talvegului aproximativ paralelă cu suprafața terenului.

Caracteristic ogaşelor este că se dezvoltă şi evoluează rapid, întrucât sculptează partea superficială a terenului (de cele mai multe ori orizontul A). Ele fac trecerea de la eroziunea de suprafață, greu de identificat cert pe ortofotoplanuri, şi ravene, ca formațiuni evoluate. De aceea, prezența ogaşelor în ariile țintă nu a fost foarte frecventă. În imaginea de mai jos se prezintă o formațiune de ogaşe din aria țintă Preuteşti. În sprijinul ideii de relativă efemeritate a acestor formațiuni stă observația că, la revenirea în aceeaşi zonă după 3-4 luni o parte din ogaşe erau mult evoluate spre ravene.

Fig. 41. Ogaşe în zona țintă Preuteşti – Buneşti

2. Ravene

Ravenelor li s-a acordat o atenție deosebită la cartare, întrucât sunt forme reprezentative, evoluate atât ca întindere în plan cât şi ca adâncime.

Procesele de degradare din ravene, responsabile de forma actuală şi de evoluția lor ulterioară sunt diverse (eroziune regresivă, eroziune laterală, deplasări de maluri sau versanți alăturați, eroziune de fund) şi sunt de regulă preponderente într-o suprafață elementară.

Sub aspect cantitativ (mărime, formă), elementele de contur ale ravenei care au corespondență în imagine sunt uşor identificabile în teren. Sub aspect calitativ, tipurile de *suprafețe elementare* (zone relativ unitare sub aspectul măsurilor de reconstrucție ecologică) se diferențiază între ele prin poziția lor în cadrul degradării.

La ravenele inventariate în teren s-au studiat zonele caracteristice. Georeferențierea lor în teren s-a realizat fie prin sistemul GPS fie prin ridicări în plan cu stația totală, iar apoi s-a asigurat, prin preluarea de imagini, legătura cu imaginea pe care o dau în ortofotoplan.

2.1. Obârşia

Obârşia reprezintă capătul amonte al ravenei, în care se află vârful ei. Aici este zona din ravenă unde preponderentă este eroziunea regresivă, responsabilă cu deplasarea vârfului ravenei spre amonte. La obârşiile studiate în teren s-au determinat puncte pe contur, s-a notat starea generală malurilor, existența vegetației şi s-au preluat imagini din diferite unghiuri, care să surprindă trăsături care pot fi regăsite în imaginea aeriană. Au fost inventariate obârşii active sau stabilizate, cu sau fără vegetație

2.2. Maluri relativ stabile

Malurile au fost considerate acea porțiune care pleacă din albia ravenei şi care păstrează aproximativ aceeaşi pantă. Malurile relativ stabile au fost astfel catalogate în teren având în vedere următoarele caracteristici:

- pante relativ aşezate,
- vegetație de tip ierbos chiar pe toată suprafața,
- lipsa formelor incipiente de deplasare sau eroziune de adâncime

Porțiunile de mal relativ stabil au fost delimitate prin puncte GPS şi fotografiate, pentru a putea fi corelate cu imaginea lor din ortofotoplan. S-a delimitat şi partea superioară a malului, pentru a putea surprinde trecerea spre versantul adiacent.

2.3. Maluri instabile

Malurile instabile sunt frecvente şi au fost astfel catalogate după următoarele caracteristici:

- au pantă mare şi diferită pe diferite porțiuni,
- prezintă fenomene de degradare de tipul deplasărilor, eroziunii de adâncime, rupturilor sau surpărilor pe toată suprafața sau pe porțiuni apropiate,
- aspectul exterior nu este înierbat sau este doar pe porțiuni,
- există deplasări de brazde înierbate,
- arborii sau arbuştii lipsesc

2.4. Zone stabilizate prin vegetație

Sunt porțiuni întâlnite cu precădere la obârşii sau în partea inferioară a ravenei, spre confluența cu un emisar, în care

- vegetația reprezentată prin arbori sau arbuşti forestieri este prezentă,
- consistența în stratul arborilor este ridicată,
- solul nu apare distrus prin eroziune sau deplasări,
- vârsta arborilor, evaluată după diametre, înălțimi şi specie este mai mare de 20-30 ani,
- în zonele imediat vecine există activități agricole, care indică dacă terenul prezintă sau nu siguranță în folosire

2.5. Albii

Albia sau fundul ravenei a fost luată în considerare începând din zona în care a fost sesizată existența unui şenal de scurgere a apelor pluviale. Pentru albie au fost notate în teren informații ca:

- punctul din care se consideră începutul ei (punct GPS pe mal),
- forma profilului transversal (U, V) sau existența de praguri (naturale sau artificiale) în profil longitudinal,
- existența vegetației în albie şi descrierea ei,
- locul începând de unde există curgere permanentă sau cvasipermanentă,
- existența rocii mame în patul albiei

IV.2.3. Forme de degradare inventariate în teren

Aria țintă Suceava – Salcea

Ravena Salcea

Este situată în apropierea aeroportului cu acelaşi nume de lângă municipiul Suceava. Lungimea totală a albiei principale este de 3130m, cu lățimea maximă de 207m. Suprafața totală a terenului degradat este circa 56,6 ha. Partea aval este relativ stabilizată prin vegetație arborescentă de cca. 20-25ani; în partea amonte a firului principal şi pe ramificația laterală există eroziune regresivă, obârşiile ambelor ramificații fiind considerate active (fig. 42).

Fig. 42. Vedere asupra ravenei Salcea din amonte de confluența celor două ramificații

Ravena s-a dezvoltat într-un teren cu pantă generală redusă (3%), cu substrat geologic constituit din depozite neconsolidate. Originea ravenei principale a fost activată artificial prin descărcarea defectuoasă a unui dren colector (fig. 43). Punctul de capăt al ravenei este clar evidențiat în teren, poziția lui fiind determinată în sistem GPS. Aducerea la zi a orizonturilor inferioare de sol creează premisa identificării pe imagine aeriană prin contrast cu terenul nederanjat. Obârşii active se pot observa şi lateral, pe toată lungimea malurilor; conformația lor fiind vizibilă cert delimitată.

a. b.

Fig. 43. a. Obârşia ravenei principale; b. Eroziune laterală pe versantul albiei principale, cu obârşia clar conturată

Albia se formează la cca. 500m aval de obârşie, prezentând fenomene preponderent de eroziune de fund. Existența unui debit solid transportat este confirmată de depozitele existente la confluența albiilor principale când, datorită micşorării pantei albiei, a scăzut capacitatea de transport a aluviunilor (fig. 44).

Malurile se dezvoltă pe măsura înaintării spre aval, prezentând atât forme relativ stabile, cât şi eroziuni laterale în diverse stadii de dezvoltare. Se pot identifica toate tipurile de unități elementare caracteristice eroziunii în adâncime, menționate anterior. Malurile de tip instabil prezintă eroziuni incipiente sau avansate în adâncime, dar şi deplasări de teren activate de eroziunea fundului albiei (fig. 45). Destabilizări în mal sunt produse şi de numeroase adăposturi ale animalelor sălbatice (vulpe, bursuc).

În aval, procesele de destabilizare sunt mai puțin intense şi datorită stabilizării malurilor cu vegetație arborescentă. Un element nou este prezența culturilor agricole în interiorul ravenei, fapt ce denotă oprirea din evoluție a acestui fenomen în zona din aval. Malurile relativ stabile au o conformație specifică, cu un microrelief mai omogen şi acoperite complet cu vegetație ierboasă.

a b.

c.

Fig. 44. a. Ravenă fără albie formată; b. Albie conturată ca şenal de scurgere; c. Depozite de aluviuni la confluența ramificațiilor

a. b.

c. d.

e. f.

g. h.

Fig. 45. Tipuri de maluri în cazul ravenei Salcea: a. mal instabil (cu ruptură); b, c. mal instabil cu deplasare tip monticuli; d, e. mal instabil cu deplasare a terenului în valuri; f. ramificație laterală stabilizată cu vegetație; g. mal relativ stabil; h. zonă stabilizată cu vegetație

Determinarea punctelor caracteristice în sistem GPS a fost transpusă pentru comparație pe ortofotoplanul georeferențiat, fiecare punct fiind însoțit de observații şi imagini fotografice.

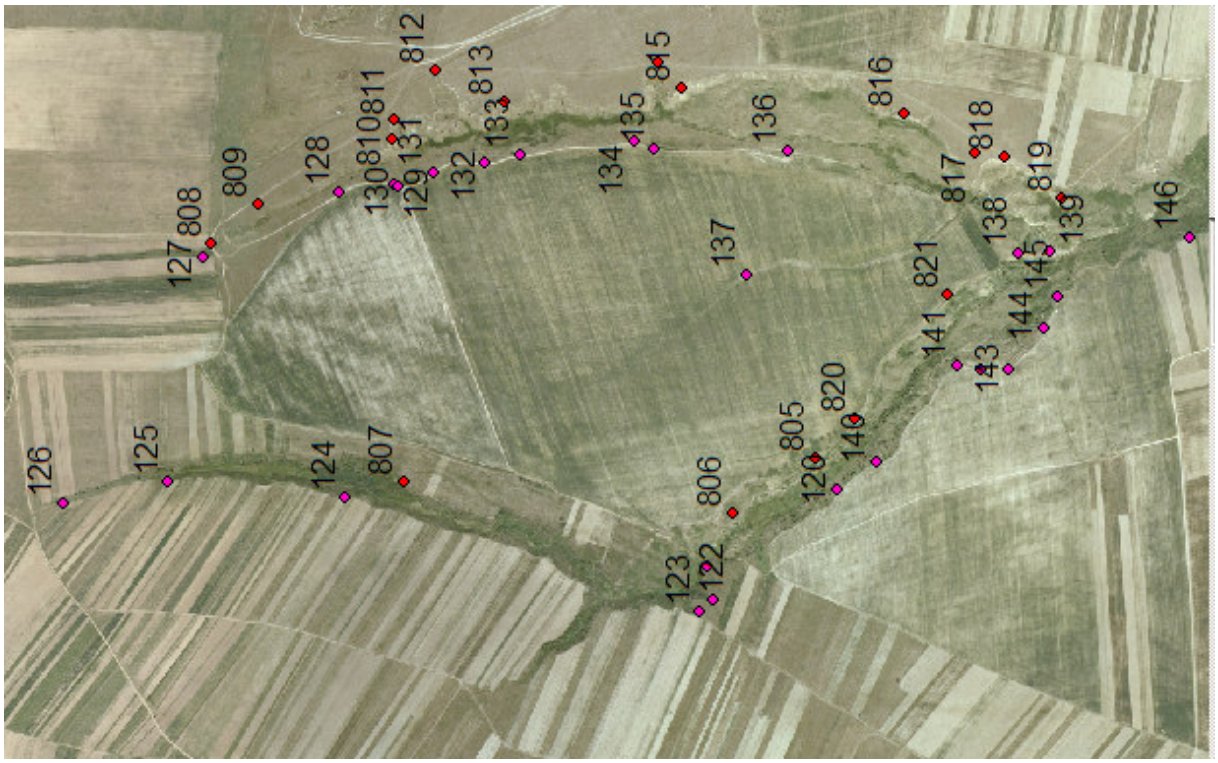


Fig. 46. Puncte GPS suprapuse pe imaginea georeferențiată, indicând zone caracteristice

Alunecarea Burdujeni

Este situată pe versantul estic al cartierului Burdujeni şi, datorită unei evoluții rapide, a fost inventariată succesiv în luna februarie şi septembrie 2008 în sistem GPS respectiv prin ridicare în plan cu stația totală (fig. 47). Cu ocazia inventarierii din septembrie s-a instalat o rețea de puncte de coordonate cunoscute în scopul constituirii unui perimetru de monitorizare permanentă. Alunecarea prezintă zone caracteristice ca:

- *rupturi*, însoțite de surpări, care au condus la apariția unor versanți practic vertical, fără vegetație, supuşi unui proces continuu de modelare sub acțiunea gravitației, precipitațiilor, variațiilor de temperatură şi deplasării masei alunecate de la bază
- *suprafețe cu valuri şi monticuli*; constituie un microrelief specific suprafeței superioare a masei alunecate. Părțile iluminate direct şi cele aflate în umbră dau modificări de ton în imaginea aeriană, făcând aceste forme uşor fotointerpretabile
- *acumulări de apă pluvială stagnantă*, apărute în contextul microreliefului frământat al zonelor cu valuri şi monticuli, care au condus chiar la apariția unei vegetații specifice (higrofile), cu un răspuns spectral distinct;
- *limita cu versantul nederanjat*, care în teren apare distinct, sub forma unui şanț de ruptură.

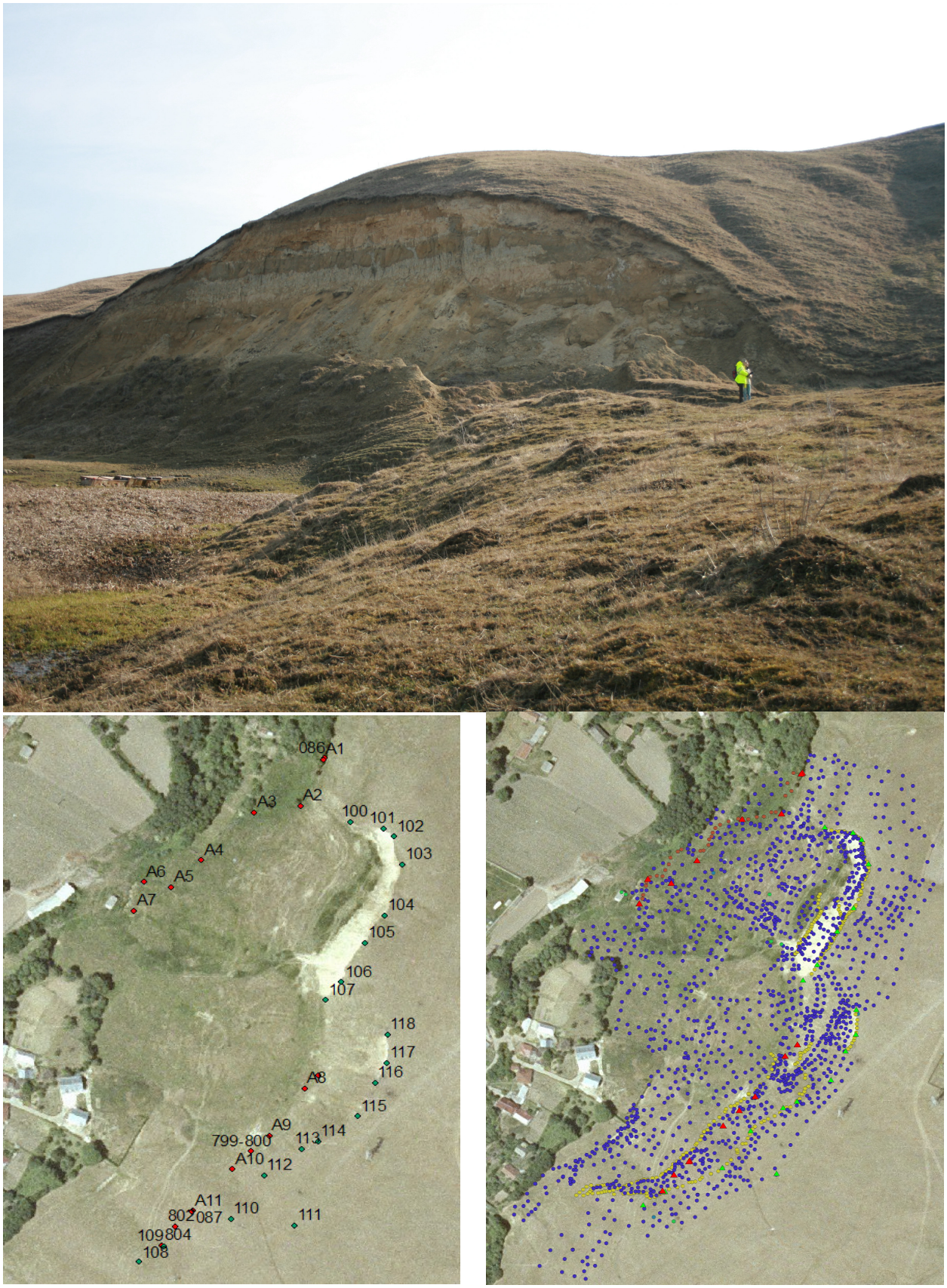


Fig. 47. Alunecarea Burdujeni: sus – imaginea rupturii superioare; stânga jos – inventariere februarie (GPS); dreapta jos – ridicare în plan cu stația totală – septembrie 2008.

a. b. c. d.

Fig.48. Alunecare Burdujeni: a. limita zonei de ruptură cu versantul stabil; b. efetul eroziunii pluviale asupra suprafețelor rezultate în urma rupturii; c, d. deplasarea produsă în acelaşi punct al deplasării (c – februarie 2008, d – septembrie 2008).

Halde menajere

Apar în general în proximitatea centrelor urbane şi sunt caracterizate prin textură variabilă a imaginii. Se pot recunoaşte după fondul deschis resturile menajere împrăştiate în jur (fig. 10).

Fig. 49. Halda menajeră a municipiului Suceava

Aria țintă Preuteşti Buneşti

Este situată între Fălticeni şi Dolhasca şi este caracterizată în general prin procese de degradare de mare intensitate şi întindere. Aici s-au întâlnit forme de deplasare extinse pe suparfețe de ordinul zecilor de hectare, eroziuni în adâncime foarte lungi însoțite de deplasări de teren, dar şi deplasări superficiale sau goluri. Cea mai intensă zonă degradată se află în raza satului Hârtop, localitate al cărui nume exprimă tocmai acest lucru, prin *hârtop* înțelegând „o depresiune mare de forma unui amfiteatru, adâncă de 10-100m şi largă de 100-1000m, cu pereții abrupți şi cu fundul regulat, aproape plat" (Băloiu, 1967). La fața locului, situația apare chiar exagerată față de definiția de mai sus (fig. 150).

Fig. 50. Imagine parțială asupra degradărilor din zona Hârtop

În zona Preuteşti Buneşti există două porțiuni distincte ca tipologie de deplasare a terenurilor.

Un prim tip este localizat la sud-vest de satul Hârtop, care ar putea fi un exemplu tipic de *hârtop*, conform definiției date de geomorfologi. Caracteristic acestei zone sunt porțiunile de suprafață alunecată, cu stratul de sol de la suprafață aparent nederanjat şi compact şi compact ca ton şi textură pe imaginile aeriene. La o primă estimare a amplorii fenomenului în zonă, plecând de la analiza imaginii, în această porțiune s-au delimitat zeci de zone degradate, cu suprafețe mici, care ar fi reprezentat rupturi, deplasări cu monticuli şi valuri, zone înmlăştinate, curgeri superficiale şi surpări (fig. 51). La vizita în teren, s-a constatat că, de fapt, terenul aparent nederanjat prezenta fisuri frecvente care au indicat faptul că deplasarea este activă pe toată suprafața (fig. 11). Un aspect deosebit şi specific acestei zone este acela că prezintă deplasări cu *goluri*, de tip *găvane* şi *doline*, conform descrierii făcute anterior (Băloiu, 1967). Întrucât încă nu avem cunoştințe detaliate asupra geologiei zonei şi, deci, a cauzelor care conduc la apariția golurilor, ne oprim în această fază doar la a le fi semnalat şi cartat. Poziția golurilor atât pe culmi, cât şi pe versanți cu pantă redusă ne îndreptățesc să credem că la baza formării lor sunt cauze geologice (fig. 52.a,b).

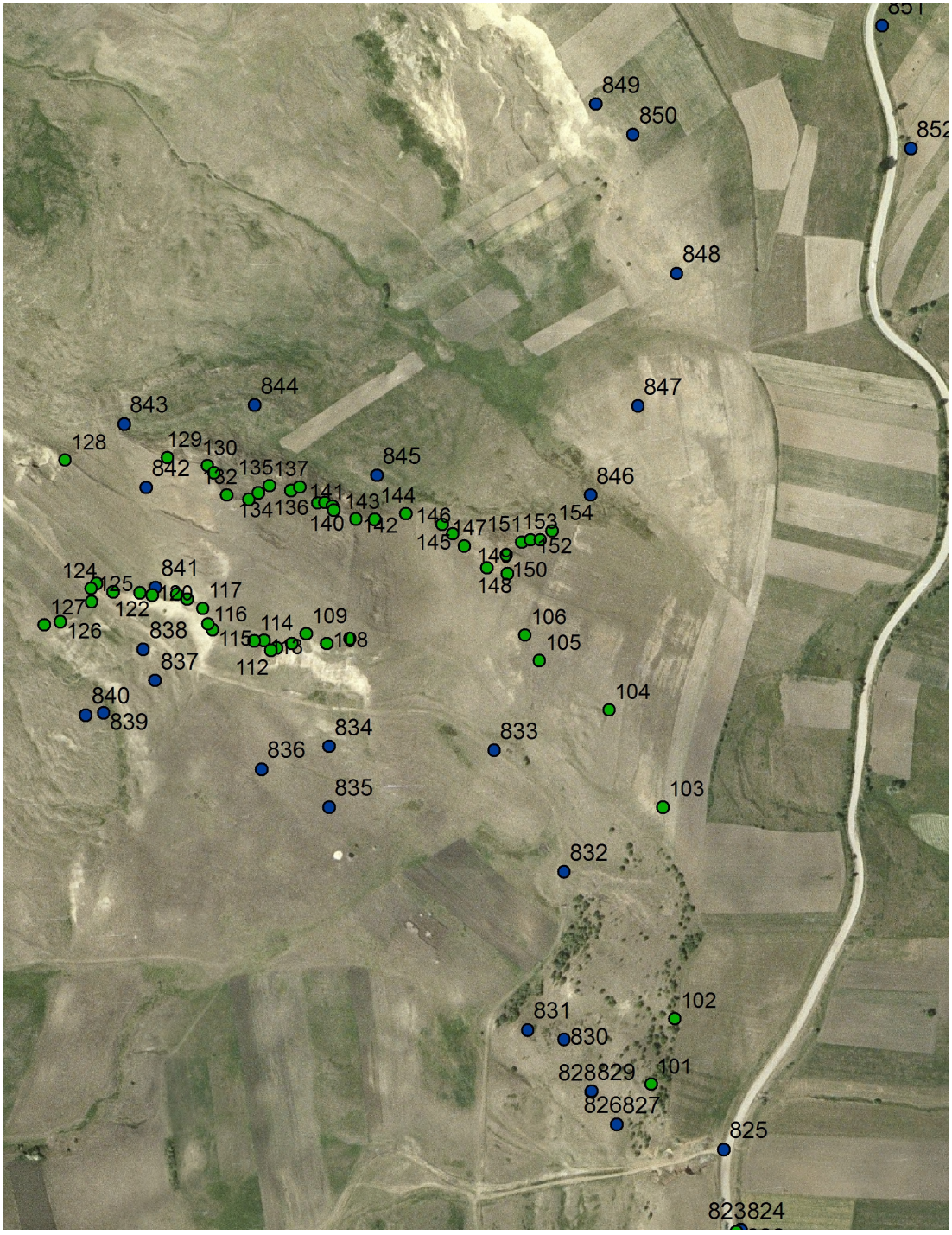


Fig. 51. Inventarierea prin tehnologie GPS a unor forme reprezentative de degradare a terenului în sud-vestul satului Hârtop

În altă ordine de idei, tot în acest perimetru se găsesc deplasări cu rupturi, în urma cărora rezultă versanți cu pantă foarte mare pe suprafața cărora nu se poate dezvolta vegetația ierboasă. Astfel, aceste zone apar foarte distinct pe imagini prin contrastul cu suprafețele alăturate, deci uşor identificabile pe ortofoplanuri. Limita superioară a rupturii, poziționată prin sistem GPS şi suprapusă peste imaginea aeriană şi peste planul de bază (1:5000), obținut după zborul din 1978, este însă, aproape în toate cazurile, nemodificată. Acest fapt denotă că în această porțiune terenul este stabil prin roca semiconsolidată (se poate vorbi de un echilibru relativ atins prin evoluția zonei de ruptură). Dacă ne referim însă la microrelieful corpului

alunecat, lucrurile stau total diferit. Acest fapt este vizibil prin poziția suprafețelor înmlăştinate, modificată în perioada de după zborul din anul 2005, şi chiar de poziția crestei valurilor de alunecare (clar identificabile pe imagine), care la o primă analiză, rezultă cu deplasări de ordinul metrilor. Friabilitatea materialului parental este confirmată de situația unor terenuri cu degradări antropice produse foarte recent, în urmă cu doi ani. Cu ocazia amenajării unui drum de acces la terenurile agricole s-au format taluzuri artificiale cu pantă mare care au rămas neconsolidate şi prezintă fenomene de surpare cu deplasarea stratului vegetal şi fertil din partea superioară a solului (fig. 52.c,d). Prezența orizontului fertil relativ nederanjat la suprafața solului (vizibil în profil în zonele de ruptură) şi conformația albiilor pâraielor din zona Hârtop indică o intensitate redusă a proceselor erozionale datorate apei pluviale, atât a celor dezvoltate în adâncime, cât şi a eroziunii de suprafață.

Un al doilea tip de deplasare este cel situat în partea de nord est a satului Hârtop (fig. 53). Acest tip este caracterizat prin rupturi produse până la nivelul rocii parentale, reprezentate în acest caz de gresii. Aparent, intensitatea fenomenului este mai mare decât în cazul precedent, dar atingerea substratului parental consolidat duce la stabilizarea microreliefului nou format. Alt fenomen caracteristic este reprezentat de prezența depozitelor de rocă dislocată în partea inferioară a rupturilor (fig. 54.a,b). O pondere ridicată în suprafață o are forma de deplasare în valuri, evidentă şi dintr-o primă analiză a figurii 14. Variația intensității fenomenului poate fi influențată în anumite situații de existența vegetației lemnoase, dar şi de densitatea arborilor din zona respectivă (fig. 15.c). Se poate observa coincidența limitei dintre suprafețele cu diferite intensități ale fenomenului şi linia de demarcație dintre zonele cu consistență plină şi consistență brăcuită (Florescu, 1997).

Fig. 52. a, b. deplasări cu goluri de tip dolină; c,d. taluzuri artificiale degradate; e. profil de sol cu orizontul fertil relativ neerodat

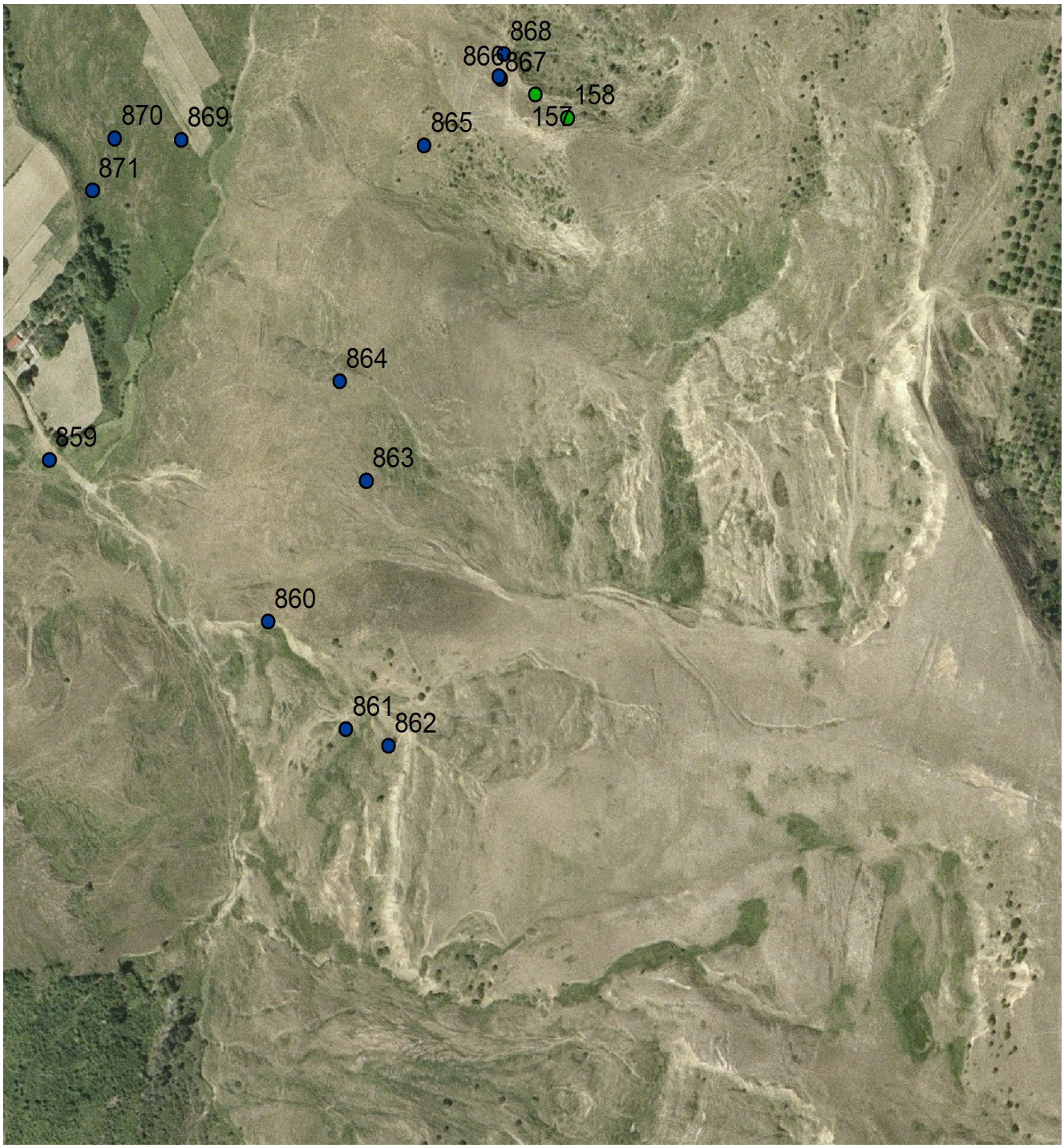


Fig. 53. Aspectul general al perimetrului degradat din nord estul satului Hârtop

Pe versanții cu pantă mare apare frecvent în această zonă fenomenul de curgere superficială a solului. Datorită formei tipice a fenomenului, cu obârşie, zonă de curgere şi de depozitare clar conturate (fig. 15), limita față de terenul din jur este uşor remarcabilă în teren şi s-a dovedit a fi uşor identificabilă imaginea aeriană.

a.

b.

c.

Fig. 54. a. Imagini din perimetrul degradat situat în nord estul satului Hârtop: a. ruptură cu surpare şi dislocarea depozitului parental; b. ruptură şi zonă alunecată cu instabilitate ridicată; c. influența densității vegetației lemnoase asupra intensității deplasării terenului

Aria țintă Ciprian Porumbescu

Alegerea acestei arii țintă în faza inițială s-a datorat identificării pe ortofotoplanurile zonei a unor perimetre întinse de degradare. O primă conturare a acestor perimetre a indicat, pentru UTA Ciprian Porumbescu un procent al terenurilor degradate de 15-16%, acesta cel mai mare la nivelul județului Suceava. În teren s-a confirmat existența unor forme extinse ca întindere şi avansate ca evoluție. Specific zonei este sunt ravenele de dimensiuni mari, cu maluri cu pantă foarte mare, versanți cu deplasare spre albie, cu fenomene de curgere superficială foarte active.

Ravena Bălăceana

Este situată la sud de satul Bălăceana, comuna Ciprian Porumbescu, făcând parte dintr-un grup de trei ravene asemănătoare ca mărime şi formă. Existența unor puncte geodezice în imediata apropiere ne-a permis verificarea preciziei de poziționare în sistem GPS pentru configurația caracteristică acestei zone şi instalarea unei rețele proprii, cu puncte georeferențiate în vederea monitorizării prin ridicări în plan de detaliu, efectuate periodic. Necesitatea monitorizării rezidă în primul rând în aspectul impresionant al degradării, rupturile din maluri având înălțimi de 30-35m, cu pante aproape verticale, cu mase de alunecare foarte instabile, dezvoltate în substrat friabil (fig. 16).

Fig. 55. Ravena Bălăceana – albie formată, mal instabil cu surpare şi alunecare superficială, ramificații laterale puternic instabile

Eroziunea de fund a albiei produce deplasarea malurilor adiacente cu fenomene de surpare, alunecare în masă cu aspect de valuri şi monticuli, curgeri superficiale la nivelul stratului vegetal şi fertil al solului. Frământarea microreliefului produce acumularea apei pluviale. Toate aceste aspecte (muchii vii, delimitări clare albie-mal, aspectul zonelor înmlăştinate) sunt elemente relativ uşor fotointerpretabile (fig. 56). Ridicarea în plan cu precizie ridicată, cu o densitate de puncte corespunzătoare scărilor mari a urmărit conturarea formelor microreliefului ravenei în scopul de a evidenția imaginea diverselor forme specifice în ortofotoplan, dar şi eventualele modificări survenite de la data preluării imaginii, observabile în analiza modelului tridimensional al terenului (fig. 57.a).

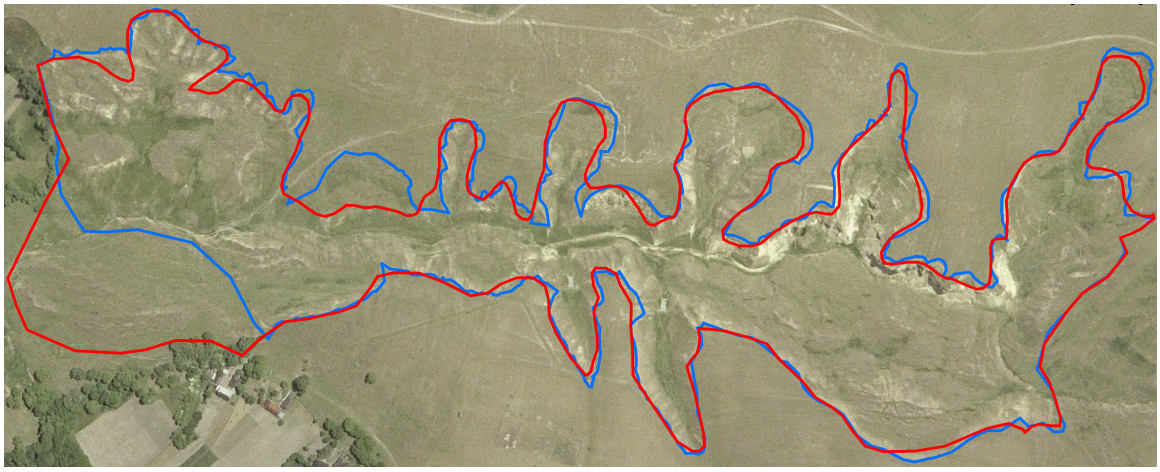
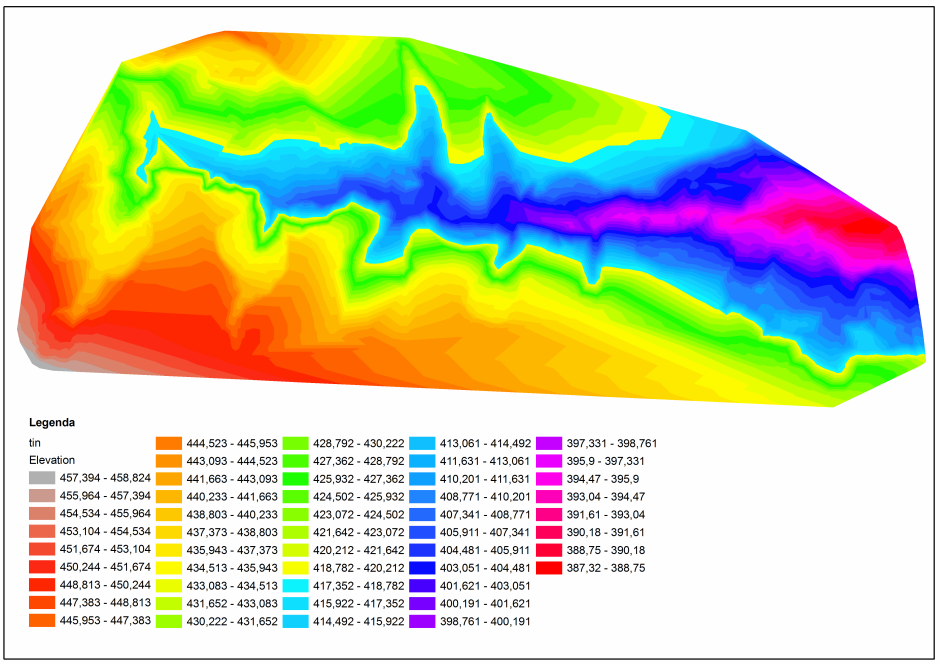
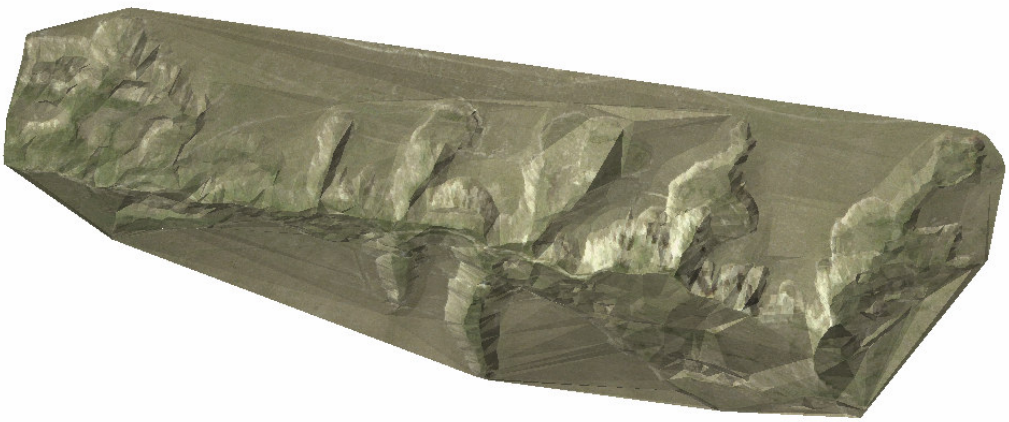


Fig. 56. Imaginea aeriană a ravenei Bălăceana, cu limitele terenului degradat la nivelul anului 1978 (planuri de bază – linie roşie), respectiv 2008 (ridicări în plan cu stația totală şi GPS – linie albastră)



a.



b.

Fig. 57. Ravena Bălăceana: a. model 3D; b. ortofotoplan digital suprapus peste modelul digital al terenului

Alte fenomene caracteristice ariei țintă sunt *deplasările de tip versant*, cu ruptură în partea superioară şi grad redus de frământare a masei alunecate. *Curgerile superficiale*, cu amploare spațială mai redusă decât în cazul ariei Preuteşti-Buneşti, sunt totuşi clar conturate în teren şi dau în consecință imagini caracteristice pe ortofotoplan (fig. 58).

a. b.

c. d.

Fig. 58. Zona țintă Ciprian Porumbescu: a,b. curgeri superficiale; c. alunecare cu ruptură; d. corp de alunecare compact

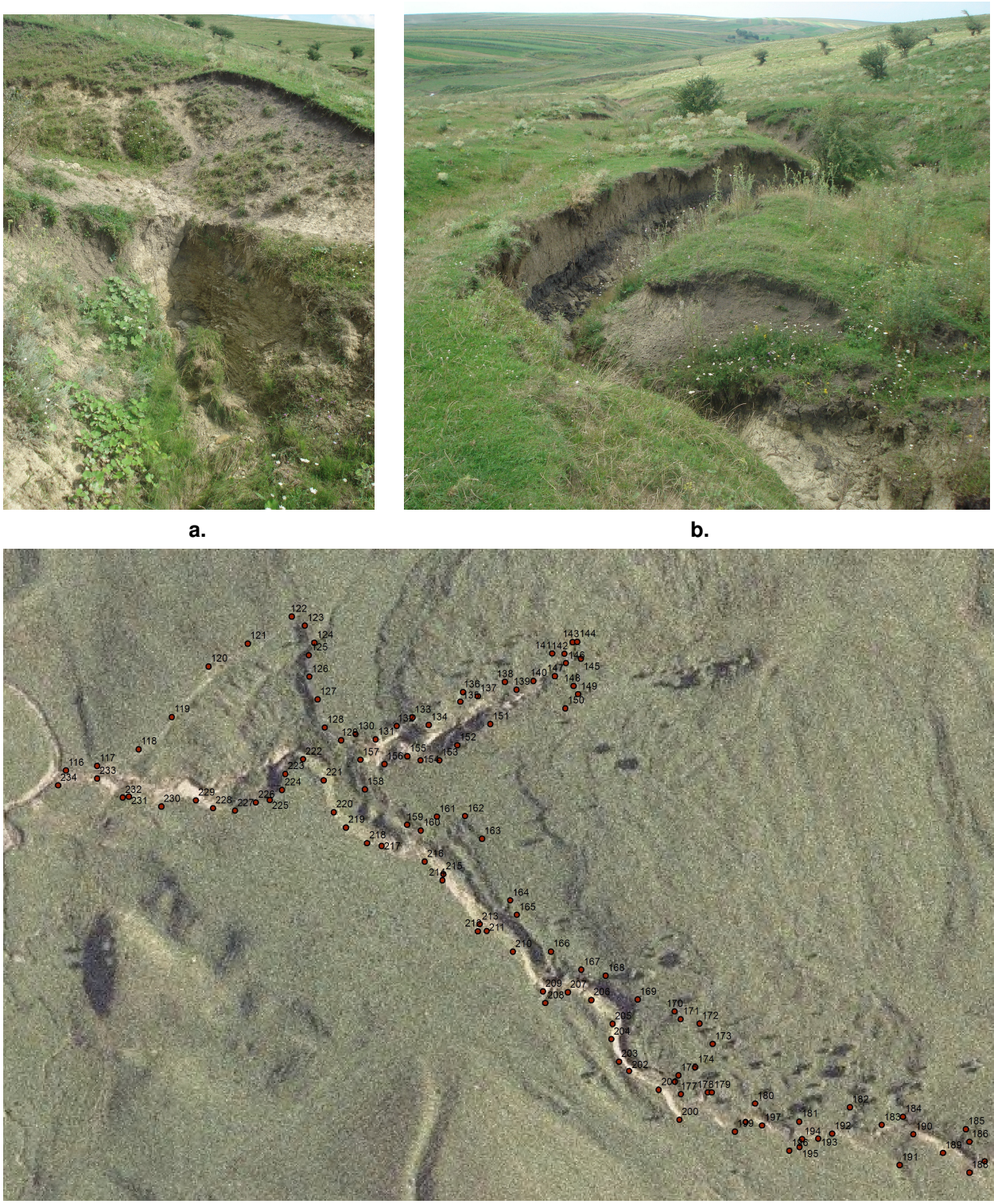
Aria țintă Cristeşti

Este situată pe raza comunelor Cristeşti şi Moțca din județul Iaşi şi este caracterizată printr-o intensitate mai redusă a fenomenelor de degradare, atât ca periculozitate cât şi ca extindere în suprafață. În urma inventarierilor din teren au fost constatate atât fenomene de eroziune în adâncime, cât şi fenomene de deplasare, dar de intensitate mai redusă. Apariția acestor fenomene este corelată, ca şi în alte situații, cu păşunatul excesiv. Distribuția zonelor instabile este legată de creşterea bruscă a pantei pe taluzul format la trecerea dintre terasele râului Moldova.

Ravena Cristeşti

Prezintă o extindere mai redusă decât ravenele semnalate în ariile țintă Suceava şi Ciprian Porumbescu, având o lungime a albiei principale de aproximativ 600m. Modul de evoluție a degradării este în principal în adâncime, cu instabilitate ridicată a malurilor formate.

Atât în zona obârşiei cât şi a malurilor linia de delimitare a ravenei este tranşantă, imaginea ei pe ortofotoplan fiind net distinctă (fig. 59).



a. **b.**

c.

Fig. 59. Ravena Cristeşti: a. vedere asupra obârşiei; b. albie formată şi maluri puternic instabile; c. puncte GPS suprapuse prin coordonate peste imaginea aeriană a zonei

IV.2.3. Întocmirea cheilor de fotointerpretare interactivă

Cheile de fotointerpretare se constituie ca o sinteză a observaţiilor din teren, a imaginilor preluate în teren şi a imaginii digitale corespondente. Practic, în cele ce urmează, se prezintă doar o parte din imaginile tip, considerate ca fiind reprezentative.

Cheile s-au întocmit pe tipuri de degradare, forme şi unităţi elementare de degradare a terenului. Menţionăm că acestea reprezintă, după cunoştinţa noastră, o noutate. Codurile unităţilor elementare sunt aceleaşi cu cele regăsite în planşele de cartare şi în situaţiile statistice prezentate în capitolul III.

<table>
<tr><th colspan="3">Ogaşe</th></tr>
<tr><td>Unitatea elementară (cod)</td><td>Imagini</td><td>Caracteristici</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ogaşe (OG)</td><td> </td><td rowspan="2">Identificare:
- <u>formă singulară</u>: ton deschis, formă alungită, contrast teren erodat/nederanjat, rareori cu finalitate în reţea hidrografică, fără ramificaţii, vizibile la limita rezoluţiei native a imaginii
- <u>formă multiplă</u>: ton deschis, linii paralele, orientate după linia de cea mai mare pantă (dacă sunt disponibile curbe de nivel), contrast teren erodat/nederanjat, fără ramificaţii, vizibile la limita rezoluţiei native a imaginii
Cartare:
- formele singulare se delimitează după linia de separaţie teren erodat/nederanjat
- formele multiple se delimitează unitar pentru aceeaşi textură a imaginii</td></tr>
<tr><td> </td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">Ravene</th></tr>
<tr><td>Unitatea elementară (cod)</td><td>Imagini</td><td>Caracteristici</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Descriere generală (R)</td><td> </td><td rowspan="2">Identificare: - forme tipice, alungite, ramificate, cu finalitate în reţeaua hidrografică, ton contrastant cu terenul neerodat, dimensiuni mult mai mari decât ogaşele, se pot recunoaşte la orice scară

Cartare: - prin unităţile elementare de degradare detaliate în continuare</td></tr>
<tr><td> </td></tr>
<tr><td rowspan="2">Obârşii (O)</td><td> </td><td rowspan="2">Identificare: - situate la capătul fiecărei ramificaţii a ravenei, ton distinct faţă de terenul din jur datorită schimbării pantei şi a unghiului de incidenţă a luminii, uneori cu erodare (ton deschis) spre vârf, rotunjită în amonte

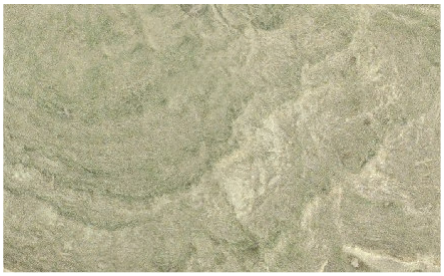
Cartare: - se va delimita în plus spre amonte şi lateral, faţă de linia evidentă de delimitare, având rată de evoluţie ridicată, cu încadrarea capătului amonte al albiei</td></tr>
<tr><td> </td></tr>
</table>

1	2	3
Albii (A)	 	*Identificare*: - forme alungite, situate în partea centrală a ravenei, erodate total sau înierbate, în aval de obârşie, de obicei discret, conturată cu ton distinct *Cartare*: - se va delimita ca poligon unitar pentru toate ramificaţiile ravenei
Mal instabil (MI)	 	*Identificare*: - forme care încadrează albia, cu fenomene evidente de eroziune, deseori surpări sau obârşii laterale incipiente, fără vegetaţie, cu contrast faţă de terenul nederanjat *Cartare*: - ca poligon, delimitat de albie şi de linia cu terenul nederanjat; nu este evidenţiabil la ravenele mici, se cartează la o scară mai mare decât cea folosită la identificare

Mal relativ stabil (MS)	 	*Identificare*: - forme care încadrează albia, fără ton deschis (eroziune), cu vegetaţie ierboasă şi/sau lemnoasă, cu contrast faţă de terenul nederanjat provenit din unghi diferit de incidenţă al luminii, fără obârşii laterale, uneori cu fâşii de teren cultivate *Cartare*: - ca poligon, delimitat de albie şi de linia cu terenul nederanjat; nu este evidenţiabil la ravenele mici, se cartează la o scară mai mare decât cea folosită la identificare
Zonă cu vegetaţie (ZV)	 	*Identificare*: - Zone cu vegetaţie lemnoasă cu densitate ridicată (consistenţă plină/aproape plină), umbrele aruncate arbori şi mărimea coroanelor (vârste înaintate) indică grad ridicat de stabilizare, în general apare în aval *Cartare*: - ca poligon, delimitat de lizieră, se cartează la o scară mai mare decât cea folosită la identificare

Deplasări		
Unitatea elementară (cod)	Imagini	Caracteristici
1	2	3
Descriere generală (D)		*Identificare*: - ton şi textură diferite de terenul din jur, cu forma nealungită (compactă), cu linii de delimitare faţă de terenul din jur, deseori cu forme liniare (valuri) sau cvasicirculare (monticuli), cu linii distincte ale rupturii şi frontului de alunecare *Cartare*: - prin diviziune în unităţi elementare, conform cheilor specifice

1	2	3
Ruptură (R)	 	*Identificare*: - aspect distinct pe imagine datorită substratului decopertat prin deplasarea terenului, ton în general deschis, de multe ori apar ca forme curbate (semicerc), în partea din aval cu zone mai închise (înmlăştinare) *Cartare*: - în partea de sus după limita clară a rupturii, în partea de jos după limita cu corpul alunecării

1	2	3
Deplasare cu valuri (CV)	 	*Identificare*: - aspect distinct pe imagine datorită alternanţei de fâşii de tonuri diferite,de formă lobată sau cvasiliniară, de multe ori alăturate cu zone mai închise (înmlăştinare) *Cartare*: - ca poligon, care să includă zonele continui cu valuri de alunecare, cu separarea zonelor înmlăştinate sau rupturilor intermediare

1	2	3
Deplasare cu monticuli (CM)	 	*Identificare*: - aspect distinct pe imagine datorită formelor rotunjite, dispuse neregulat, fără forme alungite, de tonuri diferite, uneori alăturate cu zone mai închise (înmlăştinare), apar în general în partea din vale a alunecării, pe terenuri cu pante mai reduse *Cartare*: - ca poligon, care să includă zonele continui cu monticuli, cu separarea zonelor înmlăştinate sau rupturilor intermediare
Deplasare superficială (S)	 	*Identificare*: - se identifică doar la scară medie, cu o vedere de ansamblu asupra degradării – formă tipică de ciupercă spre obârşie, cu zonă alungită de alunecare şi con de dejecţie în aval; textură fină în corpul alunecării, cu linii rotunjite spre amonte şi paralele cu malurile în corpul alunecării *Cartare*: - ca poligon, după limita cu terenul nederanjat sau cu alte forme de degradare

1	2	3
Versant de alunecare (V)	 	*Identificare*: - porţiune dintr-un perimetru cu deplasări la care suprafaţa terenului este puţin nederanjată, rezultat din deplasare în bloc, în general fără intruziuni de zone înmlăştinate, pe versanţi cu pantă mare *Cartare*: - ca poligon, care să includă zonele continui care corespund descrierii de mai sus

1	2	3
Terenuri cu exces de apă (H)	 	*Identificare*: - după ton mai închis şi nuanţe de verde închis; în general asociate cu deplasări în valuri sau cu monticului, la baza rupturilor *Cartare*: - ca poligon, care să includă zonele continui care corespund descrierii de mai sus

1	2	3
Zone stabilizate cu vegetaţie (AV)	 	*Identificare*: - porţiune dintr-un perimetru cu deplasări, fără rupturi sau valuri, acoperită cu vegetaţie lemnoasă cu consistenţă plină/aproape plină *Cartare*: - ca poligon, care să includă zonele continui care corespund descrierii de mai sus

Terenuri degradate antropic		
1	2	3
Descriere generală (A)	 	*Identificare*: - aspect distinct, în funcţie de tipul degradării; se găsesc pe lângă obiective antropice (zone rezidenţiale, drumuri de legătură etc.) *Cartare*: - după limitele exterioare
Halde industriale (AHI)		*Identificare*: - aspect distinct, cu ton diferit de mediul exterior, culoarea poate să difere de la nuanţe închise la deschise; apar în general lângă întreprinderile mari *Cartare*: - după limitele exterioare

1	2	3
Halde menajere (AHM)		*Identificare*: - aspect distinct, cu ton şi textură foarte variabilă, nuanţe deschise; apar în general lângă concentrările urbane şi se pot recunoaşte după zonele limitrofe cu resturi împrăştiate *Cartare*: - după limitele exterioare
Taluzurile neconsolidate (AT)		*Identificare*: - formă regulată, culoare deschisă, apar de-a lungul căilor de comunicaţii *Cartare*: - după limitele exterioare
Terenuri decopertate (AD)		*Identificare*: - foarte asemănătoare rupturilor, se deosebesc de acestea prin forma mai regulată, situată lângă drumuri de legătură, cu amenajări sumare *Cartare*: - după limitele exterioare

CAPITOLUL V. Cartarea proceselor de degradare în cadrul ariilor țintă pe baza cheilor de fotointerpretare interactivă ale fiecărui tip de degradare

Cartarea degradării terenului reprezintă practic unul dintre cele mai importante obiective ale proiectului. Pentru a putea extinde metodologia de cartare de pe ortofotoplanuri digitale la nivelul întregii arii de studiu este nevoie de aplicarea modelului la un nivel mai restrâns – cel al ariilor țintă, considerate reprezentative din punctul de vedere al degradărilor pentru Podişul Sucevei.

Activitatea de cartare a ținut cont de informațiile adunate în faza de teren şi în faza de întocmire a cheilor de fotointerpretare interactivă. Platforma utilizată pentru cartare a fost aplicația informatică ArcGIS 9.2, cu extensii specializate în prelucrarea imaginilor aeriene şi satelitare. Utilizarea ortofotoplanurilor digitale *georeferențiate* a făcut ca stratele tematice obținute (fişiere cu extensia **.shp*) să fie la rândul lor georeferențiate cu coordonate în sistemul de proiecție Stereografic 70, acelaşi cu cel al imaginilor digitale. Cartarea s-a realizat în patru fişiere distincte, cu aceeaşi structură a bazei de date, cu entități spațiale de tip *poligon*. Pentru necesitățile imediate s-au utilizat următoarele câmpuri de date: *identificatorul entităților spațiale, forma de degradare* (ravena, deplasare sau degradare antropică), *unitatea elementară de degradare* (aşa cum a fost descrisă anterior), *unitatea teritorial administrativă* (UTA) (fig. 60).

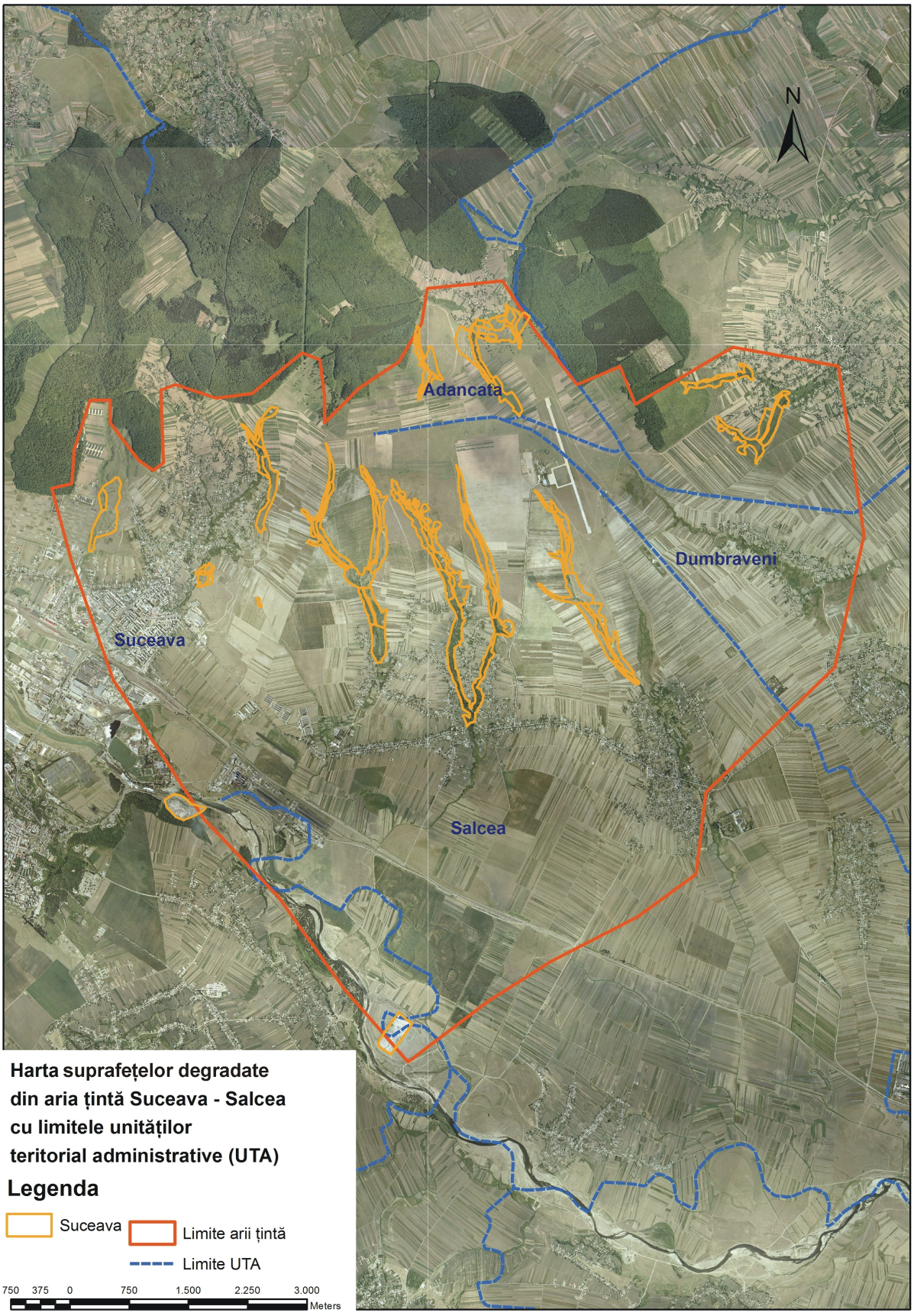
Attributes of Ciprian Porumbescu

FID	Shape *	ID	FORMA_DEGR	UNIT_ELEM	DENUMIRE	UTA
0	Polygon	0	Ravena	MI	1	Botosana
1	Polygon	0	Ravena	MI	1	Botosana
2	Polygon	0	Ravena	MI	1	Botosana
3	Polygon	0	Ravena	MI	1	Botosana
4	Polygon	0	Ravena	MI	1	Botosana
5	Polygon	0	Ravena	MI	1	Botosana
6	Polygon	0	Ravena	MS	1	Botosana
7	Polygon	0	Ravena	T	1	Botosana
8	Polygon	0	Ravena	O	1	Botosana
9	Polygon	0	Ravena	O	1	Botosana
10	Polygon	0	Ravena	O	1	Botosana
11	Polygon	0	Ravena	O	1	Botosana
12	Polygon	0	Alunecare	CV	1	Botosana
13	Polygon	0	Alunecare	CV	2	Botosana
14	Polygon	0	Alunecare	R	1	Botosana
15	Polygon	0	Alunecare	CV	1	Botosana
16	Polygon	0	Ravena	T	2	Botosana
17	Polygon	0	Ravena	O	2	Botosana

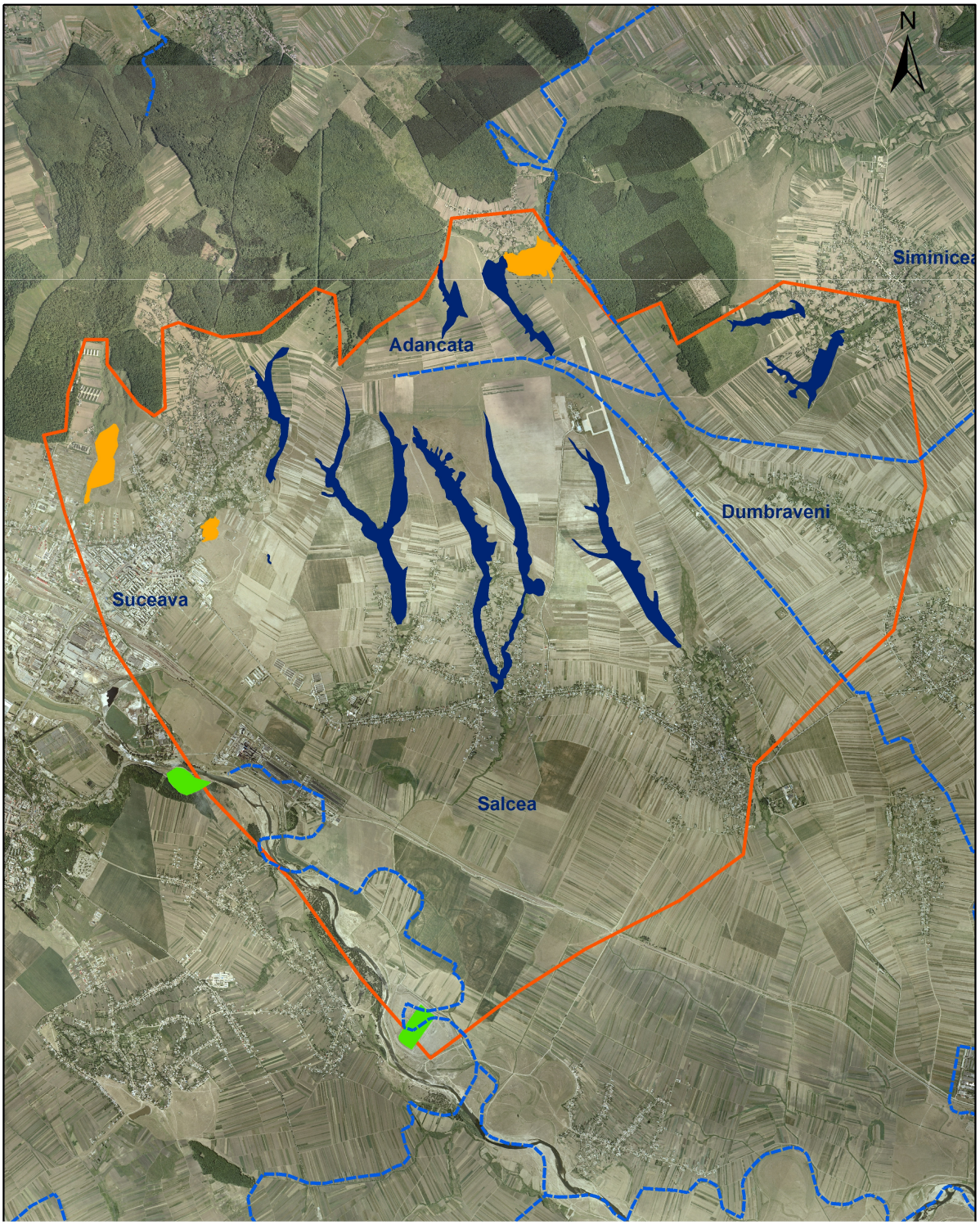
Fig. 60. Câmpurile bazei de date cu formele de degradare din aria țintă Ciprian Porumbescu

Rezultatele se prezintă separat pentru fiecare arie țintă, cu evidențierea perimetrelor degradate, a formelor de degradare, a unităților elementare şi UTA, în fiecare caz folosindu-se ca fundal ortofotoplanurile digitale ale zonei (planşele V-XVII).

Planşa V


N
Adancata
Dumbraveni
Suceava
Salcea
Harta suprafețelor degradate
din aria țintă Suceava - Salcea
cu limitele unităților
teritorial administrative (UTA)
Legenda
Suceava
Limite arii țintă
Limite UTA
750 375 0 750 1.500 2.250 3.000
Meters

Planşa VI



Harta formelor de degradare din aria țintă Suceava-Salcea

Legenda

Limite arii țintă **Suceava**

Limita UTA

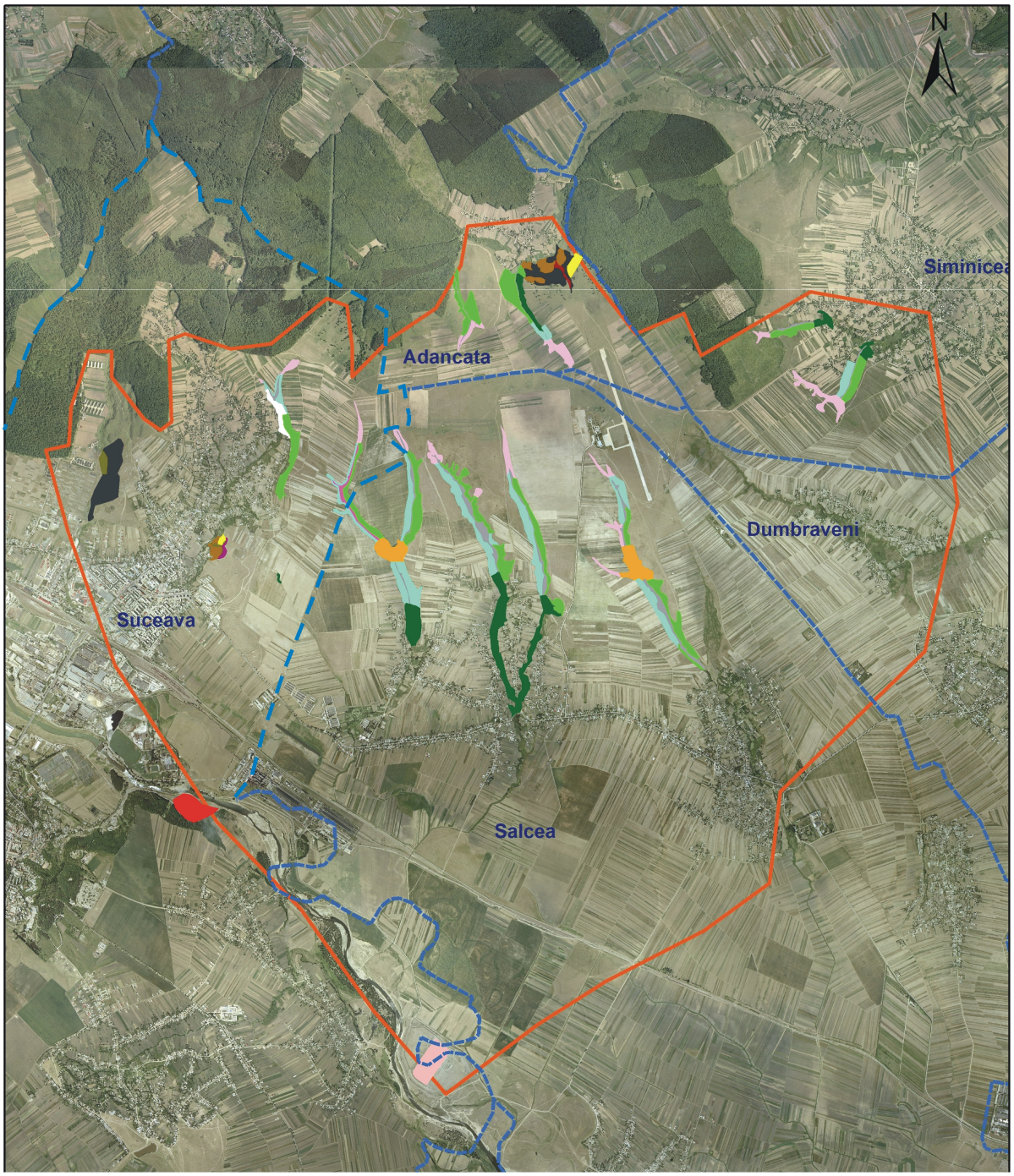
Forma de degradare

Deplasare

Antropic

Ravena

920 460 0 920 1.840 2.760 3.680 Meters



Harta unităților elementare de degradare din aria țintă Suceava-Salcea

Legenda

Limite arii țintă
Limita UTA

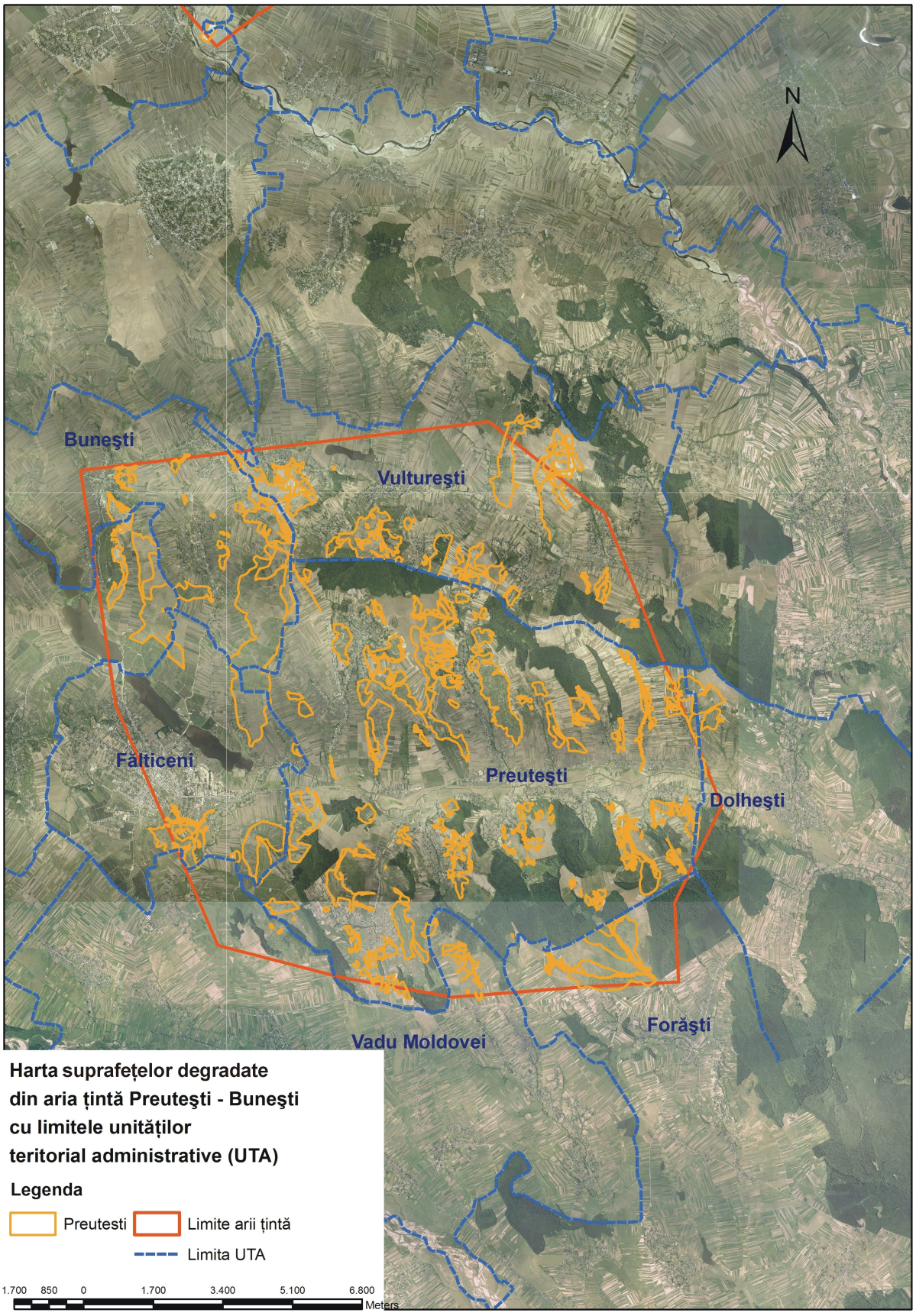
Suceava

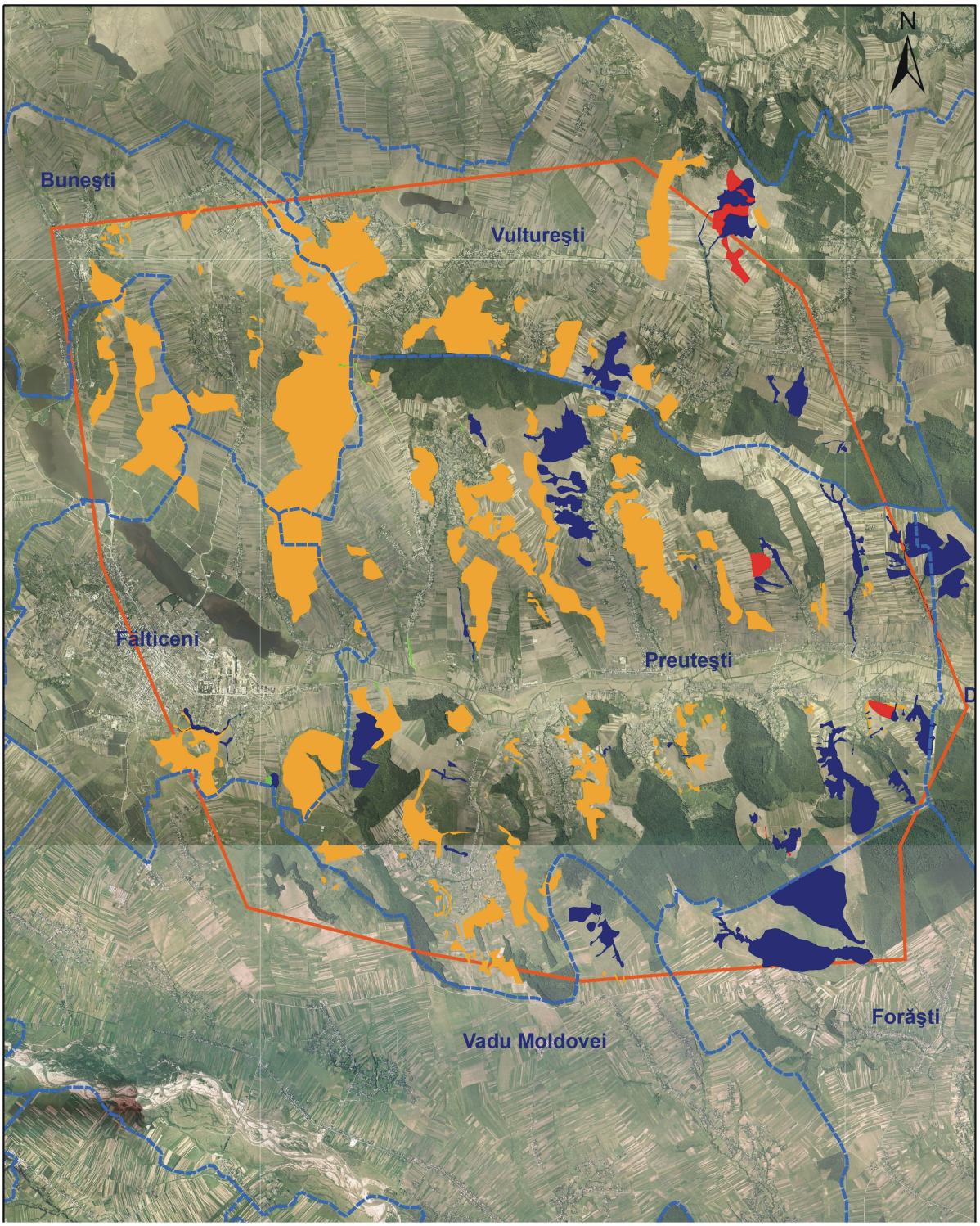
Unități elementare

AI
AM
AV
C
CM
CV
H
MI
MS
O
R
T
TI
V
ZS
ZV

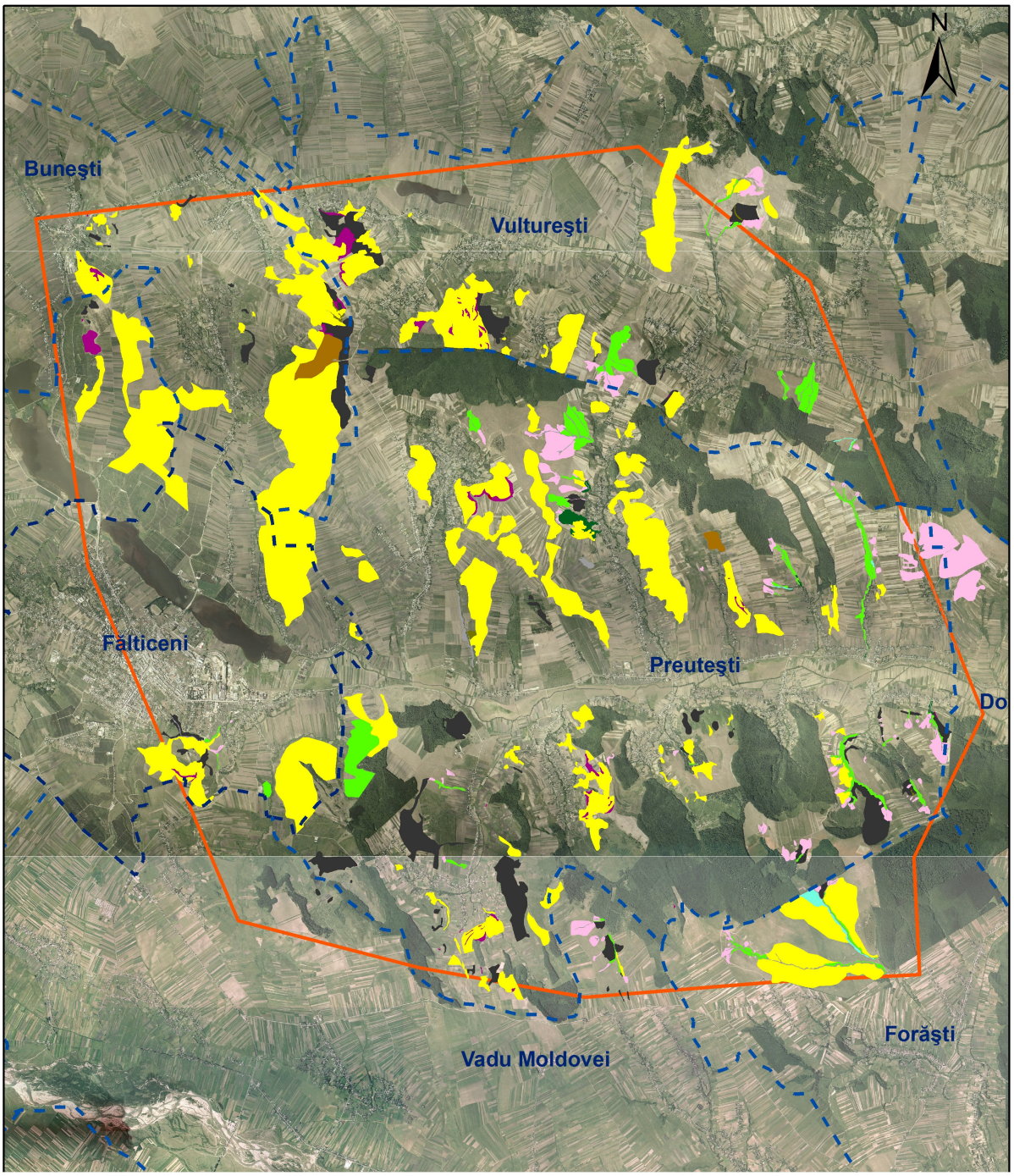
1.250 625 0 1.250 2.500 3.750 5.000 Meters

Planşa VIII


N
Buneşti
Vultureşti
Fălticeni
Preuteşti
Dolheşti
Forăşti
Vadu Moldovei
Harta suprafețelor degradate
din aria țintă Preuteşti - Buneşti
cu limitele unităților
teritorial administrative (UTA)
Legenda
Preutesti
Limite arii țintă
Limita UTA
1.700 850 0 1.700 3.400 5.100 6.800
Meters



Harta formelor de degradare din aria ţintă Preuteşti-Buneşti



Harta unităților elementare de degradare din aria țintă Preuteşti Buneşti

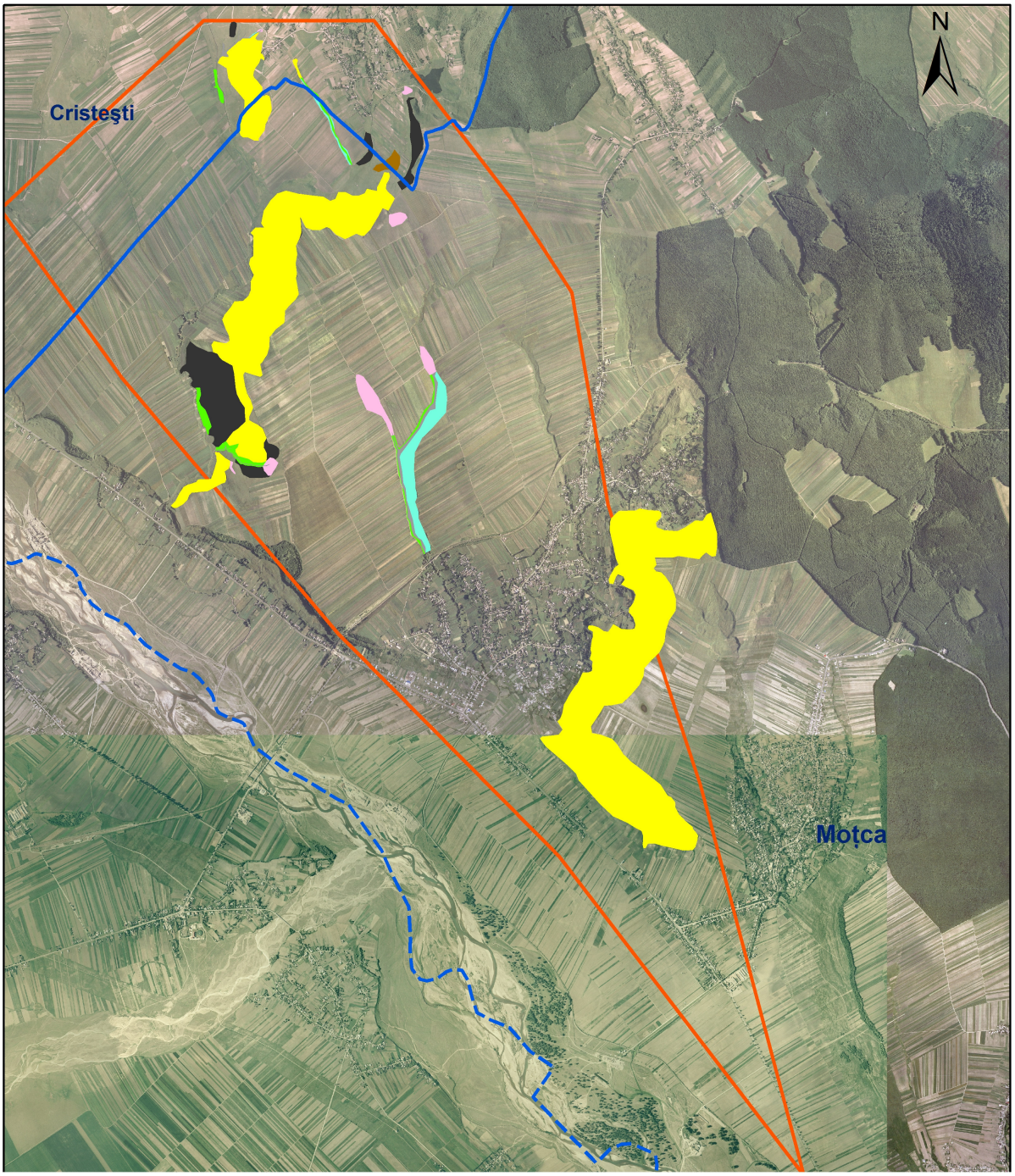
Legenda

Preutesti

Unități elementare

AI
AM
AV
C
CM
CV
H
MI
MS
O
R
T
TI
V
ZS
ZV
Limita UTA
Limite arii țintă

2.300 1.150 0 2.300 4.600 6.900 9.200
Meters



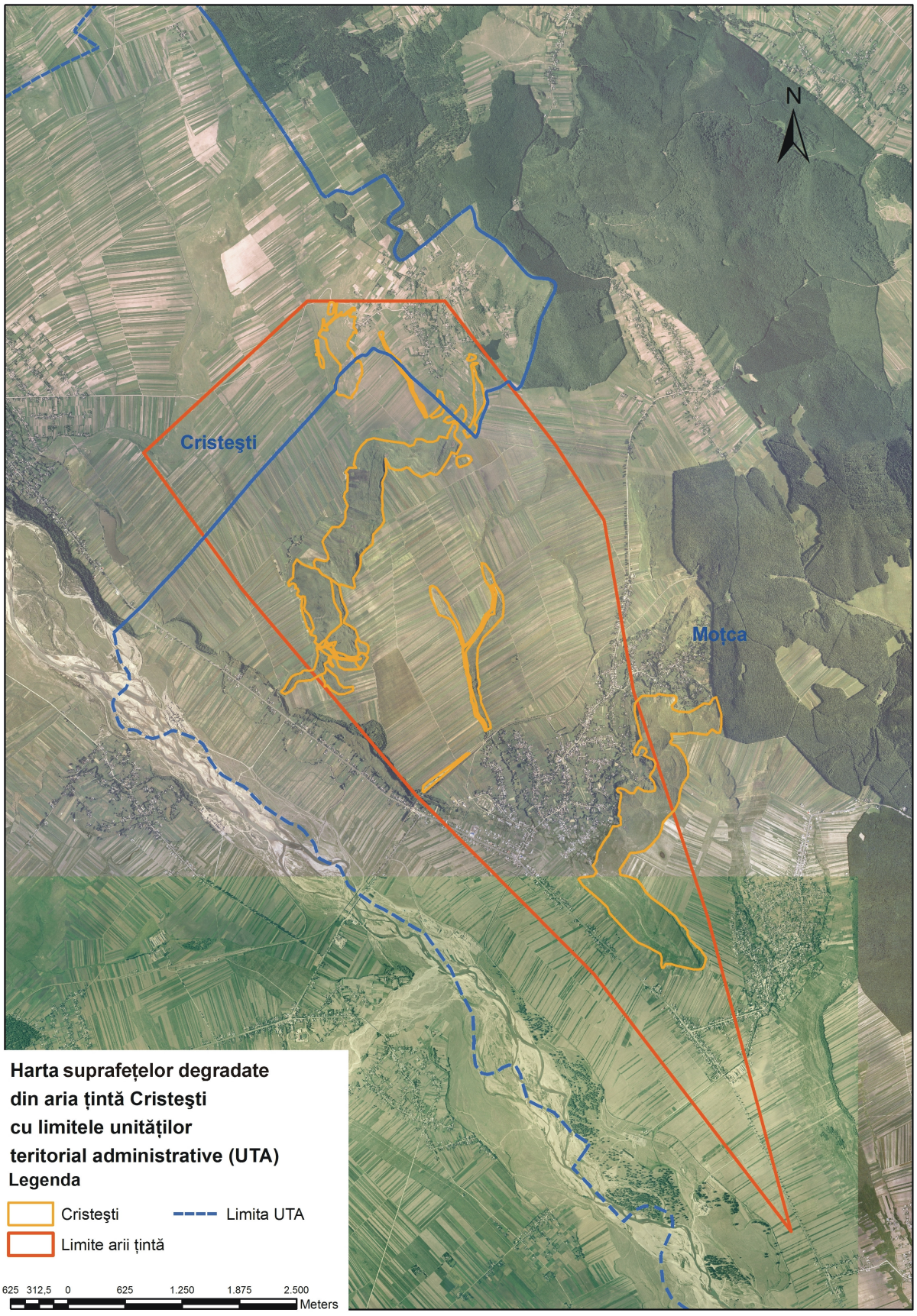
Harta unităților elementare de degradare din aria țintă Cristeşti

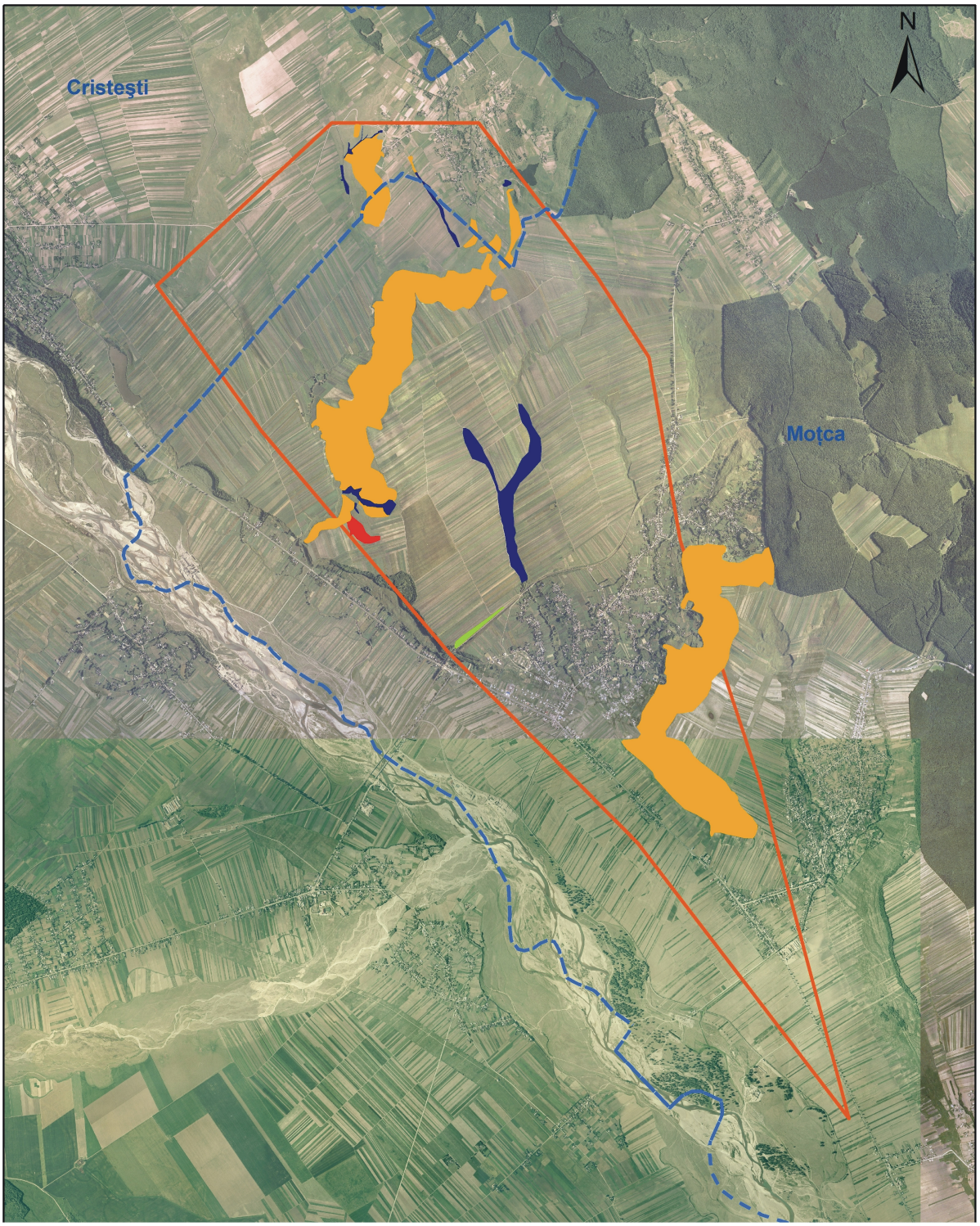
Legenda

Cristeşti **Unități elementare**

AI
AM
AV
C
CM
CV
H
MI
MS
O
R
T
TI
V
ZS
ZV
Limita UTA
Limite arii țintă

1.300 650 0 1.300 2.600 3.900 5.200
Meters


N
Cristeşti
Moţca
Harta suprafeţelor degradate
din aria ţintă Cristeşti
cu limitele unităţilor
teritorial administrative (UTA)
Legenda
Cristeşti
Limita UTA
Limite arii ţintă
625 312,5 0 625 1.250 1.875 2.500
Meters



Harta formelor de degradare din aria țintă Cristeşti

Legenda

Limite arii țintă **Cristeşti**

Forma de degradare

Deplasare

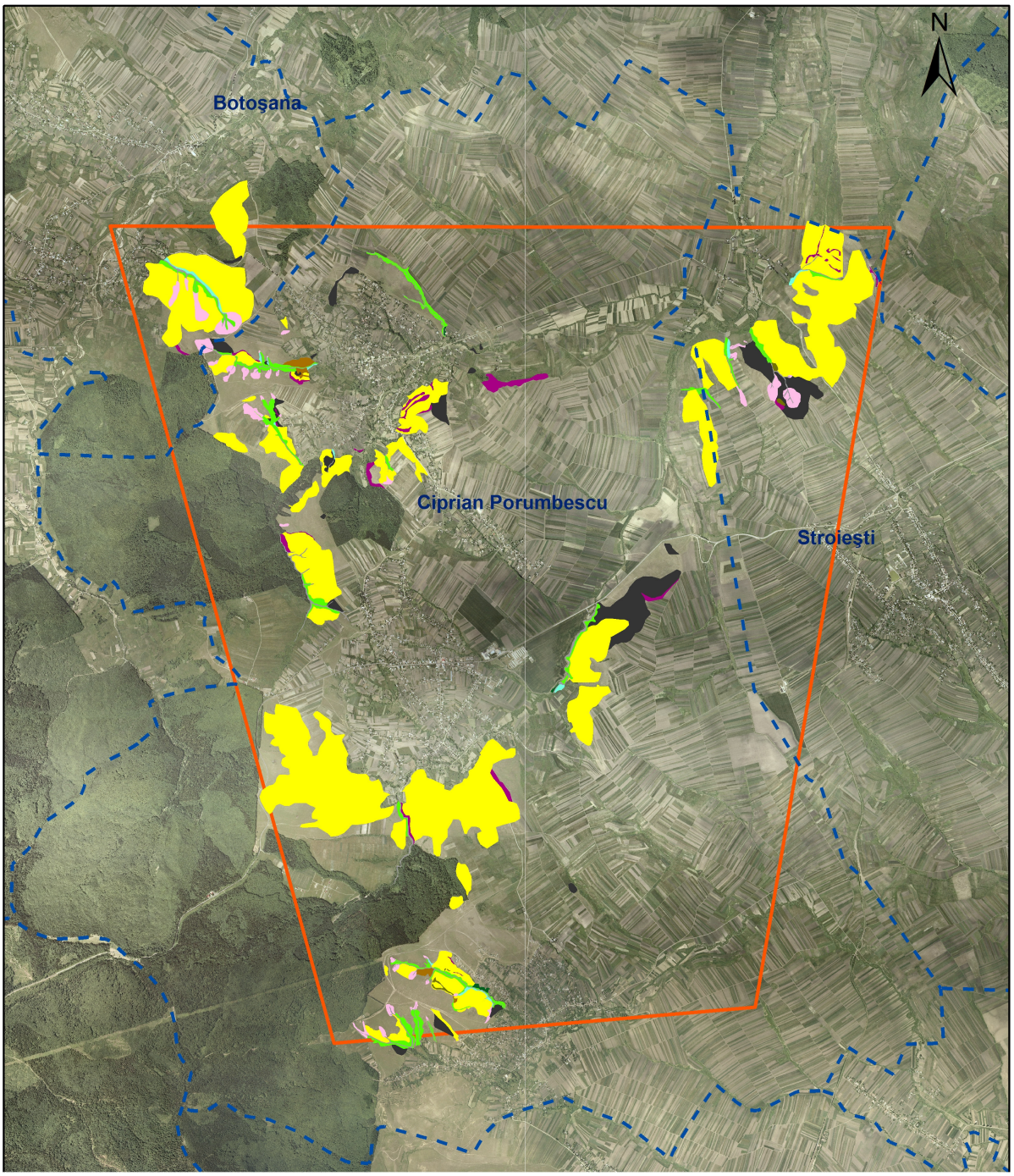
Antropic

Ogase

Ravena

Limita UTA

710 355 0 710 1.420 2.130 2.840 Meters



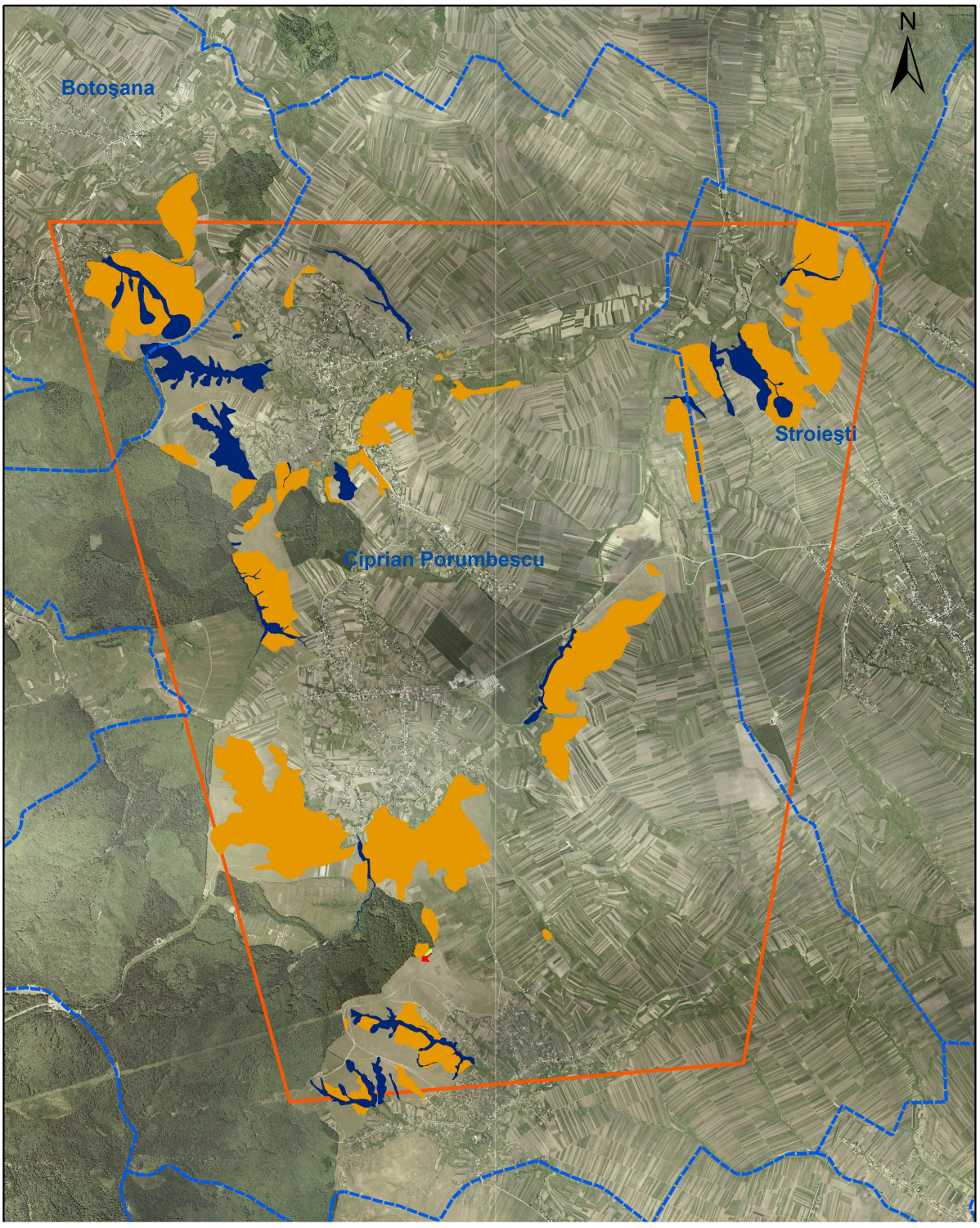
Harta unităților elementare de degradare din aria țintă Ciprian Porumbescu

Legenda

Ciprian Porumbescu **Unități elementare**

AV CV MS T ZS
AI C H O TI ZV
AM CM MI R V Limita UTA
Limite arii țintă

1.750 875 0 1.750 3.500 5.250 7.000
Meters



Harta formelor de degradare din aria țintă Ciprian Porumbescu

720 360 0 720 1.440 2.160 2.880
Meters

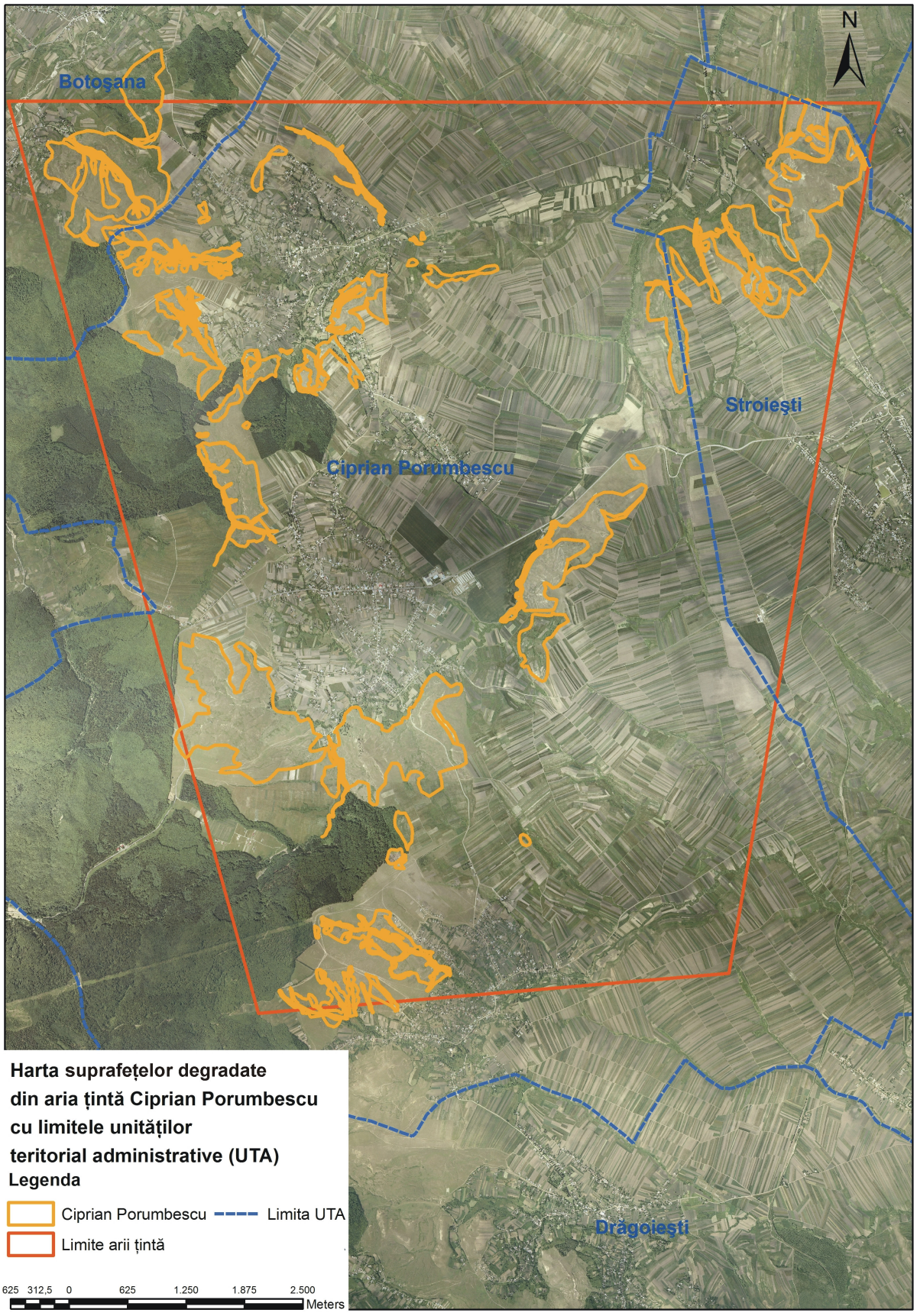
Legenda

Ciprian Porumbescu

Forma de degradare

- Deplasare
- Antropic
- Ogase
- Ravena
- Limite arii țintă
- Limita UTA

Planşa XVI


N
Botoşana
Stroieşti
Ciprian Porumbescu
Drăgoieşti
Harta suprafețelor degradate
din aria țintă Ciprian Porumbescu
cu limitele unităților
teritorial administrative (UTA)
Legenda
Ciprian Porumbescu
Limita UTA
Limite arii țintă
625 312,5 0 625 1.250 1.875 2.500
Meters

Prin interogarea bazei de date spațiale constituite la nivelul fiecărei arii țintă s-a realizat o situație sintetică a distribuției suprafețelor degradate pe arii țintă, forme şi tipuri de degradare (fig. 60-67).

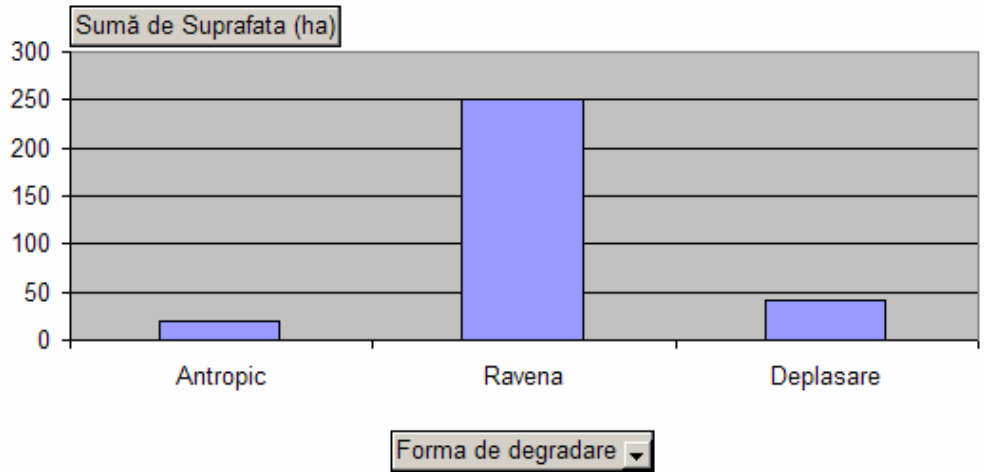


Fig. 60. Distribuția suprafețelor degradate pe forme de degradare în aria țintă Suceava-Salcea

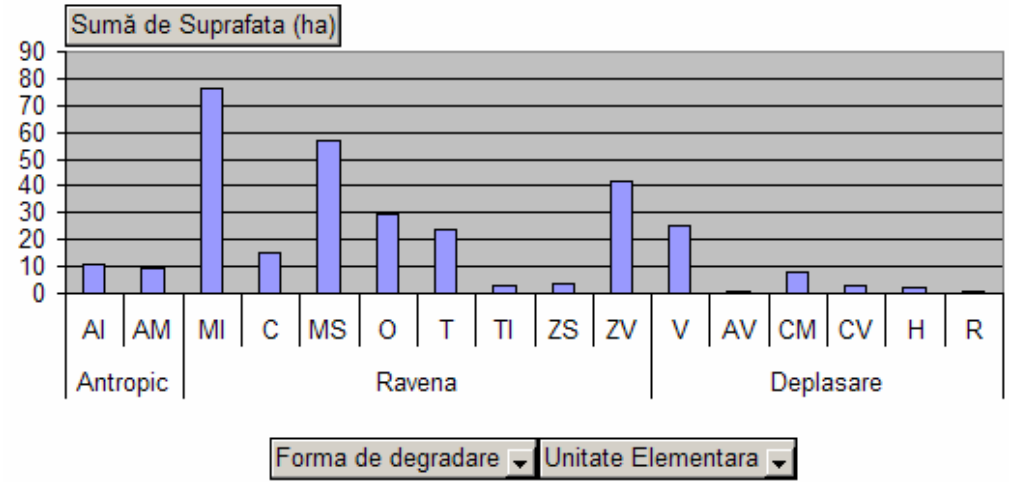


Fig. 61. Distribuția suprafețelor degradate pe forme de degradare şi unități elementare în aria țintă Suceava-Salcea

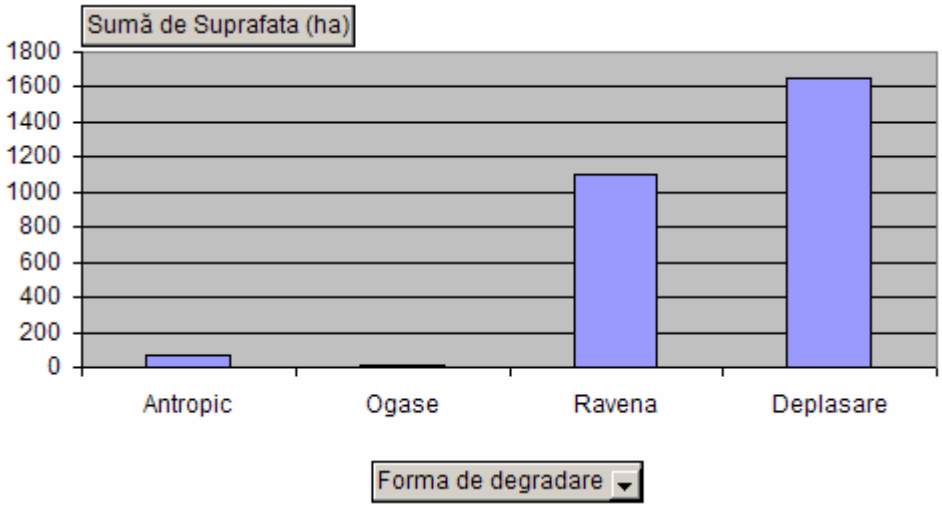


Fig. 62. Distribuția suprafețelor degradate pe forme de degradare în aria țintă Preuteşti Buneşti

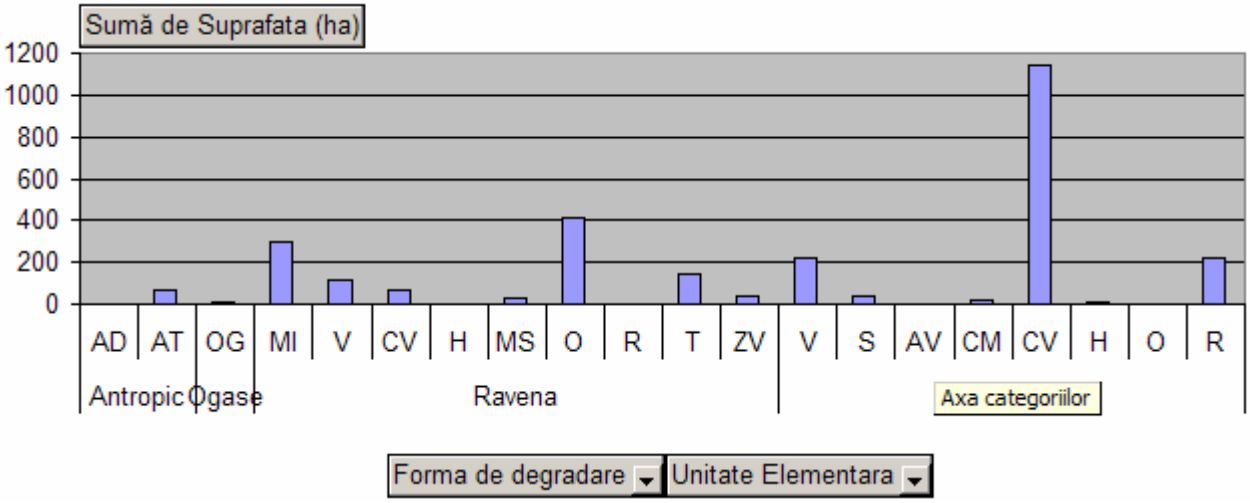


Fig. 63. Distribuția suprafețelor degradate pe forme de degradare şi unități elementare în aria țintă Preuteşti Buneşti

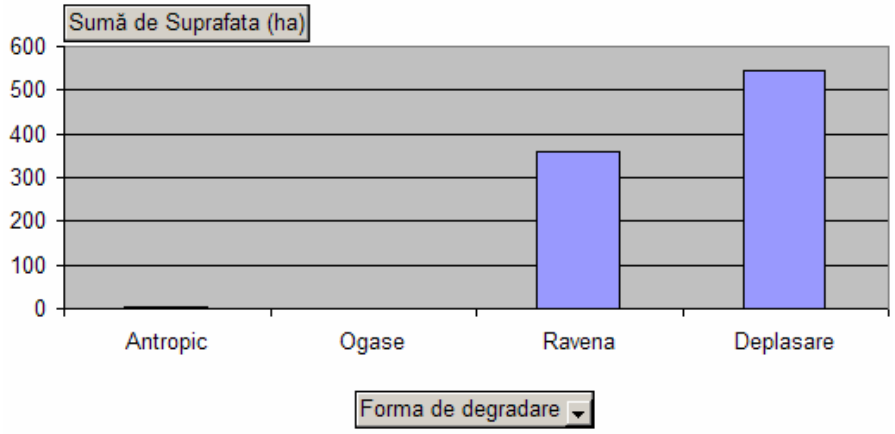


Fig. 64. Distribuția suprafețelor degradate pe forme de degradare în aria țintă Ciprian Porumbescu

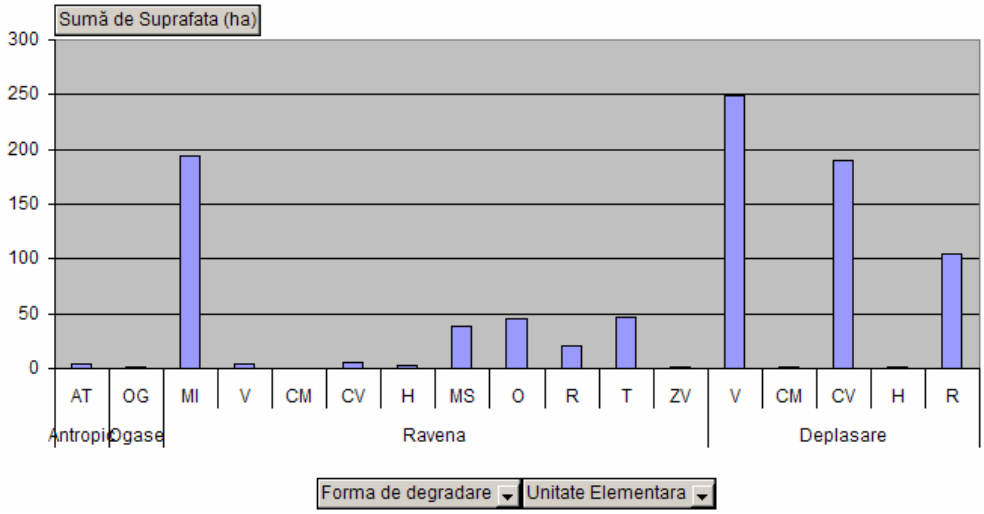


Fig. 64. Distribuția suprafețelor degradate pe forme de degradare şi unități elementare în aria țintă Ciprian Porumbescu

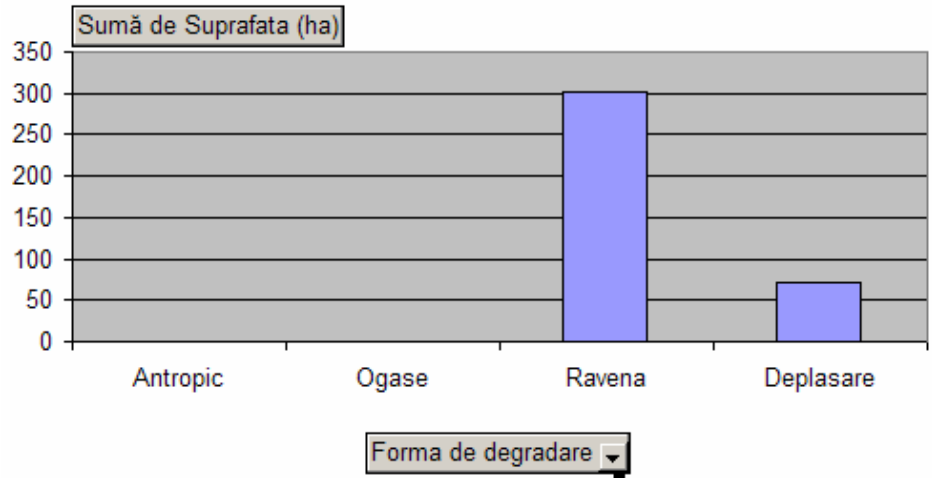


Fig. 65. Distribuția suprafețelor degradate pe forme de degradare în aria țintă Cristeşti

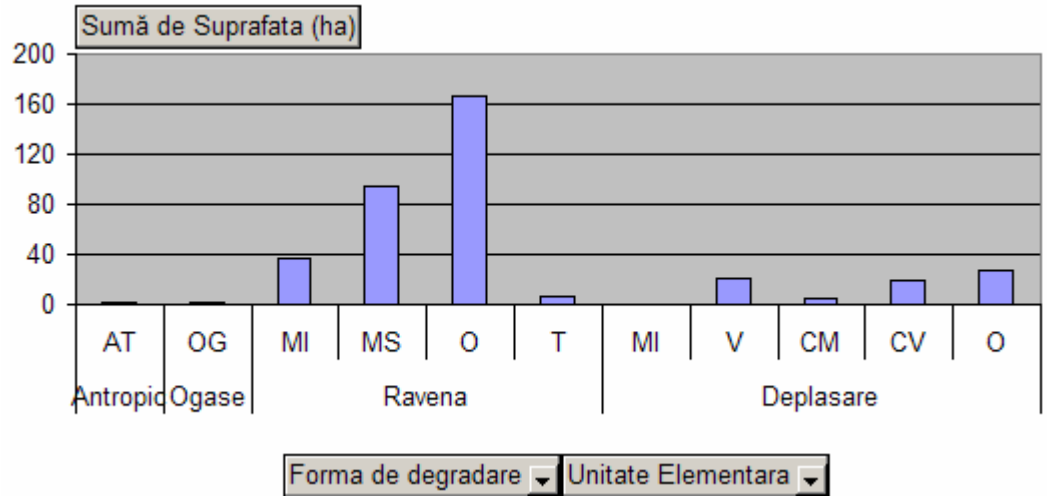


Fig. 66. Distribuția suprafețelor degradate pe forme de degradare şi unități elementare în aria țintă Cristeşti

CAPITOLUL VI. Verificarea în teren a cartărilor din ariile țintă şi analiza cazurilor de neconcordanță

Extinderea unui model de cartare la o scara mai largă decât cea la nivelul căreia a fost constituit necesită o prealabilă testare în situații similare, reprezentative pentru cazurile întâlnite în suprafața în care urmează a fi implementat.

Utilizarea fotogramelor aeriene în orice activitate de cartare a fenomenelor care se manifestă la nivel terestru induce o discuție referitoare la erorile de cartare care pot să apară. Prima problemă care trebuie luată în calcul este legată de precizia plană a ortofotoplanurilor digitale. Această caracteristică este legată de o multitudine de factori, de la factori atmosferici până la modul în care imaginile obținute sunt ortorectificate şi georefențiate. Rezoluția spațială a acestor imagini, dată de mărimea corespondentă laturii unui pixel la sol, este de 0,5m. Această mărime dă practic precizia maximă pe care se poate conta în cadrul ortofotoplanurilor – cea mai mică unitate metrică ce poate fi distinsă pe imagine, dar nu oferă informații despre precizia de fapt a imaginii. Această precizie este dată de precizia de poziționare în plan a detaliilor de pe imagine. În acest sens, precizia estimată pentru ortofotoplanuri este considerată ±1m, dar este acceptat şi faptul că această mărime este variabilă în suprafață.

Altă sursă de erori este legată de precizia metodei de cartare propriu-zisă. În acest caz erorile provin din identificarea şi separarea vizuală a formelor de degradare şi a unităților elementare din cadrul fiecărei forme de degradare. Aceste erori se pot împărți la rândul lor în erori date de contrastul redus dintre imaginile corespondente diferitelor unități elementare, precum şi între acestea şi imaginile terenurilor înconjurătoare. O categorie aparte este reprezentată de modificările în suprafață a anumitor forme de degradare în cei patru ani care au trecut de la preluarea imaginilor aeriene şi până la momentul cartării.

Pentru testarea atât a preciziei ortofotoplanurilor, cât şi a preciziei metodei de cartare s-au folosit puncte determinate prin tehnologie GPS şi prin ridicări în plan cu stația totală, puncte corespondente unor diferite forme de degradare. Având în vedere caracterul cartării, precizia metodei se va analiza prin studierea cazurilor de neconcordanță dintre cartarea făcută pe plan şi cartarea din teren.

Metodologia de analiză presupune parcurgerea terestră a unor forme de degradare, determinarea poziției anumitor puncte în care cartarea pe ortofotoplanuri nu corespunde cu realitatea din teren. Pentru o analiză concludentă s-a procedat la cartarea completă sau parțială a unor forme de degradare reprezentative din cadrul categoriilor evidențiate prin cheile de fotointerpretare menționate anterior.

Cartările au fost realizate în fiecare arie țintă, în alte zone decât cele în care s-au fundamentat cheile de fotointerpretare. Formele urmărite sunt în special cele complexe, în care diverse tipuri de degradare apar şi se intercondiționează reciproc, în special din categoria formelor de eroziune în adâncime şi deplasărilor de teren. Pe lângă acestea au fost analizate şi forme cu un grad mai redus de complexitate, dar cu contrast redus între imaginile unităților elementare care le compun.

În general, elemente care constituie criterii de identificare şi cartare a formelor de degradare în general şi a unităților elementare în special sunt legate de gradul de îndepărtare a

stratului de sol fertil de la suprafața solului şi aspectul reliefului format în urma acțiunii procesului de degradare. Contrastul cel mai ridicat se înregistrează în cazul suprafețele cu sol acoperit de vegetație ierboasă aflate în alternanță cu suprafețele fără vegetație sau chiar cu roca parentală la suprafață. Aceste situații sunt foarte des întâlnite la linia de demarcație dintre zonele de ruptură şi zonele rămase stabile, între limitele exterioare ale ravenelor şi terenul înconjurător, în cazul taluzurilor artificiale, etc. Mai dificil de localizat sunt limitele dintre masa alunecată şi terenurile din aval, dintre zonele din cadrul malurilor ravenelor extinse, etc. Cazurile analizate au luat în calcul situațiile întâlnite la vizitele în teren pentru verificarea modelului, vizite care au fost documentate prin imagini imprimate color cu ortofoplanurile digitale peste care s-a suprapus stratul tematic cu formele de degradare cartate conform modelului. Modul de parcurgere din teren a fost sistematic (nu s-au luat în calcul doar zonele deja cartate), înregistrându-se în paralel puncte GPS corespunzătoare contururilor anumitor forme de degradare, fotografii concludente ale zonelor în care cartarea era discordantă cu realitatea de fapt total sau parțial.

Rezultate

Parcurgerea terenului în zone reprezentative din diferitele arii țintă alese a dus la identificarea diverselor situații de neconcordanță a cartării cu realitatea de fapt. Aceste situații vor fi analizate prin grupare pe surse de erori şi după formele de degradare în care se înregistrează.

a. *Precizia ortofotoplanurilor*. În situațiile de neevoluție a formelor de degradare existente, precizia de ortorectificare şi georeferențiere a imaginilor fotoaeriene poate fi testată prin suprapunerea de puncte determinate în teren în coordonate absolute, în Proiecția Stereografică 1970. Modul de determinare a punctelor din teren este proiectat în aşa fel încât să asigure o precizie mai mare de determinare a punctelor decât rezoluția spațială a ortofoplanurilor (considerată a fi ± 0,5m), folosindu-se fie receptoare în cadrul sistemului GPS, fie ridicări în plan cu stația totală. Ridicările în plan realizate au plecat de pe puncte din rețeaua geodezică de stat şi au fost orientate pe semnale topografice vizibile în zonă. Ridicările în plan au fost dublate, în anumite zone, de determinări de puncte cu receptoare GPS, urmărindu-se practic testarea preciziei receptorului. S-a folosit receptorul Topcon GMS2, cu care s-a lucrat în modul diferențial. Nu s-au obținut diferențe semnificative între conturul obținut cu GPS-ul, stația totală sau conturul delimitat pe ortofotoplan *în zonele fără o evoluție semnificativă*. De altfel, chiar în zonele cu extindere a fenomenului de degradare întâlnit, există şi zone în care evoluția a fost nesemnificativă şi se poate testa precizia imaginii. Practic, s-a considerat că imaginea este suficient de precisă dacă se întâlnesc în cadrul zonei degradate puncte GPS care să se suprapună pe o anumită porțiune a detaliilor uşor identificabile pe imagine. În cazurile analizate nu au fost puse în evidență erori semnificative ale poziției detaliilor pe ortofotoplan, atât în cazul formelor pozitive de relief – versanți, monticuli, cât şi în cazul depresiunilor, ravenelor sau altor forme negative de microrelief (fig. 17).

b. *Situații de neconcordanță în cadrul ravenelor*. Cartarea unităților elementare din cadrul ravenelor, asimilabile unităților de cultură forestieră în cazul ameliorării prin reintroducerea vegetației forestiere presupune separarea zonei talvegului, a malurilor instabile,

a celor relativ stabilizate, a zonelor cu vegetație forestieră existentă. Au fost întâlnite situații de separare defectuoasă a zonelor de mal instabil şi mal relativ stabilizat. Aceste situații au fost legate în multe dintre cazuri de existența unor suprafețe destul de mici dintr-o anume astfel încât constituirea de unități diferite să fie ineficientă atât ecologic cât şi economic. Analiza zonelor acoperite cu vegetație forestieră a arătat că densitatea şi dimensiunile arborilor şi arbuştilor influențează foarte mult gradul de exercitare a funcțiilor de protecție a solului, lucru de altfel menționat şi în literatura de specialitate (Roşu, 1997). Astfel, s-a observat că neconstituirea unei consistențe aproape pline duce la continuarea proceselor de denudare a solului (fig. 67).

Fig. 67. Suprafețe cu vegetație arborescentă sau arbustivă cu consistență redusă; se pot observa zone instabile în interiorul zonei cu vegetație

Una dintre cele mai active părți ale unei ravene rămâne obârşia, ținând cont că eroziunea în adâncime înaintează în acest caz regresiv (Grudnicki, 2007). În multe situații, imaginea obârşiei ca şi teren degradat propriu-zis nu se suprapune peste zona de acțiune a acesteia. De aceea s-a considerat că este necesar să se ia în considerare, în cadrul obârşiilor şi zona predispusă la extinderea fenomenului.

c. *Situații de neconcordanță în cazul deplasărilor de teren*. Complexitatea fenomenului de deplasare a terenului face dificilă conturarea unor zone relativ omogene din punctul de vedere a tipului de degradare şi a parametrilor morfometrici. Aşa cum s-a menționat la metodologia de cartare şi la întocmirea cheilor de fotointerpretare interactivă, criteriul de separare rămâne totuşi modul de realizare a procesului de reconstrucție ecologică. Diferențele

rămân destul de reduse între suprafețele caracterizate de fenomene de alunecare în valuri, terase, respectiv monticuli. Comportamentul fenomenului, studiat prin cartări în teren în cadrul activității de întocmire a cheilor de fotointerpretare, arată atât anumite tipare de manifestare a fenomenului, cât şi relieful specific fiecărei forme elementare de degradare. În general, se consideră importantă cartarea inclusiv a zonelor cu exces de apă pluvială, apărute în urma frământării microreliefului. Aceste zone nu pot fi semnalate decât prin diferențele de culoare şi textură dată de flora higrofilă caracteristică. În general, flora naturală nu apare decât în terenurile cu vegetație relativ naturală – fânețe şi păşuni, fiind înlăturată de lucrările agricole. În terenurile arabile aceste zone apar cu o culoare mai închisă, datorită umidității ridicate, dar numai în situația terenurilor proaspăt lucrate, fiind neobservabile în rest. În general însă, fenomenele de deplasare grave fac terenurile respective imposibil de cultivat, singura folosință viabilă (pe termen scurt, bineînțeles) rămânând aceea de păşune.

d. *Eroziunea de suprafață*. Acest fenomen se manifestă pe suprafețe foarte întinse, dar cu intensități diferite care țin de condițiile, geologice, geomorfologice, climatice şi de intensitatea utilizării terenurilor. Fărâmițarea terenurilor arabile cultivate şi constituirea de parcele agricole orientate după linia de cea mai mare pantă a dus la extinderea şi intensificarea fenomenului de eroziune de suprafață. Modul de cartare a fenomenului însă este dificil deoarece este bazat pe grosimea orizonturilor de sol de la suprafață spre adâncime. Imaginile fotoaeriene preluate în intervalul spectral corespunzător luminii vizibile nu sunt sensibile la diferențele dintre diferitele grade de eroziune în suprafață. Conform cercetărilor anterioare (Iacobescu et al., 2006) gradul de separabilitate a zonelor cu grade diferite de eroziune creşte prin utilizarea imaginilor satelitare multispectrale combinate în tehnologie RGB. Uşor separabile sunt însă zonele cu eroziune intensă (e_4), cu substratul prezent la suprafața solului. În aceste cazuri, intensificarea fenomenului este însă însoțită, în majoritatea cazurilor, de inițierea eroziunii în adâncime, cu apariția rigolelor, ogaşelor, sau chiar ravenelor. În acest fel, formele foarte periculoase ale eroziunii de adâncime pot fi luate în considerație şi în zonele neacoperite de imagini satelitare.

e. *Degradările antropice*. În acest caz, s-a observat dificultatea identificării haldelor fără informații prealabile, precum şi confuzia care poate să apară între terenul decopertat şi terenul cu ruptură. În primul caz sunt de real folos (dacă sunt disponibile) planurile de bază cu curbe de nivel, indicând panta şi sensul de descreştere a cotei – în general, haldele menajere apar pe zone cu pantă redusă. În cazul decopertărilor, confuziile apar în situațiile exploatărilor necontrolate de argilă sau lut, a carierelor de piatră ne amenajate tocmai din cauza lipsei drumurilor de acces evidente sau a amenajărilor care trădează tocmai intervenția antropică intensă. În ambele cazuri, situațiile dubioase au fost soluționate prin vizite în teren.

Luând în calcul verificările realizate asupra cartărilor din zonele țintă, se poate spune că în urma cartării nu au existat diferențe semnificative între situația din plan şi situația din teren. Neconcordanțele apărute au fost folosite ca feed-back pentru modificarea cheilor de fotointerpretare interactivă, în sensul minimizării numărului de cazuri de neconcordanță. Ca recomandare generală, *vizitarea cazurilor dubioase poate elimina cele mai multe erori de cartare a degradărilor terenului*. Pentru eficientizare, se propune întocmirea unei liste cu zone dubioase, grupat pe zone şi în funcție de modul de acces şi vizitarea acestora, în teren, la finalizarea cartării preliminare a zonei respective.

CAPITOLUL VII. Identificarea diverselor tipuri de degradare pe ortofotoplanuri, vectorizarea limitelor acestora şi a elementelor liniare specifice

VII. 1. Introducere

Identificarea terenurilor degradate din zona de studiu propusă prin proiect presupune aplicarea metodologiei de cartare fundamentată în fazele de execuție anterioare la nivelul arealului reprezentat de Podişul Sucevei (Iacobescu et al., 2007). Metodologia propusă este constituită din fotointerpretarea vizuală a formelor de degradare din zona de studiu, pe baza cheilor de fotointerpretare interactivă. Modelul de lucru a fost testat la nivelul a patru arii țintă constituite în urma unei cartări preliminare a formelor de degradare, cu rezultate pozitive atât din punctul de vedere al identificării tipului de degradare, cât şi din punctul de vedere al preciziei de cartare a conturului exterior al perimetrelor constituite. Metoda este eficientă, având în vedere că are la bază un set de imagini aeriene existente, actuale, deja georeferențiate şi ortorectificate.

VII. 2. Metodologia de cartare

Aceasta este, practic, cea fundamentată în etapa II a proiectului şi presupune utilizarea cheilor de fotointerpretare interactivă întocmite pentru fiecare tip de degradare întâlnită în cadrul arealului. Având în vedere nevoia unei exprimări cantitative, dată de suprafață ocupată de fenomenele de degradare a terenului prezente, modul de lucru presupune vectorizarea manuală a acestor forme de degradare în cadrul unui platforme informatice cu interfață GIS (în acest caz *ArcGIS* 9.3), sub forma de poligon, cu bază de date ataşată. Pentru fiecare formă de degradare s-a notat în tabelul de atribute tipul de degradare şi unitatea teritorial administrativă. În cazul formelor de degradare complexe, s-a notat tipul de degradare predominantă ca suprafață şi din punctul de vedere al periculozității fenomenului. Tipul de fişier spațial utilizat a fost *shapefile* (**.shp*), preferat pentru posibilitatea utilizării pe platforme GIS diferite (grad ridicat de transferabilitate a datelor).

Tabelul de atribute al fişierului de date spațiale a fost completat în final cu suprafața fiecărui poligon corespunzător unei forme de gradare şi perimetrul acesteia, ambele calculate în funcție de coordonatele plane ale nodurilor obținute prin vectorizare. Seturile de valori au fost utilizate mai departe în statistici referitoare la gruparea spațială a anumitor tipuri de degradare şi calculul coeficienților de formă ai conturului zonelor degradate (1).

$$f = \frac{S\left[\ \ ^{2}\right]}{P\left[\ \ \right]}, \qquad (1)$$

unde: *f* reprezintă coeficientul de formă al conturului bazinului
S – aria formei de degradare (m^2)
P – perimetrul (m)

Coeficientul de formă al conturului este luat în considerare ca şi indicator al sinuozității limitei dintre zona degradată şi terenul practic nederanjat. O valoare mică a coeficientului semnifică o lungime mai mare a zonei de acțiune a fenomenului de degradare pentru aceeaşi suprafață degradată.

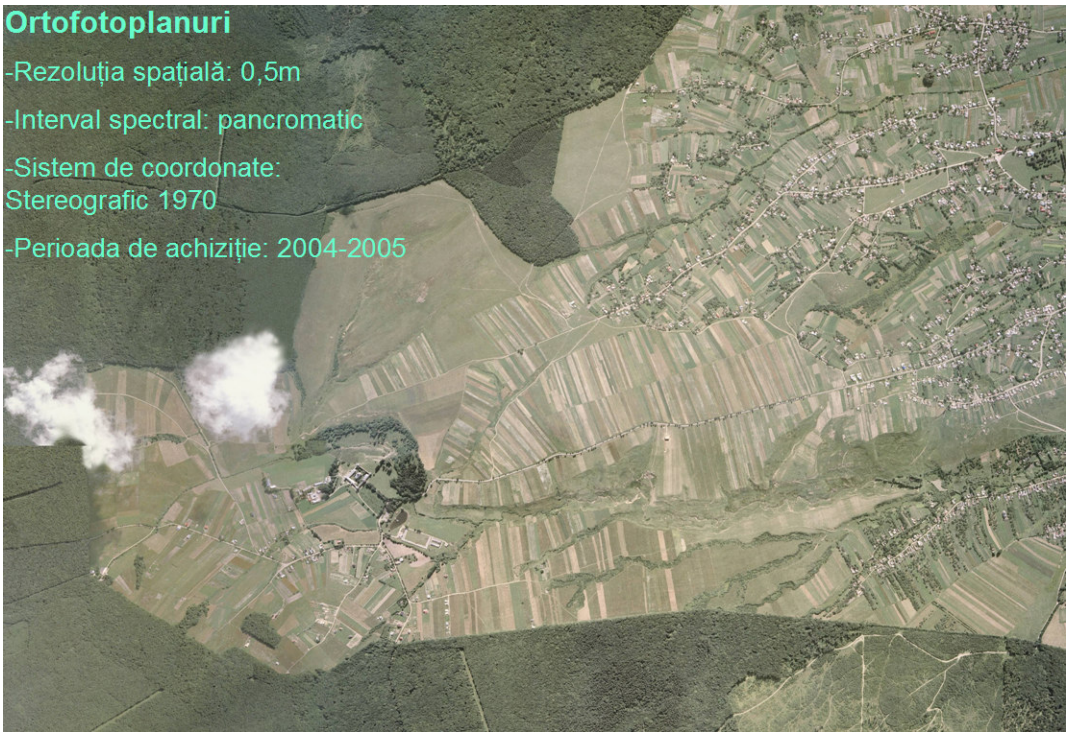


Fig. 68. Materialul utilizat în cartarea formelor de degradare a terenului

În literatură este fundamentat un coeficient de formă al anumitor forme de relief, aplicabil atât în plan orizontal (coeficienți de formă ai bazinelor hidrografice) sau în plan vertical (coeficienți de formă ai profilului vertical al albiei râurilor) (Rădoane et al., 1999, Rădoane, Rădoane, 2001), definit ca raport între suprafața formei de relief luate în calcul şi suprafața unui dreptunghi care o încadrează. Coeficientul a fost calculat în ArcGIS pentru formele cartate în podişul Sucevei (fig. 69), urmând a fi corelat, după completarea bazei de date SIG, cu parametrii morfometrici şi geologici ai terenurilor degradate.

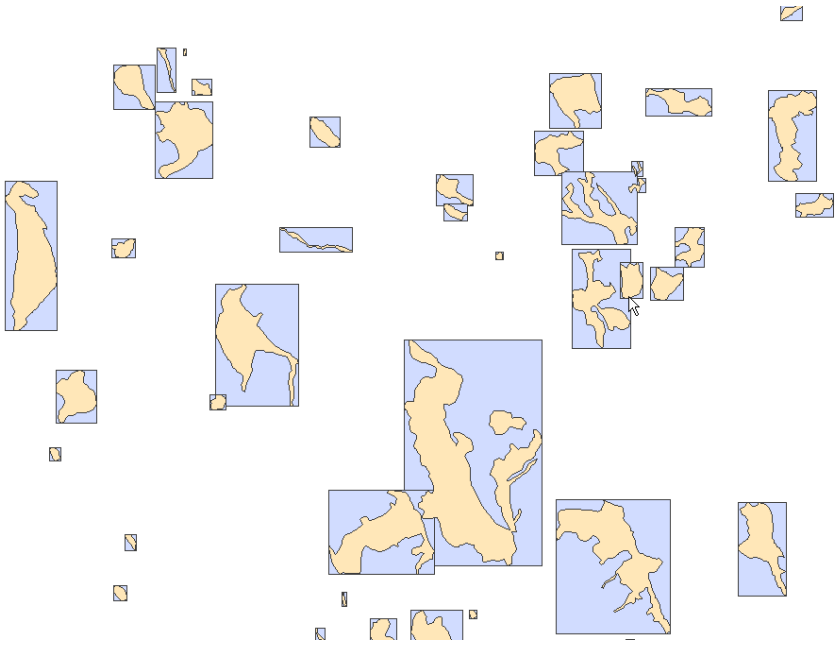


Fig. 69. Exemplu de construire a dreptunghiurilor înfăşurătoare pentru formele de degradare identificate şi cartate

VII. 3. Rezultate în identificarea şi vectorizarea formelor de degradare din Podişul Sucevei

Baza de date obținută în urma vectorizării formelor de degradare din podişul Sucevei reprezintă baza pentru analizele ulterioare privind gradul de extindere şi variabilitatea spațială a fenomenului de degradare a terenului. Aceasta conține un număr de 1656 de obiecte care se pot constitui în perimetre de ameliorare a terenului. După cum s-a menționat în descrierea metodei, tabelul de atribute conține, în această fază a lucrărilor, inclusiv informații privind tipul de degradare a terenului şi unitatea teritorial administrativă în teritoriul căreia este inclus perimetrul respectiv.

Analiza distribuției perimetrelor degradate pe cuprinsul arealului considerat (harta. 1) arată o grupare spațială a anumitor tipuri de degradare. Astfel, ravenele sunt distribuite relativ uniform în suprafață, cu un procent mai redus totuşi în partea de sud a podişului (zona Roman). Spre deosebire de acestea, se observă o predominare a fenomenelor de deplasare a terenului, (în special alunecări) în partea centrală a podişului.

O densitatea mai ridicată a fenomenelor de degradare torențială sau gravitațională se observă în partea de vest, în zona de tranziție spre formele de relief cu altitudine mare – Subcarpați sau Obcinile Bucovinei. Gruparea este normală, dacă ținem cont de energia de relief mult mai mare care însoțeşte creşterea altitudinii şi a pantei. În etapele următoare urmează ca densitatea să fie cuantificată şi corelată cu parametrii morfometrici, hidrologici şi cei privitori la utilizarea terenurilor.

Degradările antropice sunt prezente în special în zonele limitrofe centrelor urbane din zonă, atât sub forma depozitelor de deşeuri menajere, cât şi sub forma de halde de deşeuri industriale. Localizarea zonei de studiu în zona de podiş face ca haldele de steril minier să lipsească, acestea fiind prezente în zona de munte a județului Suceava.

Dacă se analizează distribuția formelor de degradare pe unități teritorial administrative, se observă o variație accentuată a procentelor de degradare a terenului din fiecare comună – de la 0 la 26,81 % (fig. 70), valoarea cea mai ridicată fiind înregistrată în cazul comunei Buneşti, județul Suceava.

Un sfert din comunele din județ prezintă un procent total de degradare a terenului mai mare de 5% (20 de comune).

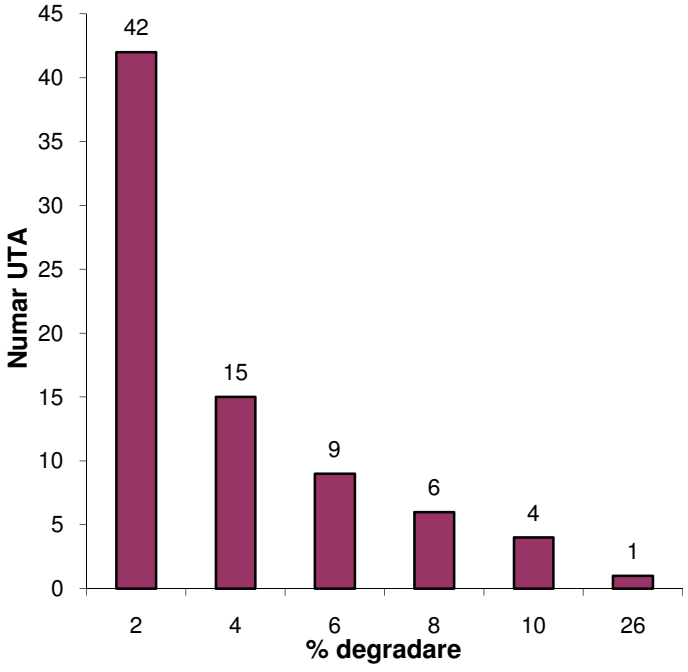


Fig. 70. Distribuția numărului de comune pe clase ale procentelor de degradare

Tabelul 1. Centralizatorul suprafețelor degradate pe unități teritorial administrative din podişul Sucevei

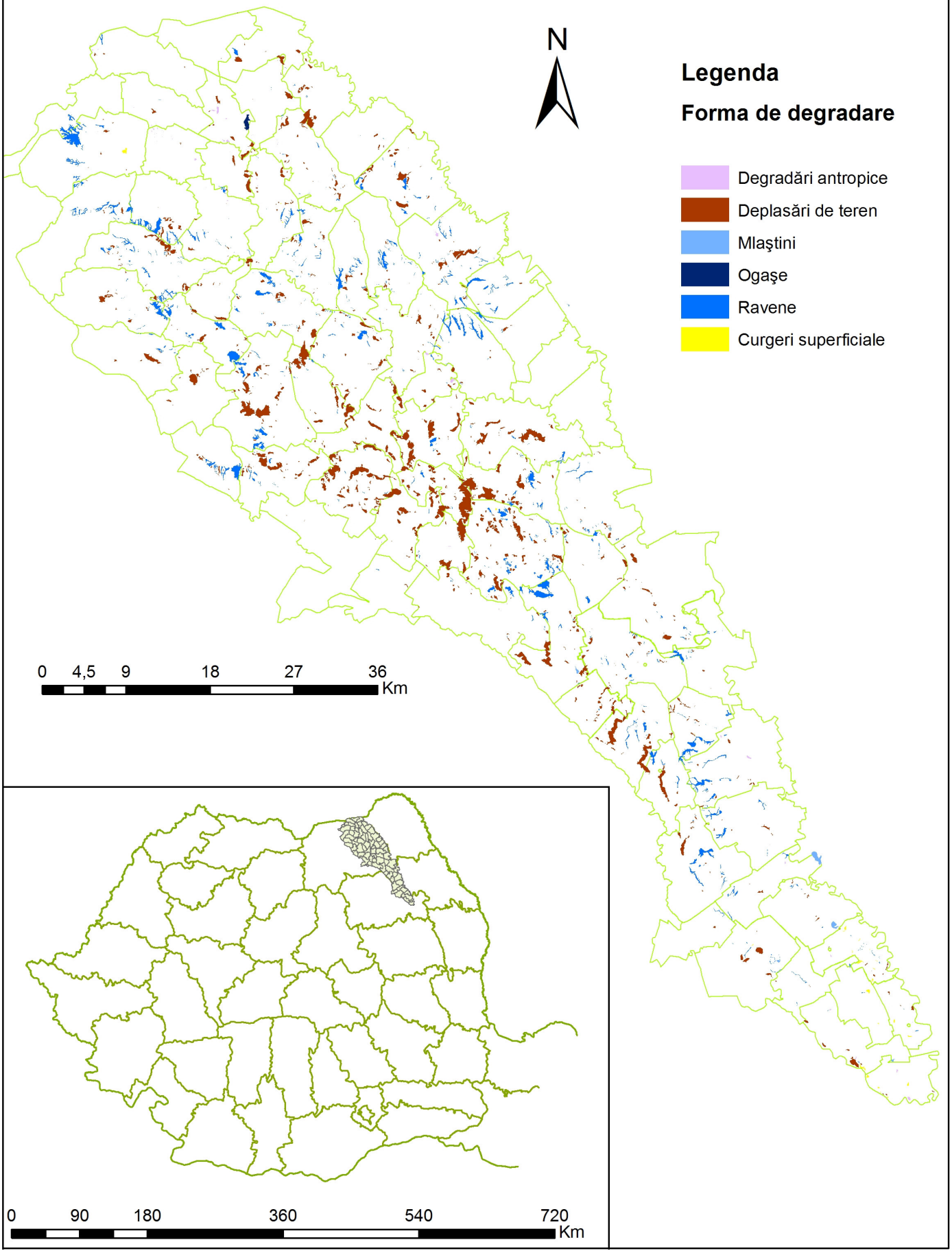
UTA	Degradări antropice	Deplasări de teren	Mlaştini	Ogaşe	Ravene	Curgeri superficiale	Total	% degradare
Adâncata	10,31	167,91			106,78		285,00	3,68
Arbore		191,34			146,69		338,03	5,08
Baia		3,99			2,18		6,17	0,16
Bălcăuti	0,51	72,14			0,66		73,31	1,87
Bosanci		407,33			34,18		441,51	9,12
Boteşti		80,42	9,44		17,71	1,07	108,64	1,60
Botoşana		46,98			199,24		246,22	6,39
Buneşti		755,18			17,25		772,43	26,81
Cacica		73,45			24,76		98,20	1,72
Cajvana		35,85					35,85	1,46
Calafindeşti	1,85	100,24			13,53		115,62	1,97
Ciprian Porumbescu		445,85			191,02		636,86	7,12
Cordun	4,29	72,63	8,41		0,47	11,19	97,00	2,28
Cornu Luncii		1,40		0,08			1,48	0,02
Cristeşti		354,84		0,14	62,88		417,87	7,64
Dărmăneşti	0,35	69,54			71,35		141,24	2,76
Dolhasca		118,46			16,97		135,43	1,24
Dolheşti		62,48			46,26		108,75	2,56
Dorneşti	28,26	79,58		65,93			173,78	5,73
Dragoieşti	0,48	252,84		0,25	35,58		289,15	5,66
Drăguşeni		109,14			1,88		111,02	3,80
Dumbrăveni		13,59			35,82		49,42	1,10
Fântânele	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fălticeni	3,54	107,71			3,30		114,55	4,06
Forăşti		293,89	13,48		228,67		536,05	8,06
Frătăuții Noi	2,48	8,61			13,91		24,99	0,47
Frătăuții Vechi	1,92	11,36	1,16		0,24		14,68	0,41
Gălăneşti					17,22		17,22	0,43
Gherăieşti		2,93			13,95		16,88	0,53
Grămeşti		195,44			3,47		198,91	5,15
Grăniceşti	1,57	55,45			44,92	2,29	104,23	2,11
Hălăuceşti		14,54	33,67		9,04		57,25	1,18
Horodnic	1,53	15,09	0,63		304,26	18,57	340,09	4,07
Horodniceni		580,88			6,76		587,64	10,19
Ipoteşti	21,69	92,85			7,33		121,87	5,31
Lespezi		6,45			62,94		69,39	1,29
Liteni	3,55	32,91			57,21		93,67	1,30
Marginea	0,30	17,72			139,35		157,37	2,05
Milişăuti	1,32	16,54		0,07	54,03		71,96	1,38
Mirceşti	2,06	14,35	2,20		7,03	27,25	52,89	2,92
Mirosloveşti		79,45			132,77		212,22	3,02
Mitocu Dragomirnei		26,54			112,55		139,09	2,62
Moara		196,54				0,60	197,14	4,65
Mogoşeşti-Siret	2,32	8,40	72,21		33,56		116,48	3,03
Moţca		114,70			61,07		175,77	4,75
Muşenița		0,63					0,63	0,02

Păltinoasa		31,20			157,09		188,29	4,74
Parteştii de Jos		99,65			1,99		101,63	1,98
Paşcani	10,42	28,90		0,24	135,15		174,71	2,32
Pătrăuti		58,59			116,12		174,71	4,59
Preuteşti		507,73		1,72	226,59	2,88	738,91	8,69
Rădăşeni		405,11			2,22		407,33	9,68
Rădăuti	9,66	1,50					11,15	0,34
Roman	11,41	4,57				14,65	30,63	1,01
Săbăoani					1,87	11,61	13,48	0,41
Salcea		10,48			188,47	5,08	204,03	3,63
Satu Mare	0,66	97,82			0,21		98,69	3,87
Scheia		152,20			74,73		226,93	3,99
Siminicea		7,79			101,94		109,73	2,86
Siret	0,09	45,43			22,17		67,69	1,56
Solca		70,24			99,31		169,55	2,68
Stolniceni-Prajescu	0,28	19,09			83,94		103,31	1,64
Stroieşti		356,62		0,06	11,43		368,10	9,99
Suceava	0,15	60,83			17,79		78,77	1,52
Tamaseni		14,15	0,29		3,38	7,83	25,64	1,10
Tatarusi		67,95			45,69		113,64	1,72
Todiresti	0,18	187,53			148,70		336,42	5,72
Tupilati		3,56			7,37		10,94	0,34
Udesti		336,44			32,00		368,44	4,79
Vadu Moldovei	0,57	43,38		0,34	40,63		84,92	1,07
Valea Seaca		49,79			153,51	0,98	204,27	5,67
Veresti							0,00	0,00
Volovat		71,94			173,87		245,82	5,98
Vulturesti	0,50	332,91			108,12	0,53	442,06	8,39
Zamostea		13,73			1,05		14,78	0,31
Zvoristea	0,93	202,20			307,39		510,52	7,80
Total	**123,20**	**8689,48**	**141,49**	**68,81**	**4601,52**	**104,52**	**13729,03**	**3,61**

Procentul general de degradare a terenului în podişul Sucevei este de 3,61 %, un procent ridicat dacă luăm în considerare faptul că provine din raportarea la întreg teritoriul unității teritorial administrative. Separarea formelor de degradare pe UTA arată, la o scară mai mare, modul de grupare a perimetrelor şi tipul de degradare predominantă (harta 2-37).

Se observă o diferență semnificativă între modul de variație a suprafețelor cu deplasări de teren şi cel al ravenelor (suprafețe/UTA) (fig. 7).

Harta formelor de degradare ale terenului în Podişul Sucevei



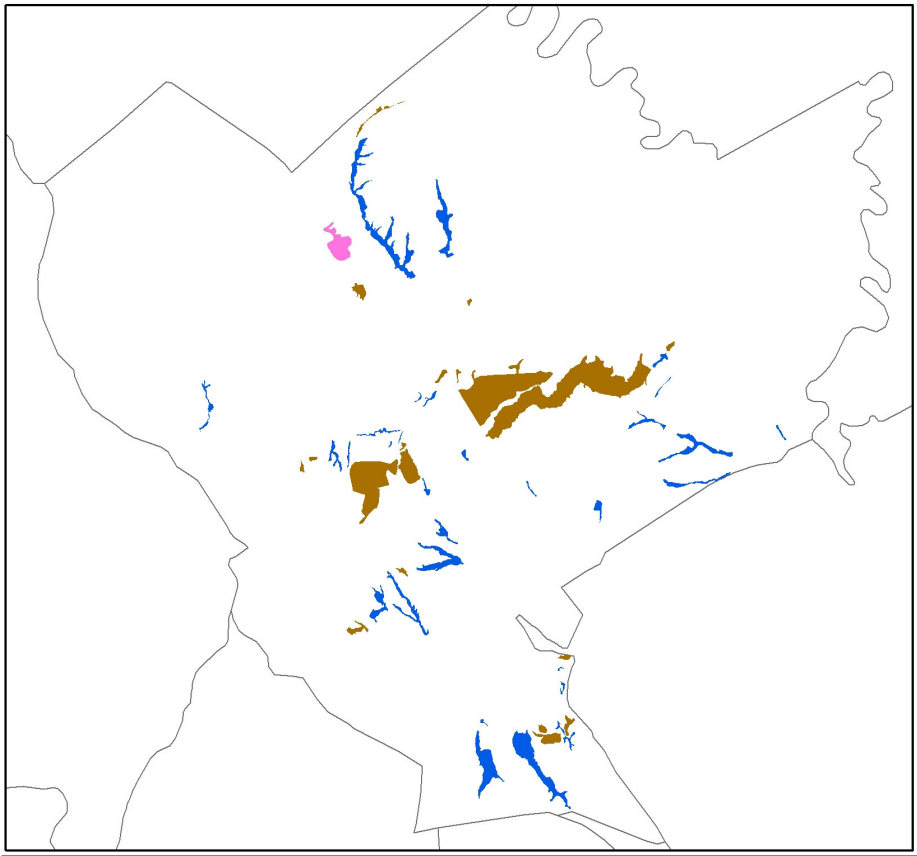
Harta 1.

Situatia terenurilor degradate pe comune

Adancata

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	10,3
Deplasări de teren	167,9
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	106,8
Curgeri superficiale	
Total	285,0

0 0,5 1 2 3 Km

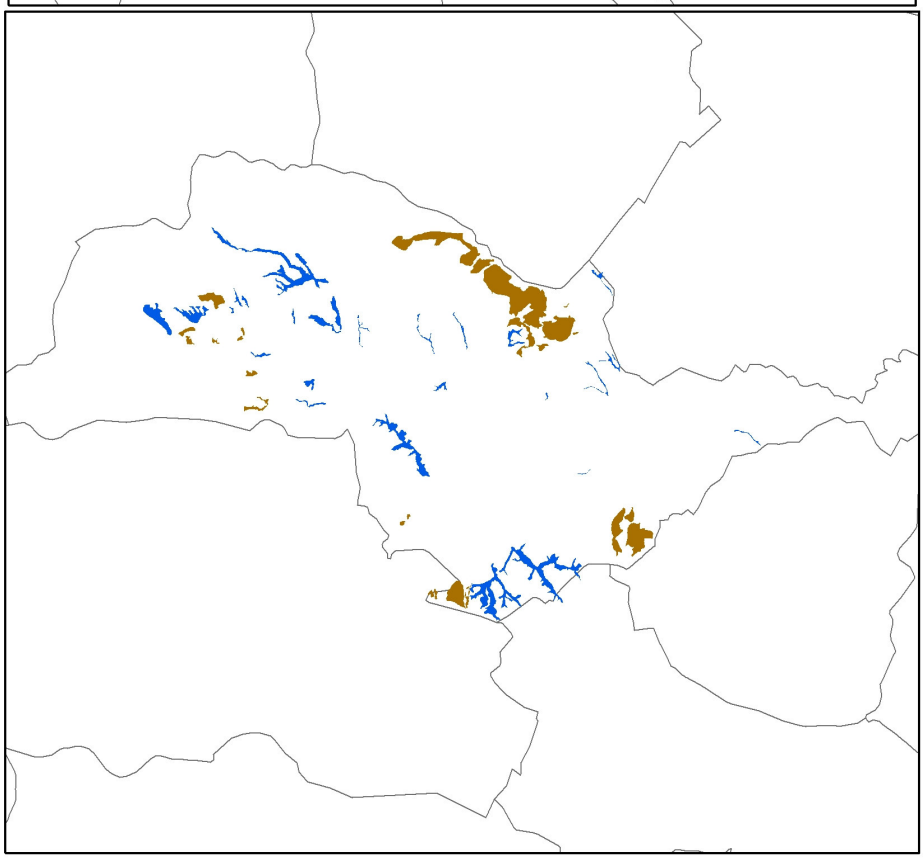


Legenda

Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala



Arbore

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	191,3
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	146,7
Curgeri superficiale	
Total	338,0

0 1 2 4 6 Km

Harta 2.

Situatia terenurilor degradate pe comune

Baia

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	4,0
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	2,2
Curgeri superficiale	
Total	6,2

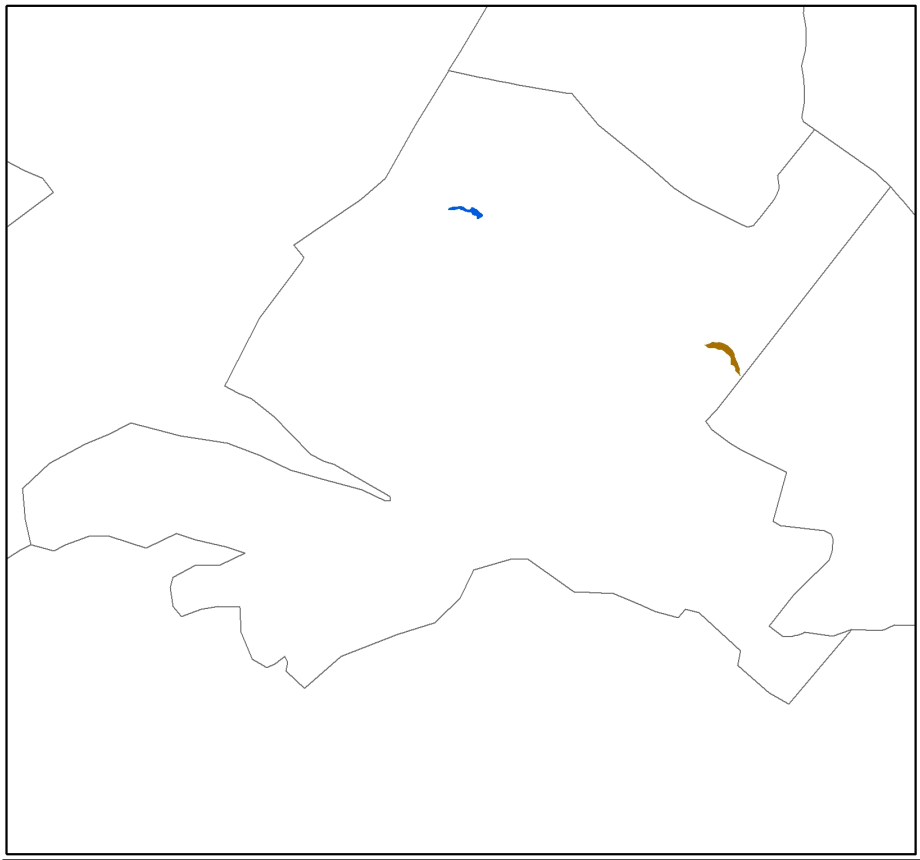
0 0,5 1 2 3 Km

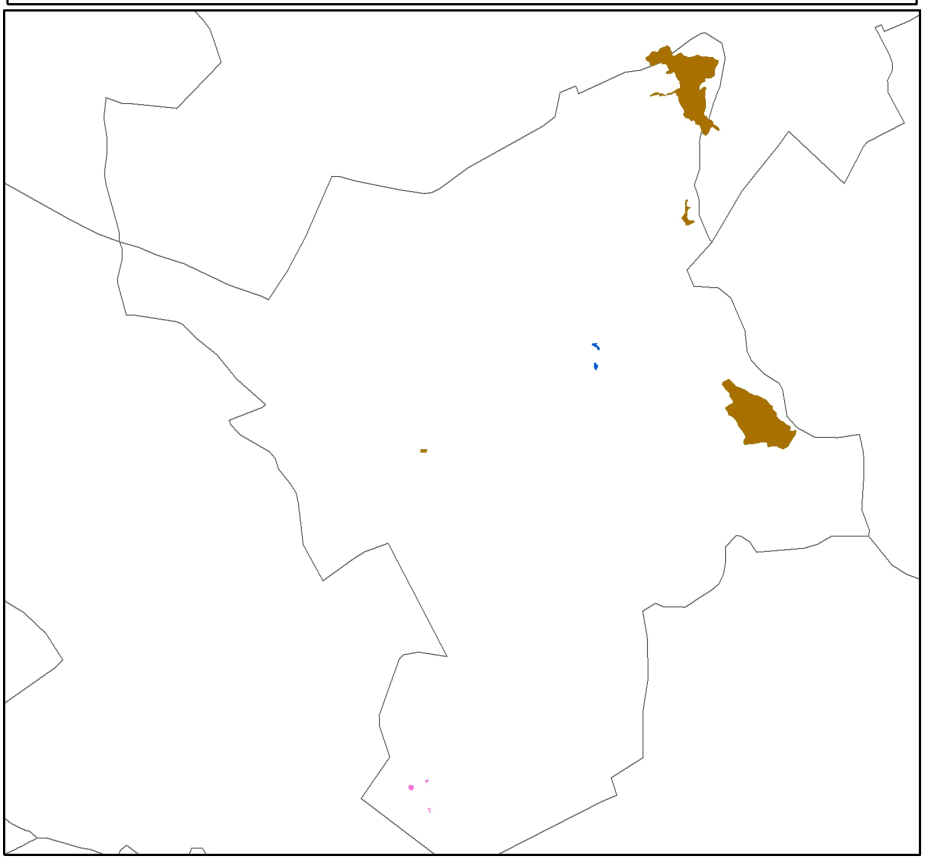
Legenda

Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala





Balcăuți

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	0,5
Deplasări de teren	72,1
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	0,7
Curgeri superficiale	
Total	73,3

0 0,5 1 2 3 Km

Harta 3.

Situatia terenurilor degradate pe comune

Bosanci

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	407,3
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	34,2
Curgeri superficiale	
Total	441,5

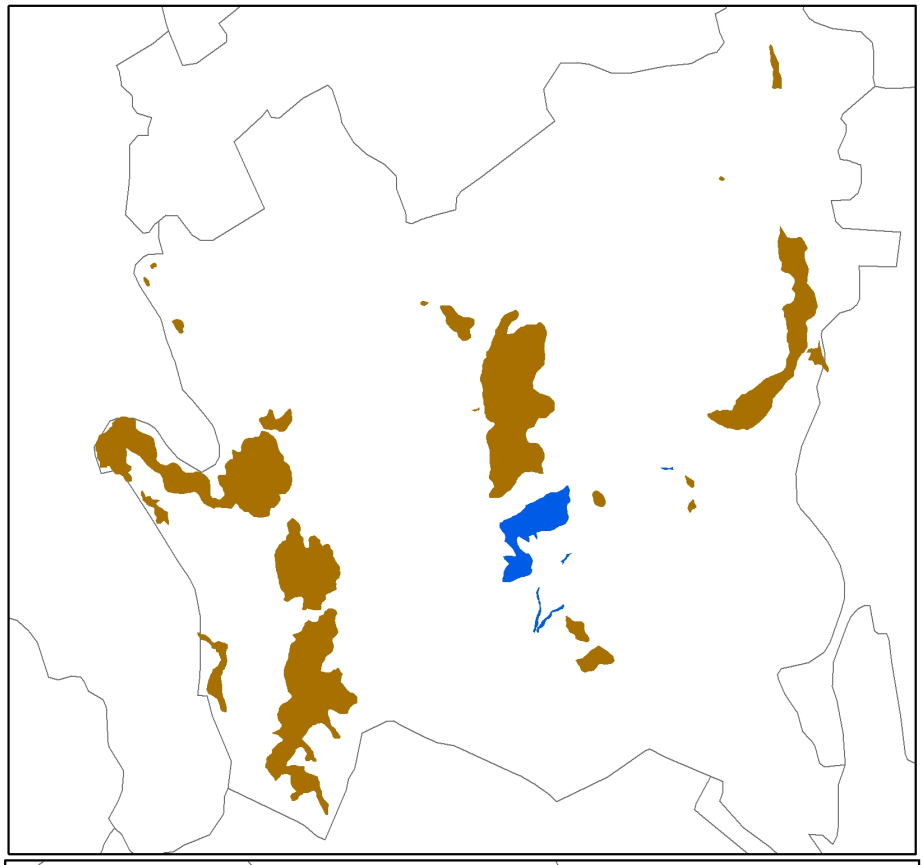
0 0,45 0,9 1,8 2,7 Km

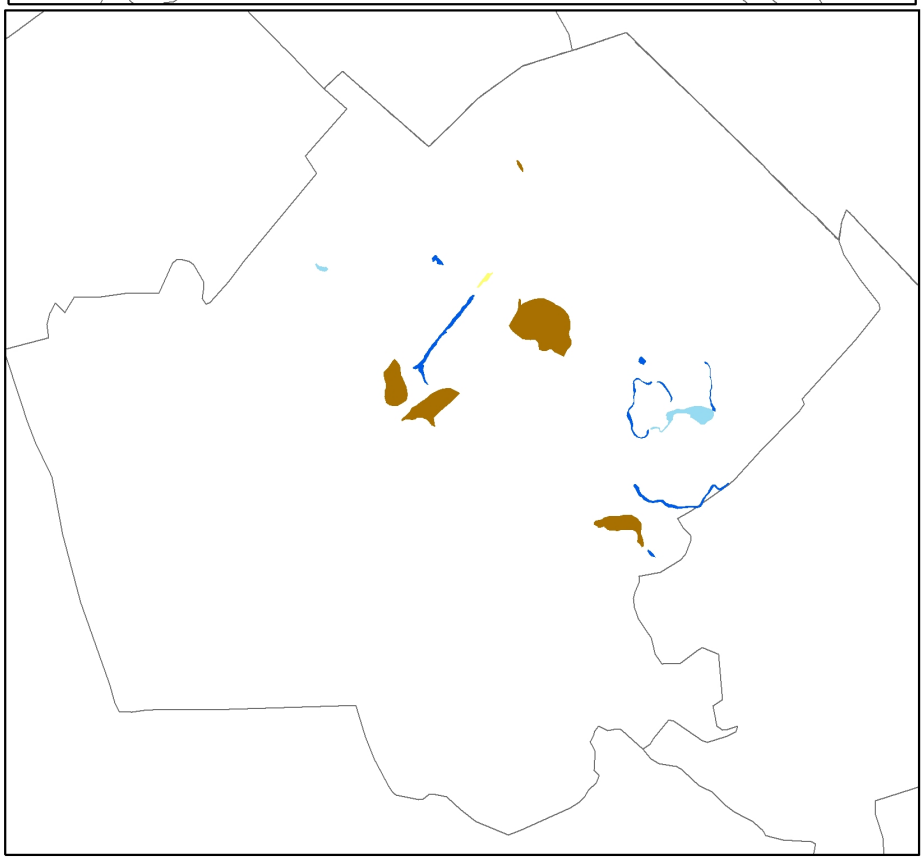
Legenda

Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala





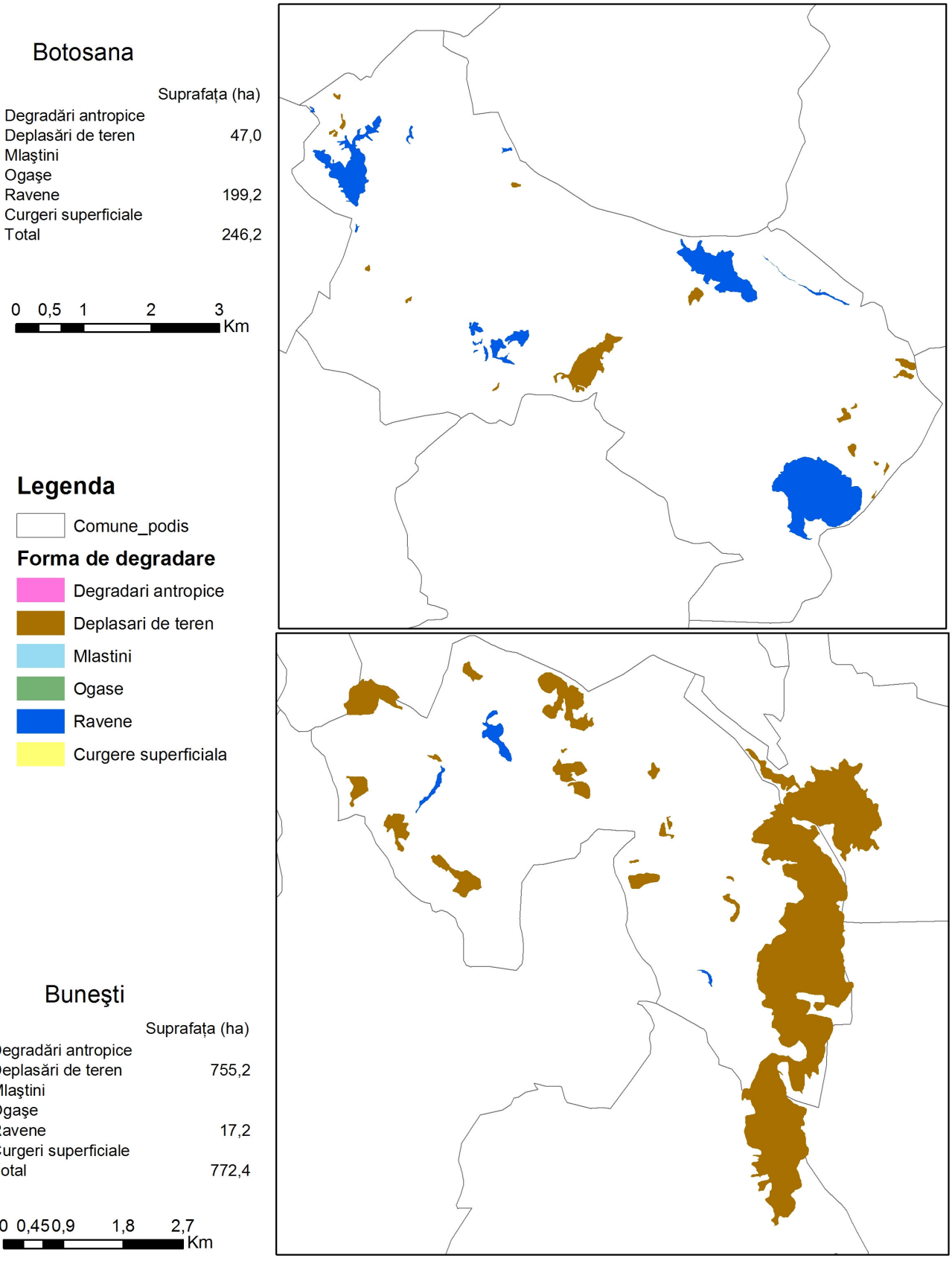
Botesti

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	80,4
Mlaştini	9,4
Ogaşe	
Ravene	17,7
Curgeri superficiale	1,1
Total	108,6

0 0,5 1 2 3 Km

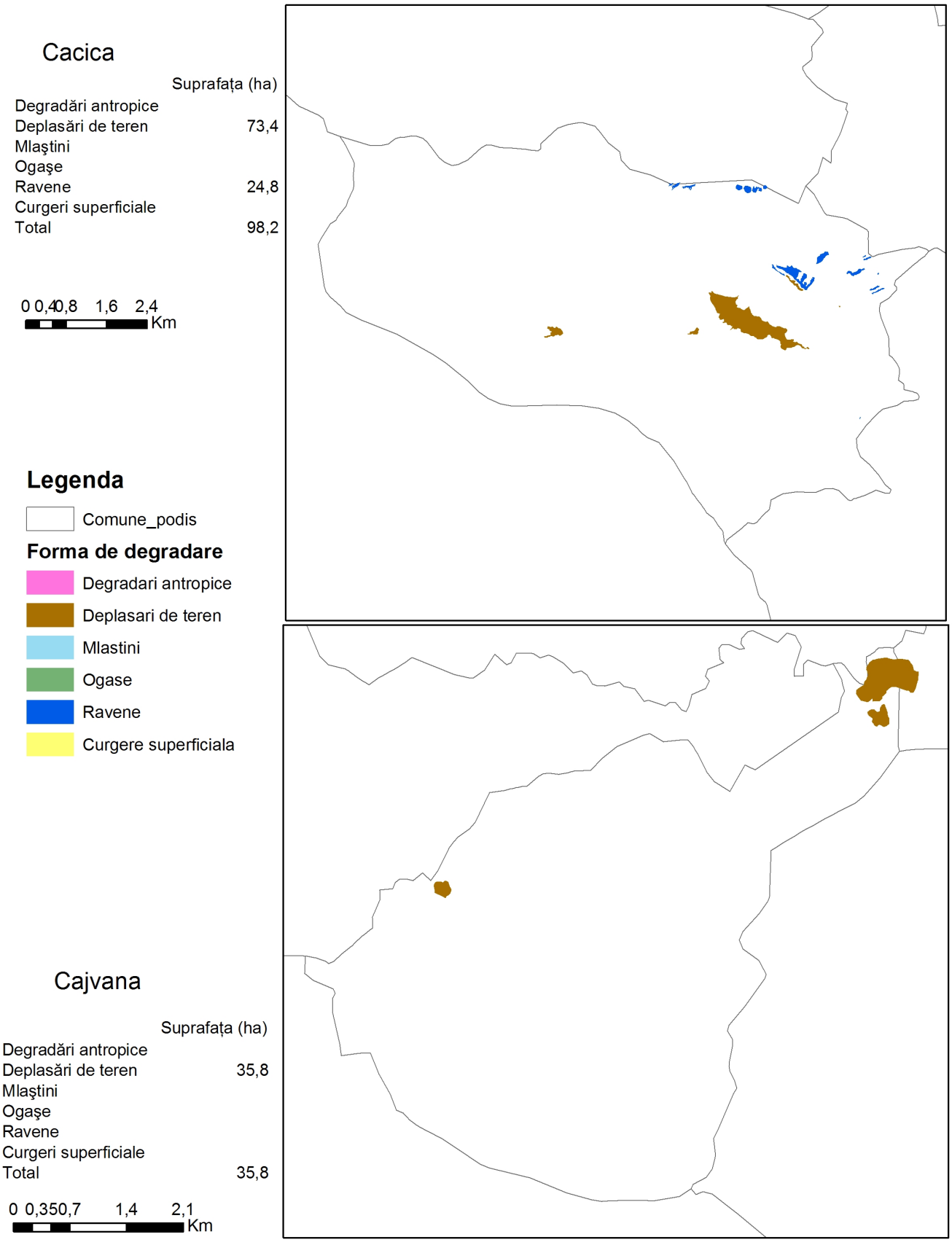
Harta 4.

Situatia terenurilor degradate pe comune



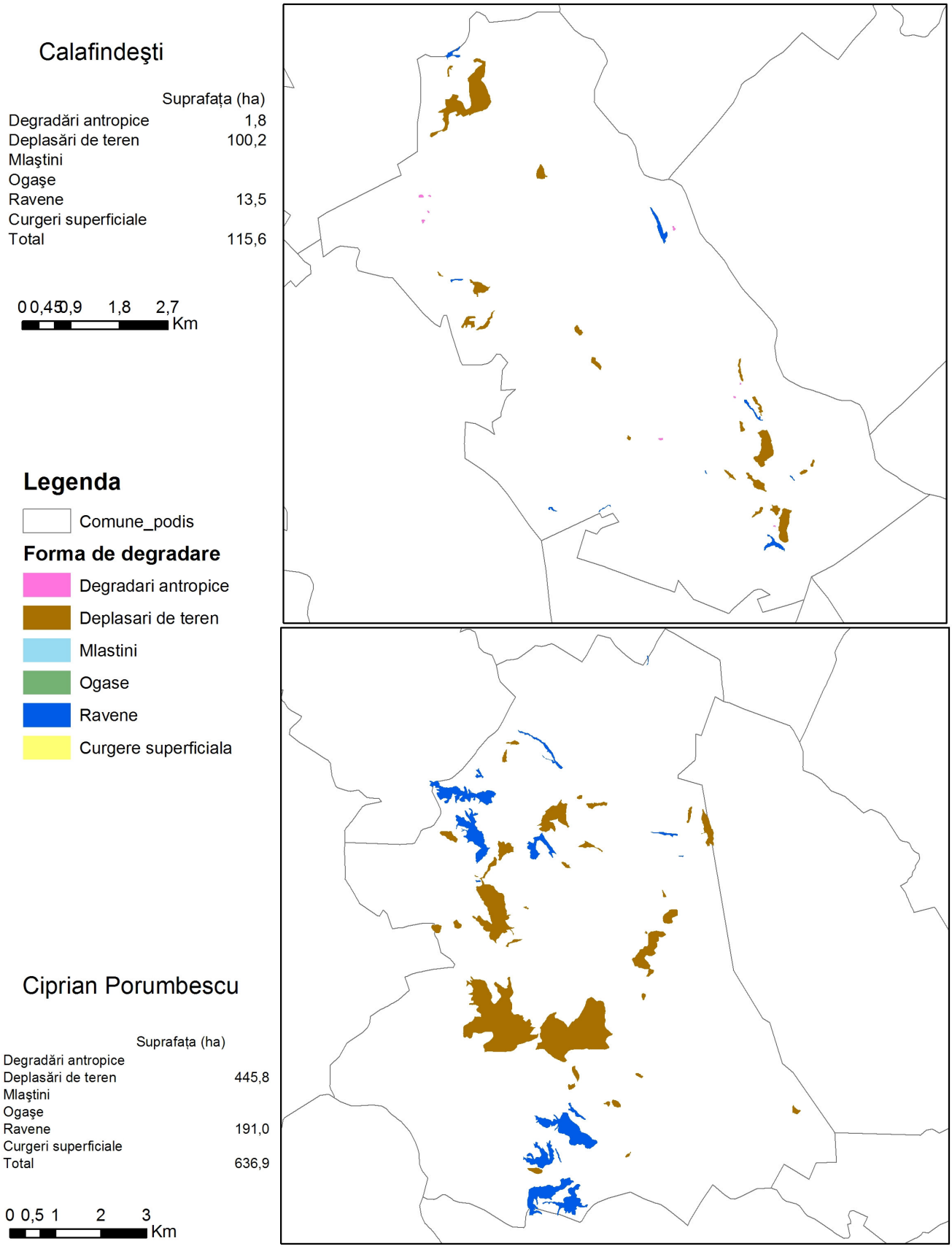
Harta 5.

Situatia terenurilor degradate pe comune



Harta 6.

Situatia terenurilor degradate pe comune



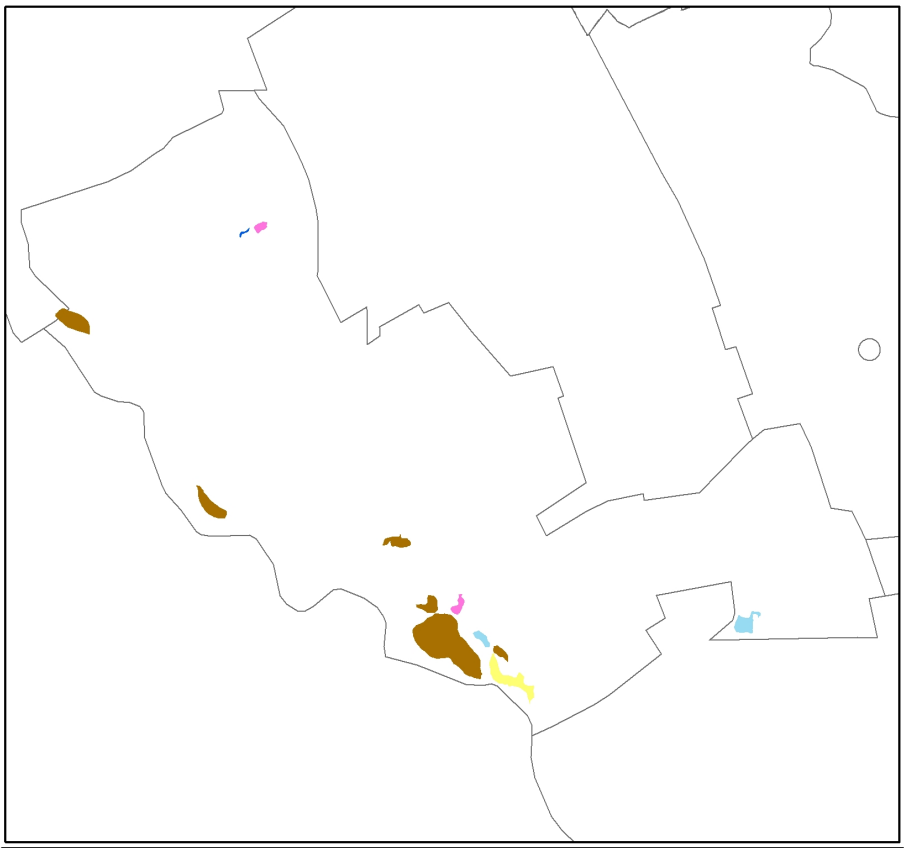
Harta 7.

Situatia terenurilor degradate pe comune

Cordun

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	4,3
Deplasări de teren	72,6
Mlaştini	8,4
Ogaşe	
Ravene	0,5
Curgeri superficiale	11,2
Total	97,0

0 0,45 0,9 1,8 2,7 Km



Legenda

Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

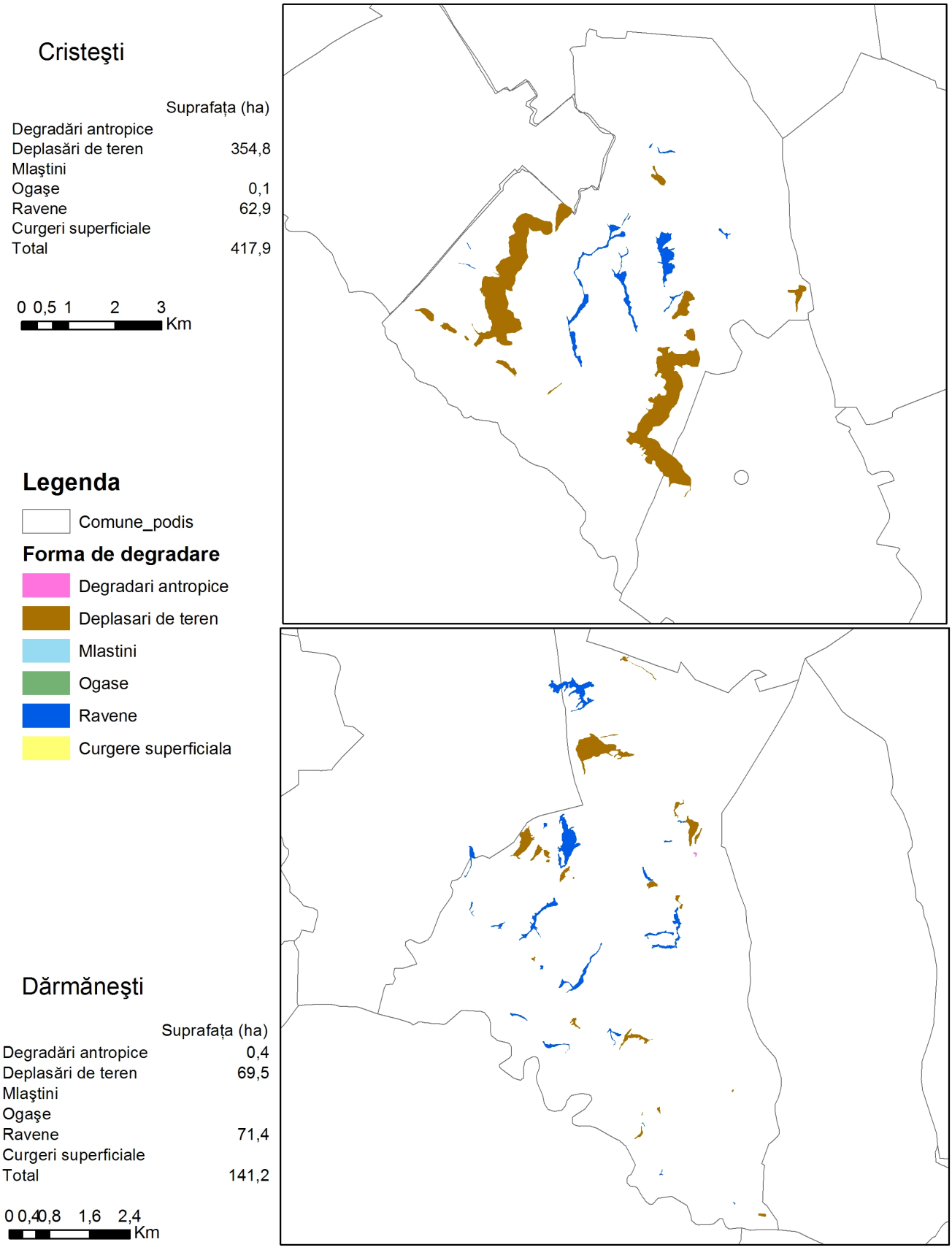
Cornu Luncii

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	1,4
Mlaştini	
Ogaşe	0,1
Ravene	
Curgeri superficiale	
Total	1,5

0 0,45 0,9 1,8 2,7 Km

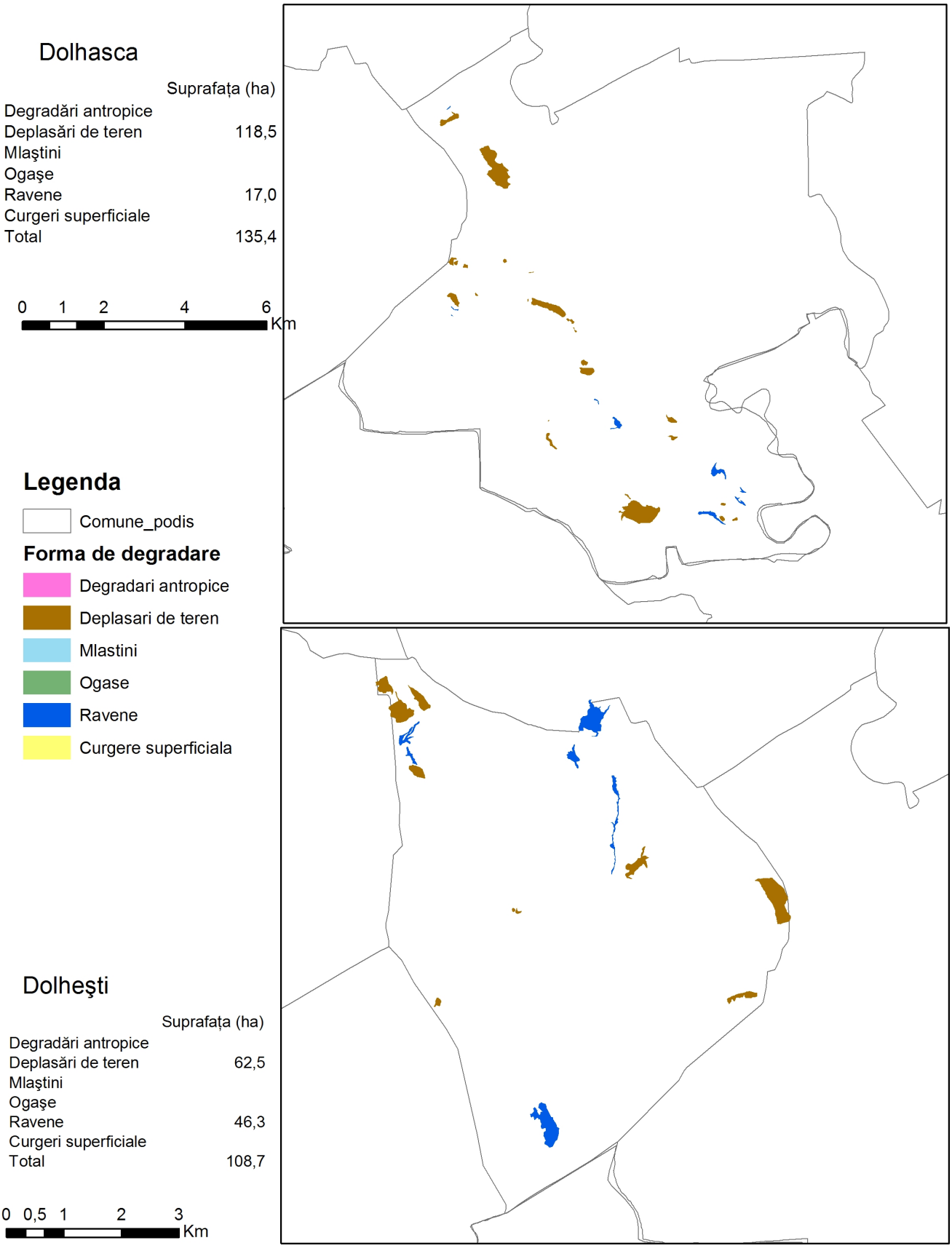
Harta 8.

Situatia terenurilor degradate pe comune



Harta 9.

Situatia terenurilor degradate pe comune



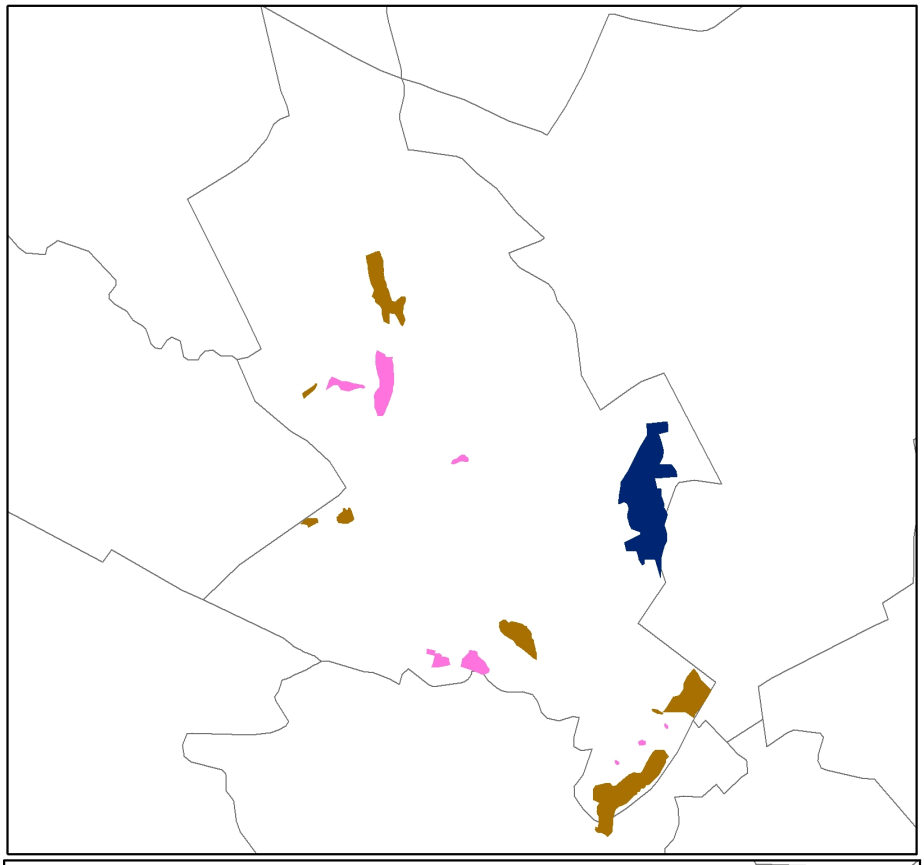
Harta 10.

Situatia terenurilor degradate pe comune

Dorneşti

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	28,3
Deplasări de teren	79,6
Mlaştini	
Ogaşe	65,9
Ravene	
Curgeri superficiale	
Total	173,8

0 0,5 1 2 3 Km

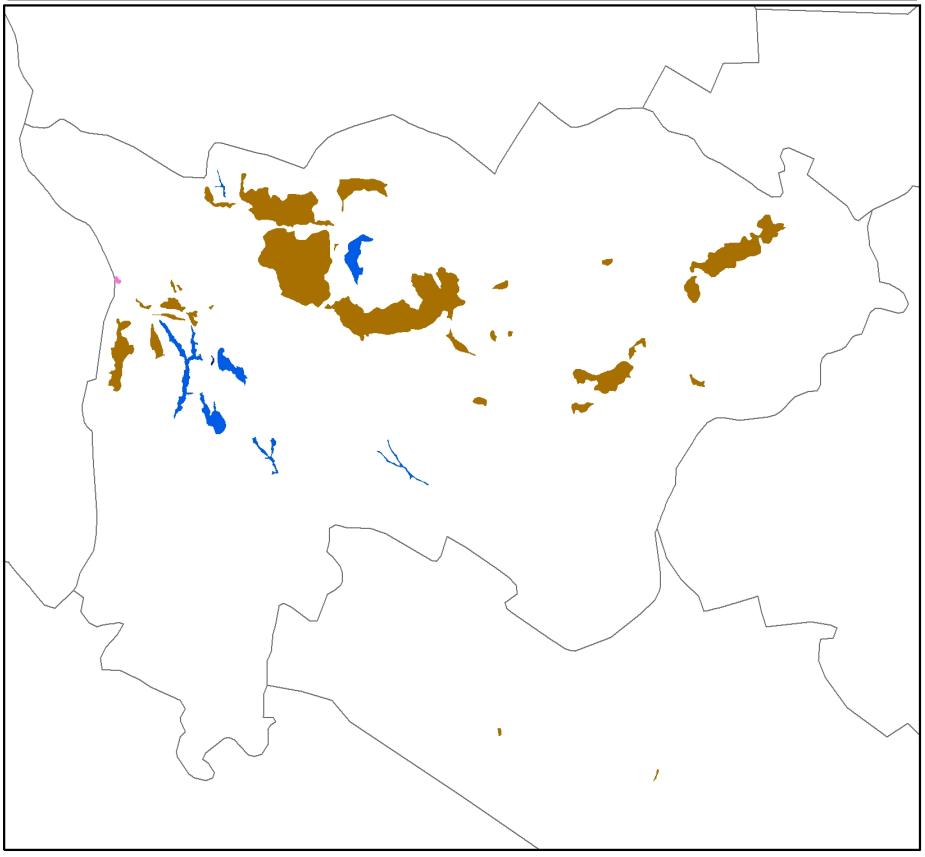


Legenda

Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala



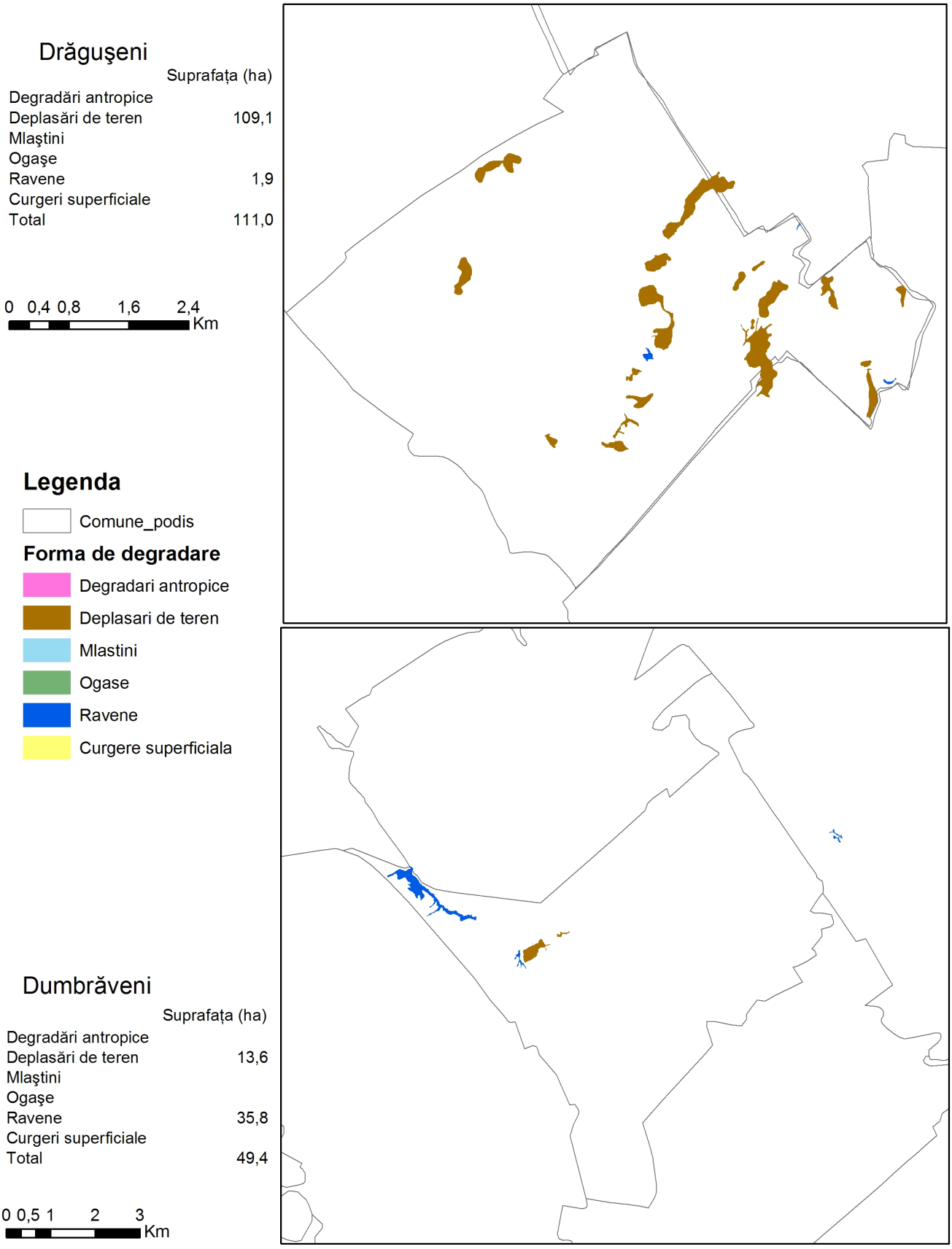
Drăgoieşti

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	0,5
Deplasări de teren	252,8
Mlaştini	
Ogaşe	0,2
Ravene	35,6
Curgeri superficiale	
Total	289,1

0 0,450,9 1,8 2,7 Km

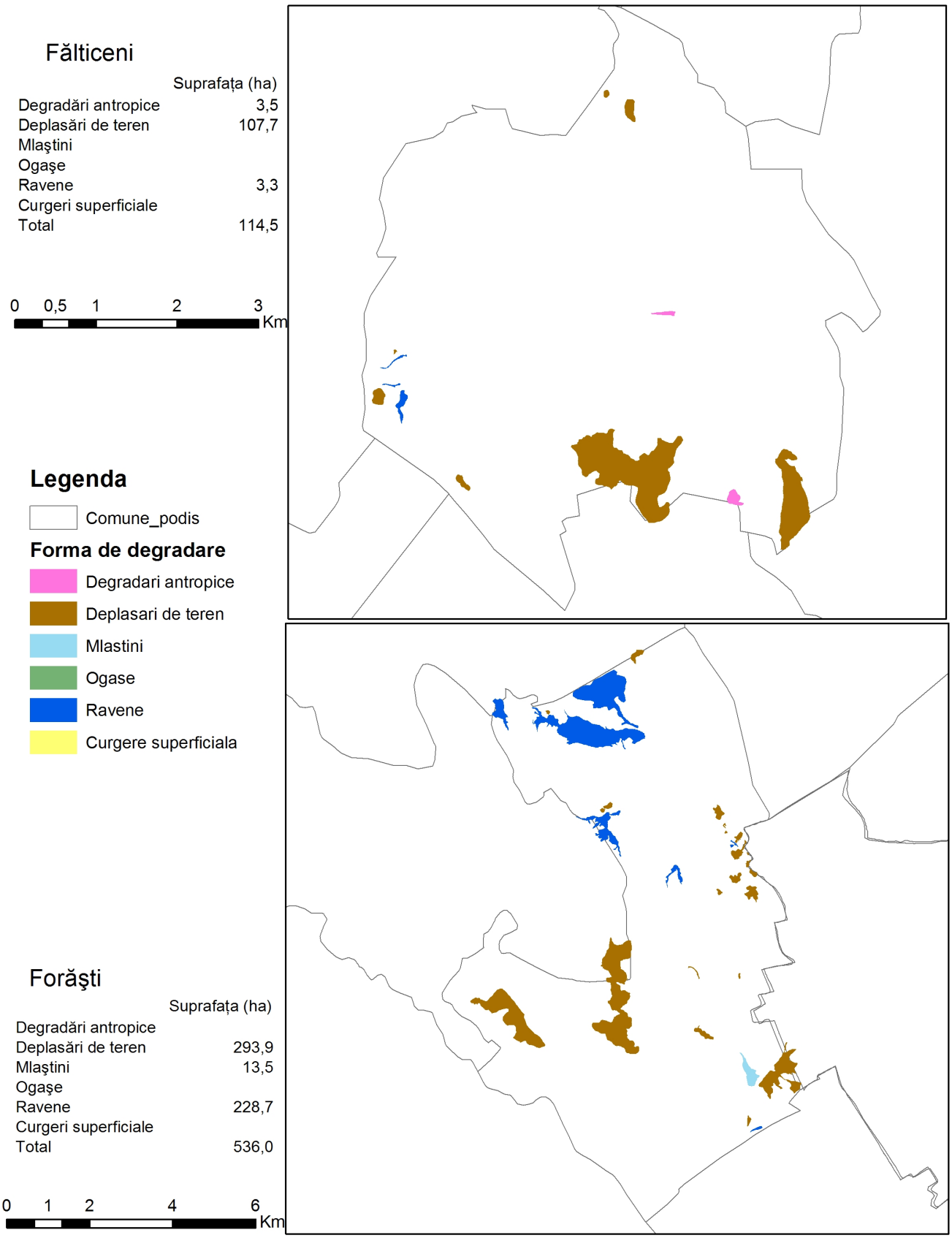
Harta 11.

Situatia terenurilor degradate pe comune

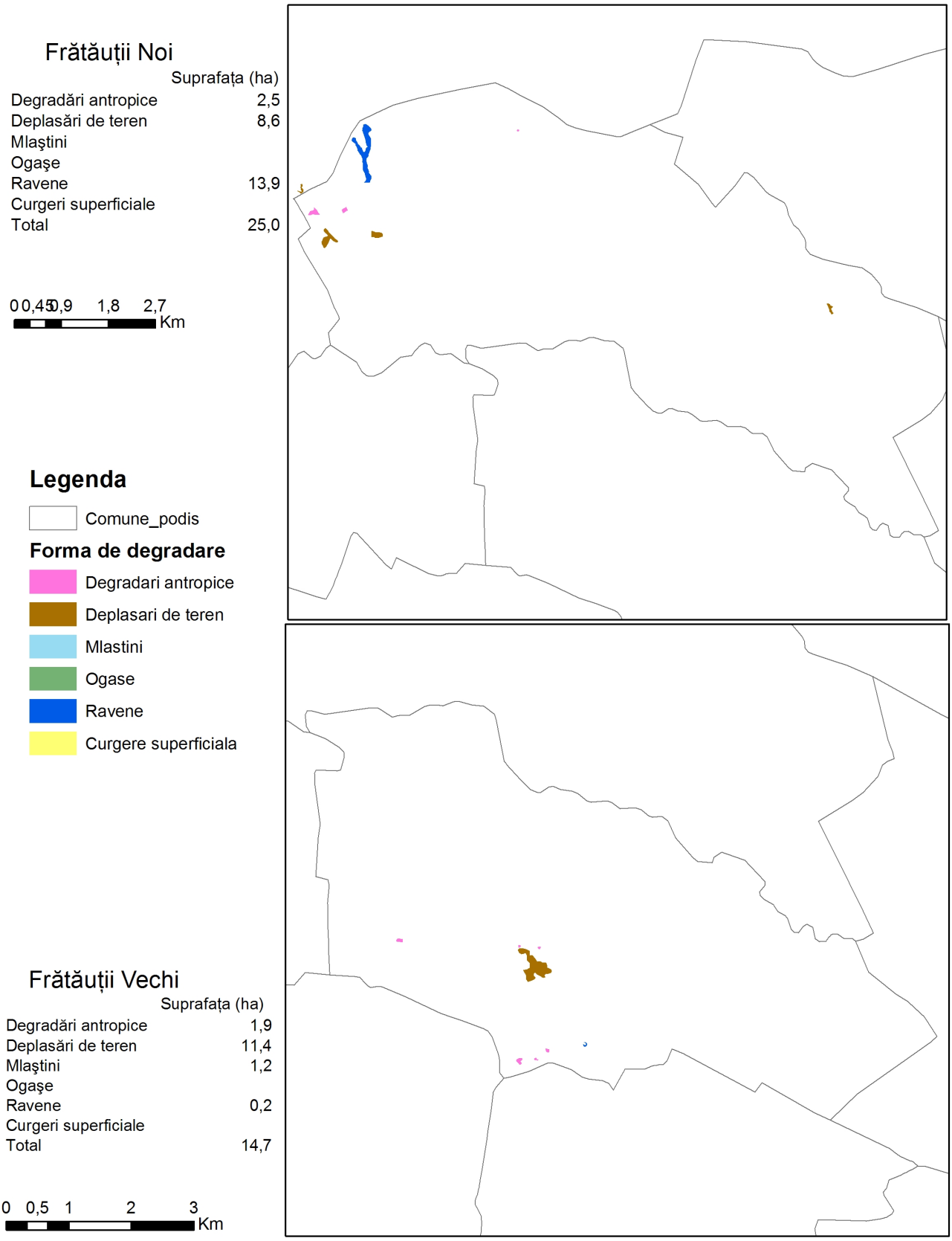


Harta 12.

Situatia terenurilor degradate pe comune



Situatia terenurilor degradate pe comune

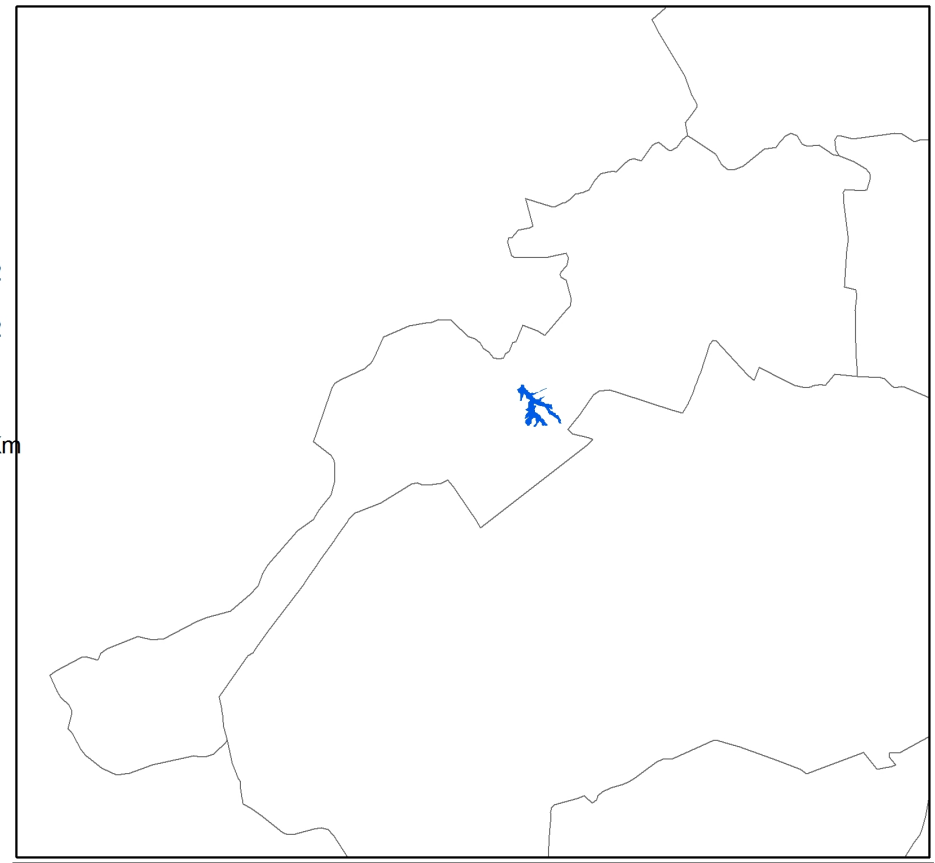


Situatia terenurilor degradate pe comune

Gălăneşti

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	17,2
Curgeri superficiale	
Total	17,2

0 1 2 4 6 Km



Legenda

Comune_podis

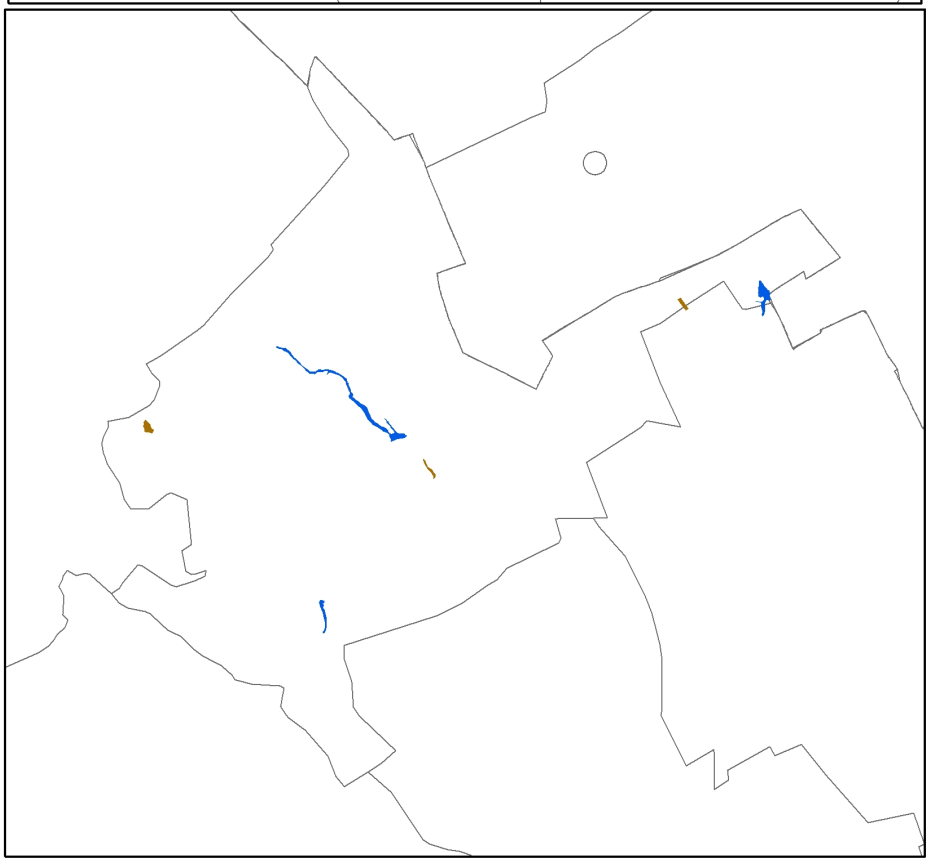
Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

Gherăieşti

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	2,9
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	13,9
Curgeri superficiale	
Total	16,9

0 0,5 1 2 3 Km



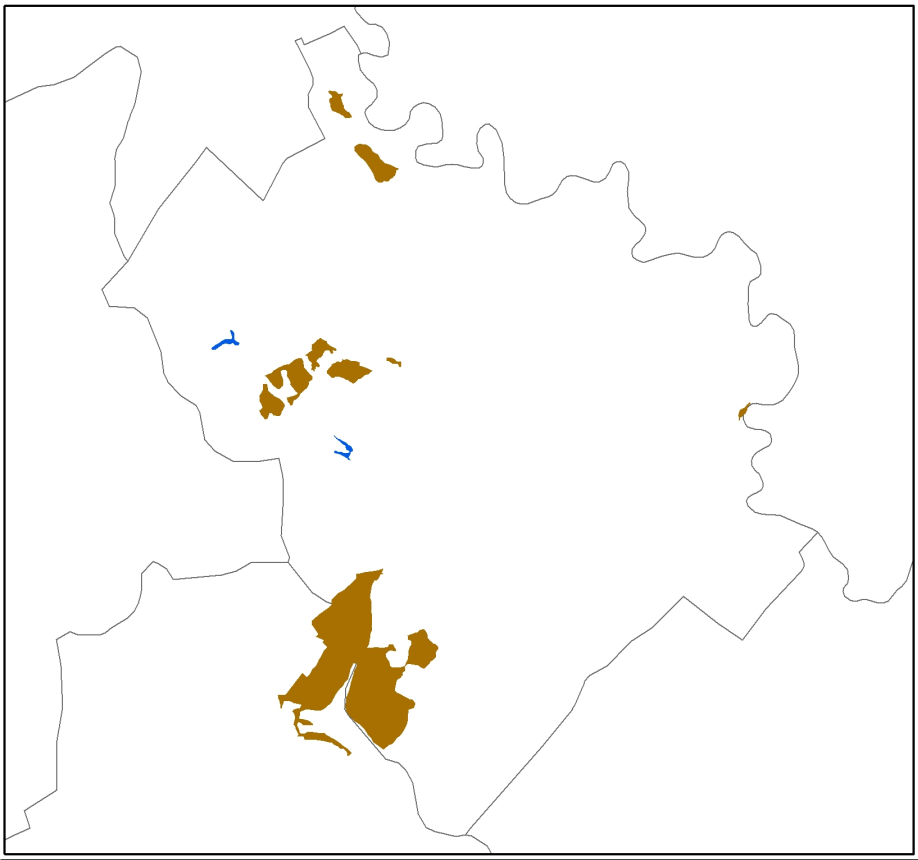
Harta 15

Situatia terenurilor degradate pe comune

Grămeşti

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	195,4
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	3,5
Curgeri superficiale	
Total	198,9

0 0,5 1 2 3 Km

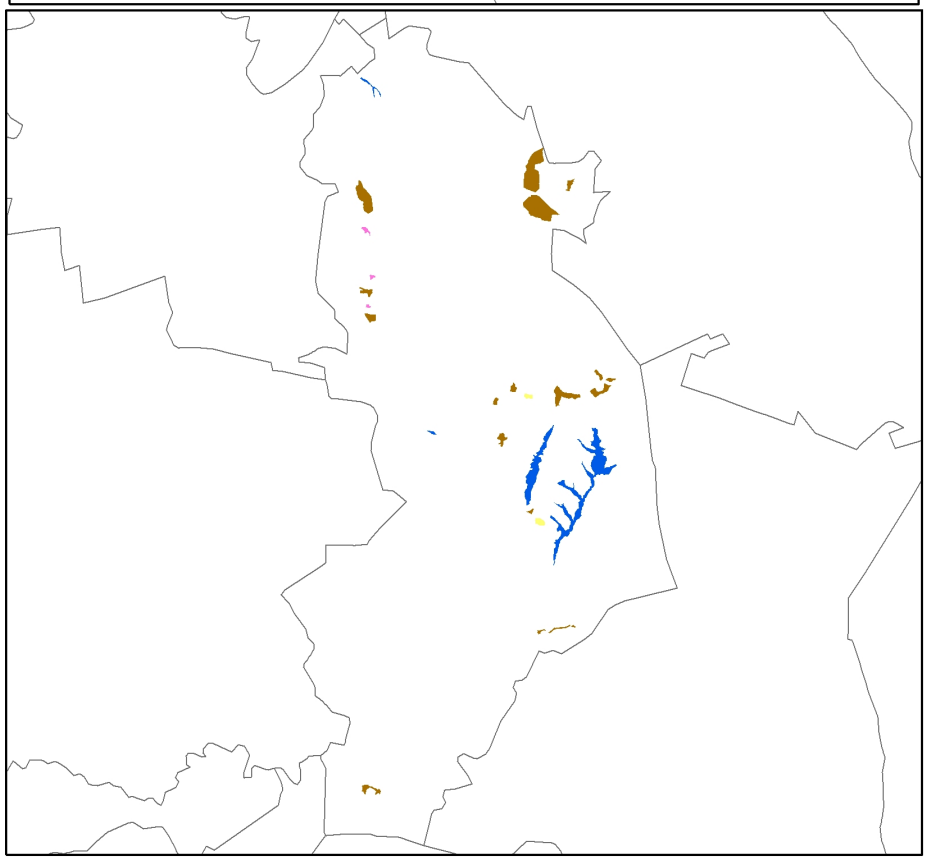


Legenda

Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala



Grăniceşti

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	1,6
Deplasări de teren	55,5
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	44,9
Curgeri superficiale	2,3
Total	104,2

0 0,4 0,8 1,6 2,4 Km

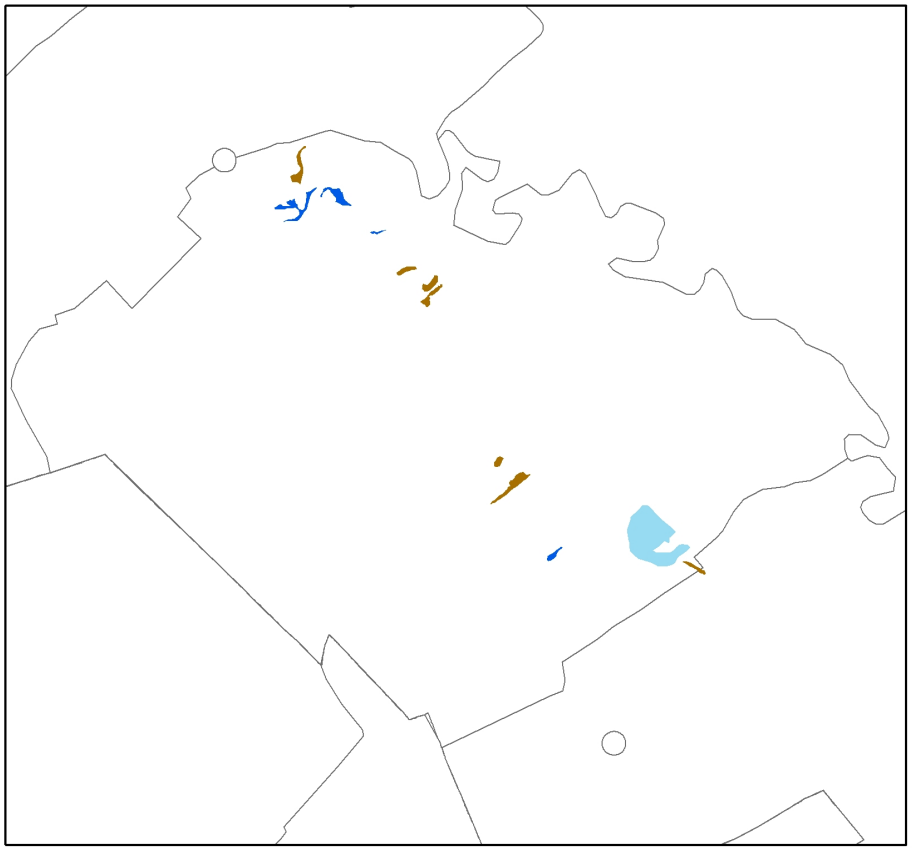
Harta 16

Situatia terenurilor degradate pe comune

Hălăuceşti

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	14,5
Mlaştini	33,7
Ogaşe	
Ravene	9,0
Curgeri superficiale	
Total	57,2

0 0,5 1 2 3 Km



Legenda

Comune_podis

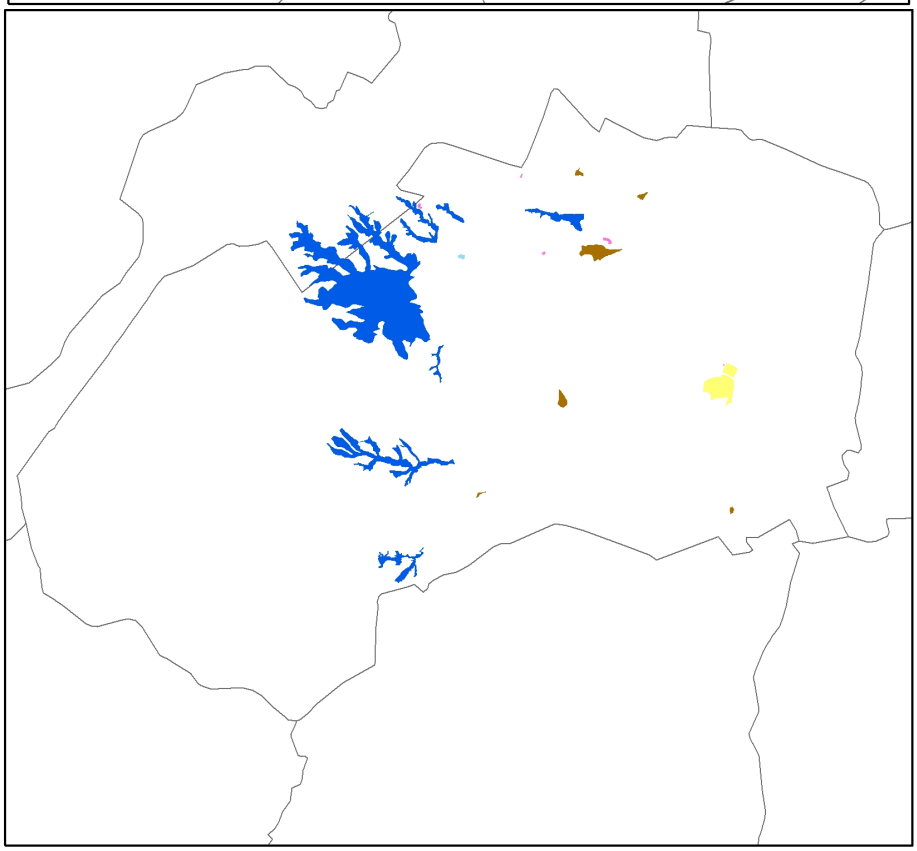
Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

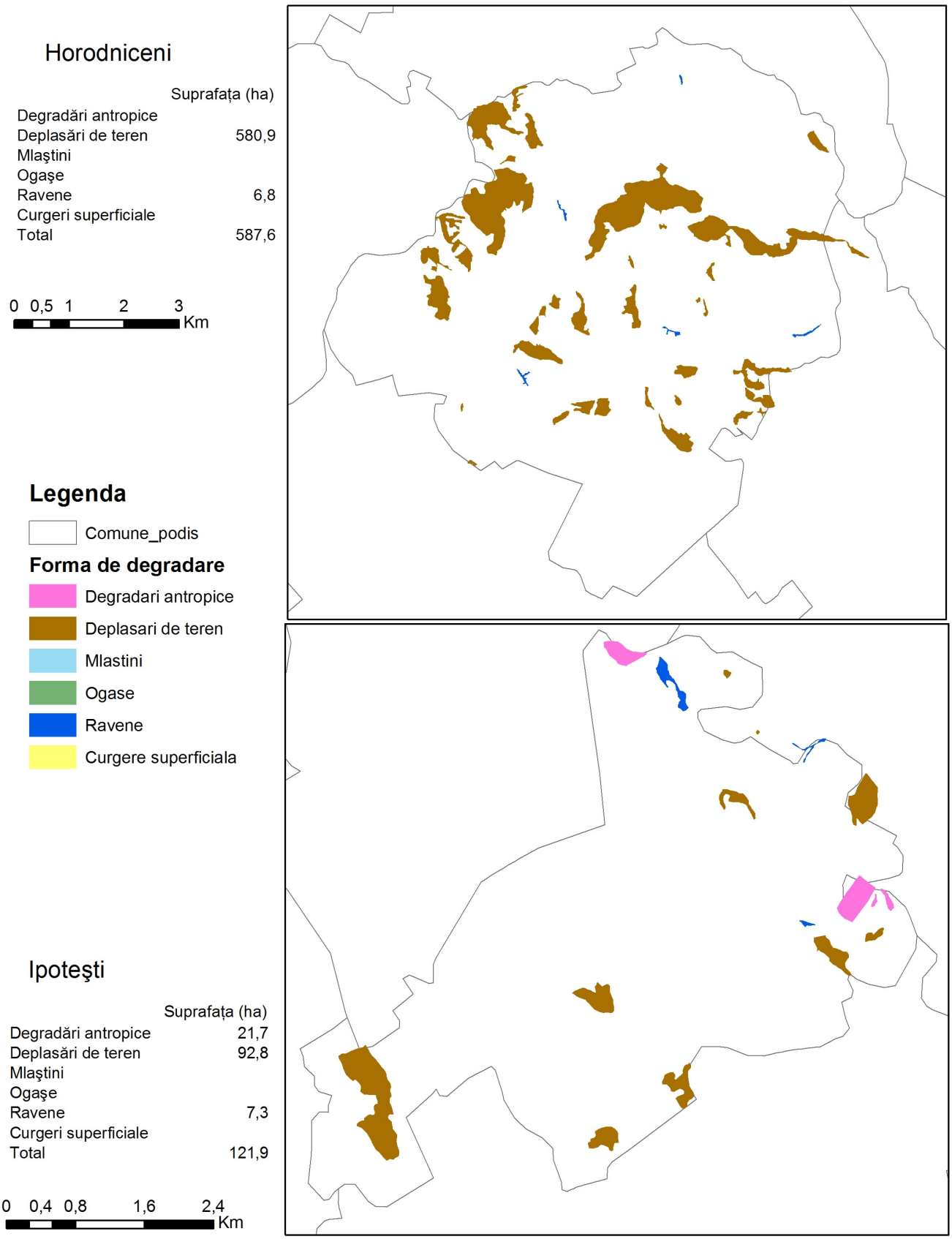
Horodnic

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	1,5
Deplasări de teren	15,1
Mlaştini	0,6
Ogaşe	
Ravene	304,3
Curgeri superficiale	18,6
Total	340,1

0 0,5 1 2 3 Km



Situatia terenurilor degradate pe comune

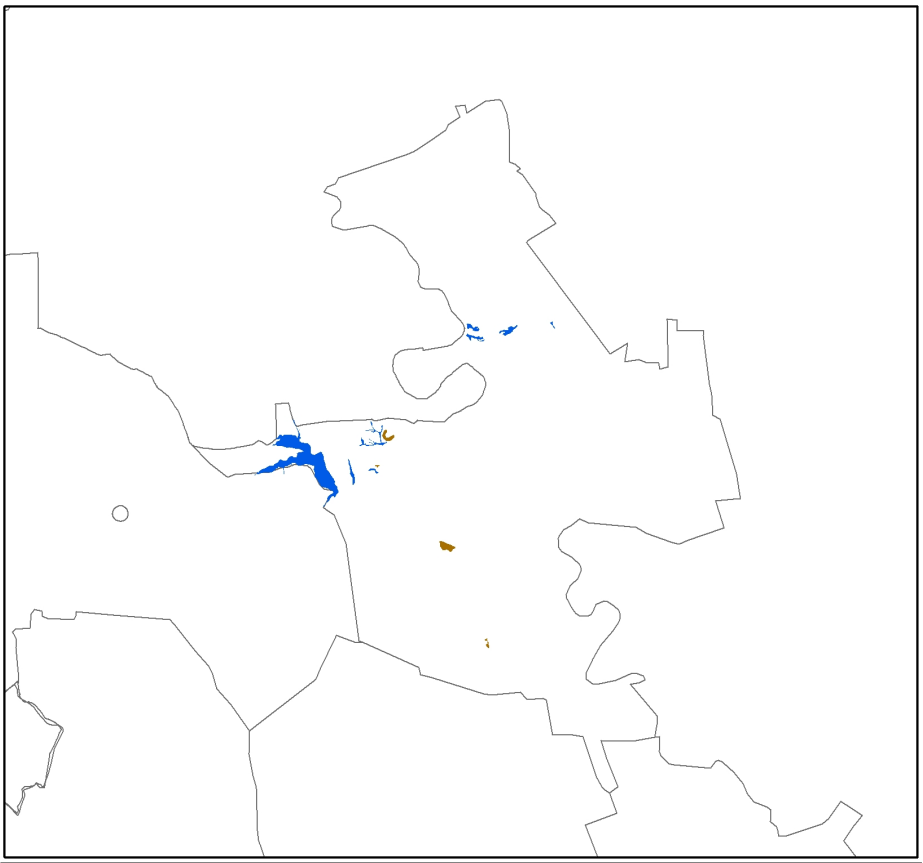


Situatia terenurilor degradate pe comune

Lespezi

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	6,4
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	62,9
Curgeri superficiale	
Total	69,4

0 0,5 1 2 3 Km



Legenda

Comune_podis

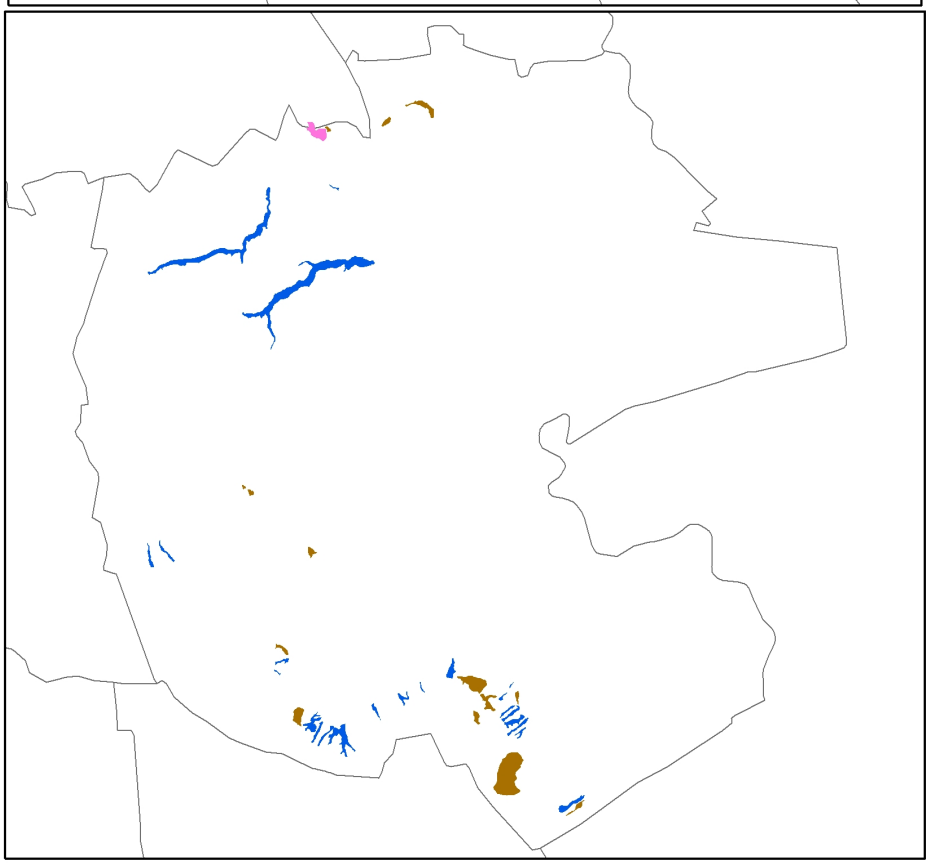
Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

Liteni

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	3,6
Deplasări de teren	32,9
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	57,2
Curgeri superficiale	
Total	93,7

0 0,4 0,8 1,6 2,4 Km



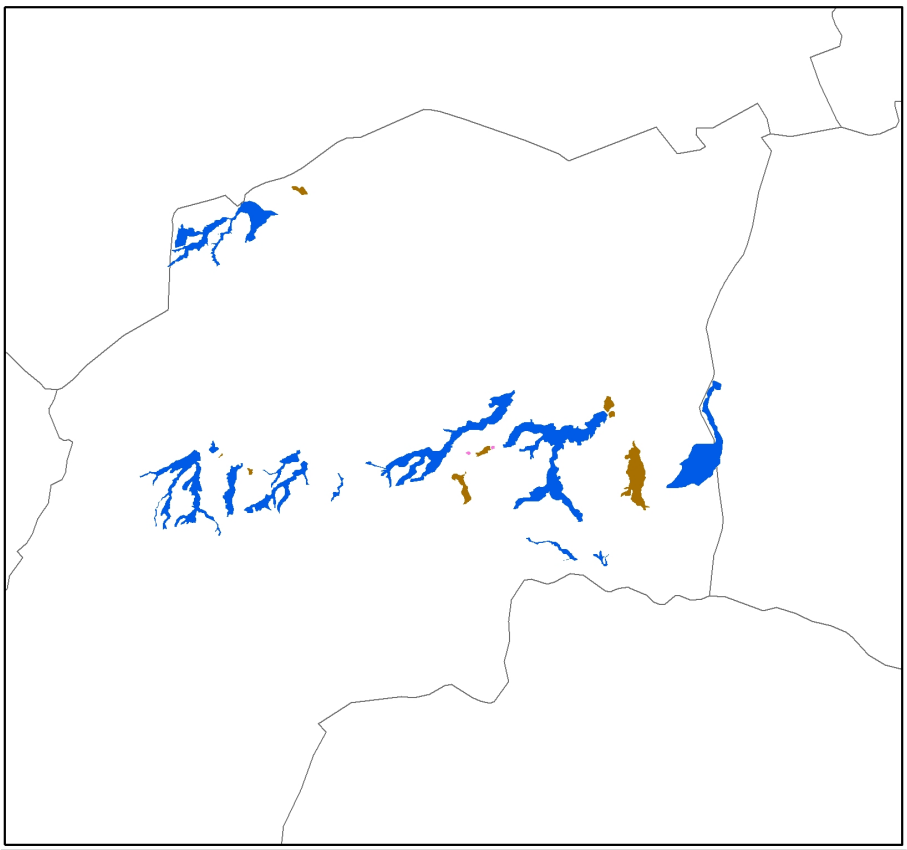
Harta 19

Situatia terenurilor degradate pe comune

Marginea

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	0,3
Deplasări de teren	17,7
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	139,4
Curgeri superficiale	
Total	157,4

0 0,3 0,6 1,2 1,8 Km

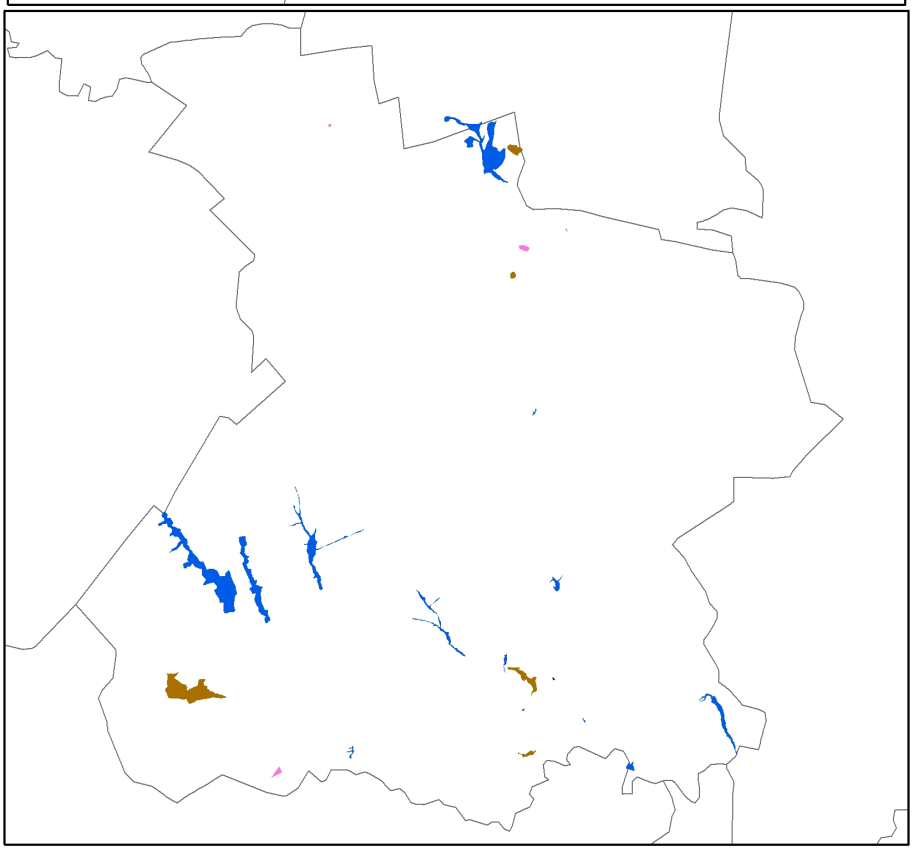


Legenda

Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala



Milişăuți

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	1,3
Deplasări de teren	16,5
Mlaştini	
Ogaşe	0,1
Ravene	54,0
Curgeri superficiale	
Total	72,0

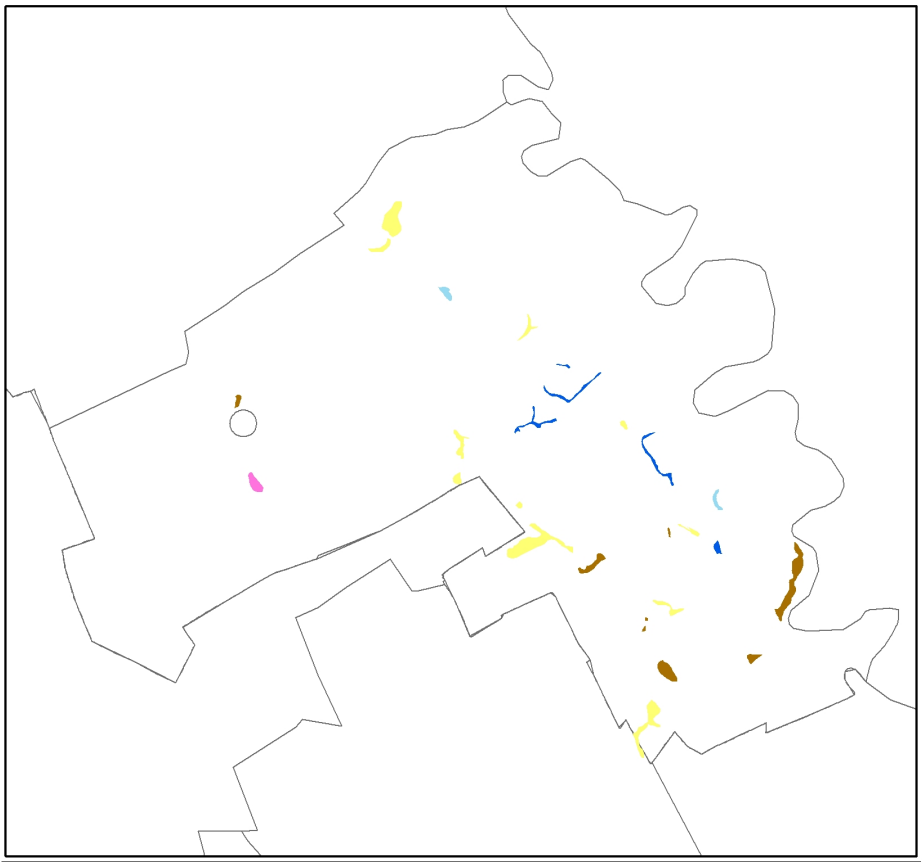
0 0,35 0,7 1,4 2,1 Km

Situatia terenurilor degradate pe comune

Mirceşti

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	2,1
Deplasări de teren	14,4
Mlaştini	2,2
Ogaşe	
Ravene	7,0
Curgeri superficiale	27,2
Total	52,9

0 0,5 1 2 3 Km

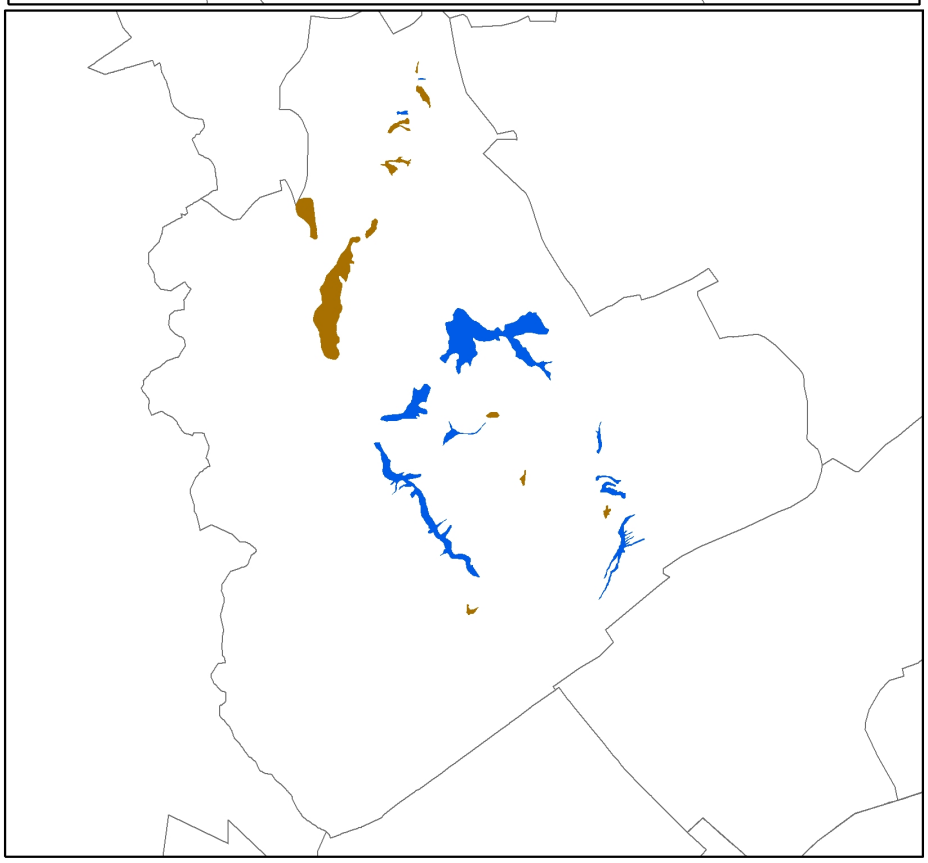


Legenda

Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

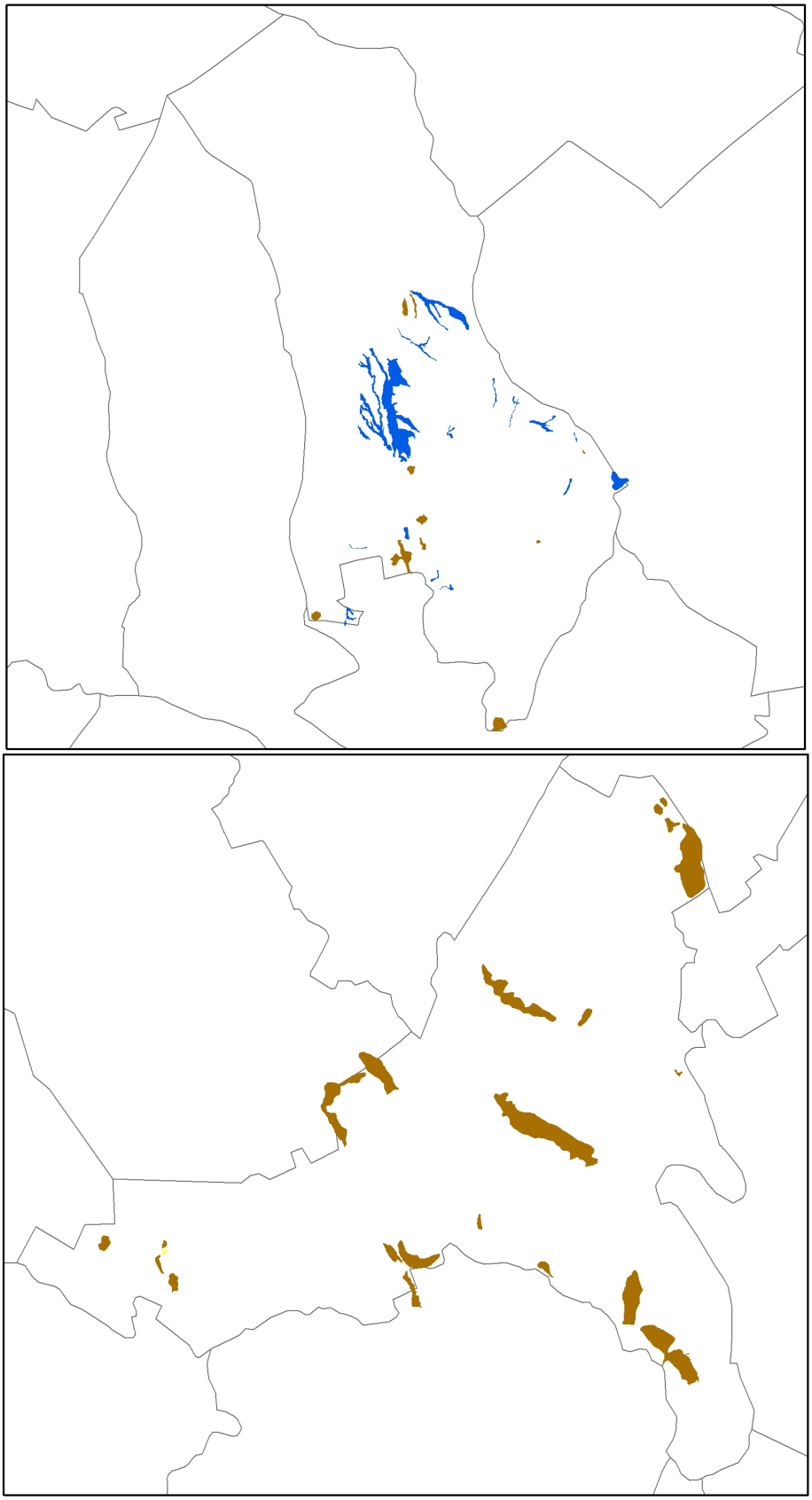


Miroslovesti

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	79,4
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	132,8
Curgeri superficiale	
Total	212,2

0 0,5 1 2 3 Km

Situatia terenurilor degradate pe comune

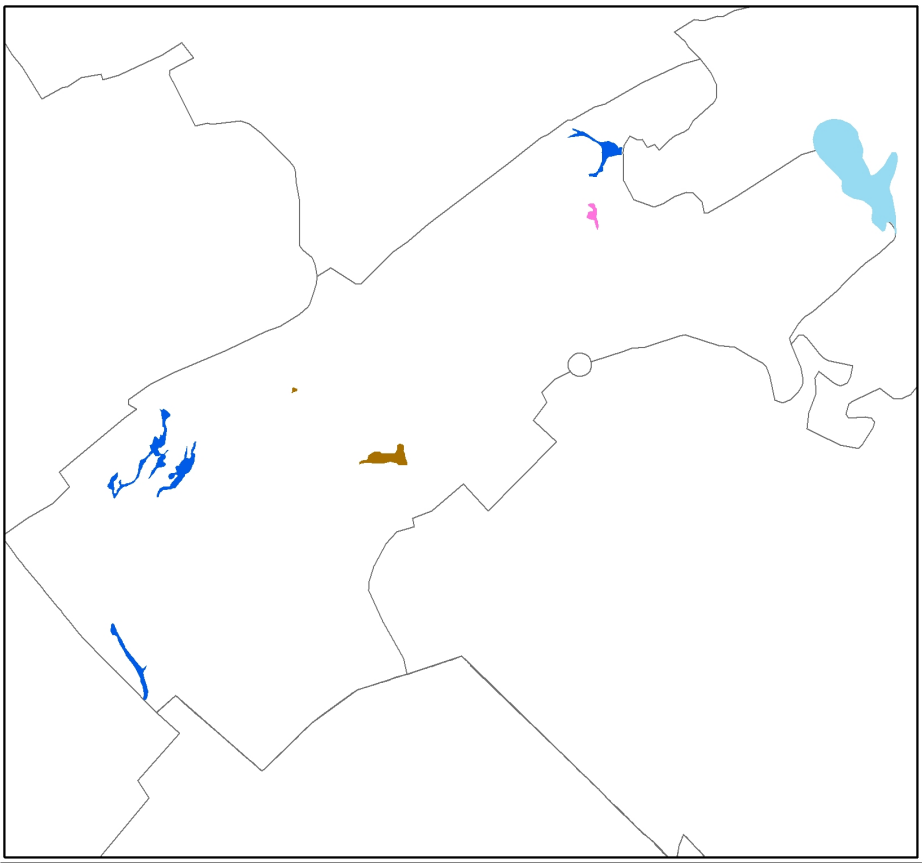


Situatia terenurilor degradate pe comune

Mogoşeşti-Siret

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	2,3
Deplasări de teren	8,4
Mlaştini	72,2
Ogaşe	
Ravene	33,6
Curgeri superficiale	
Total	116,5

0 0,40,8 1,6 2,4 3,2
Km

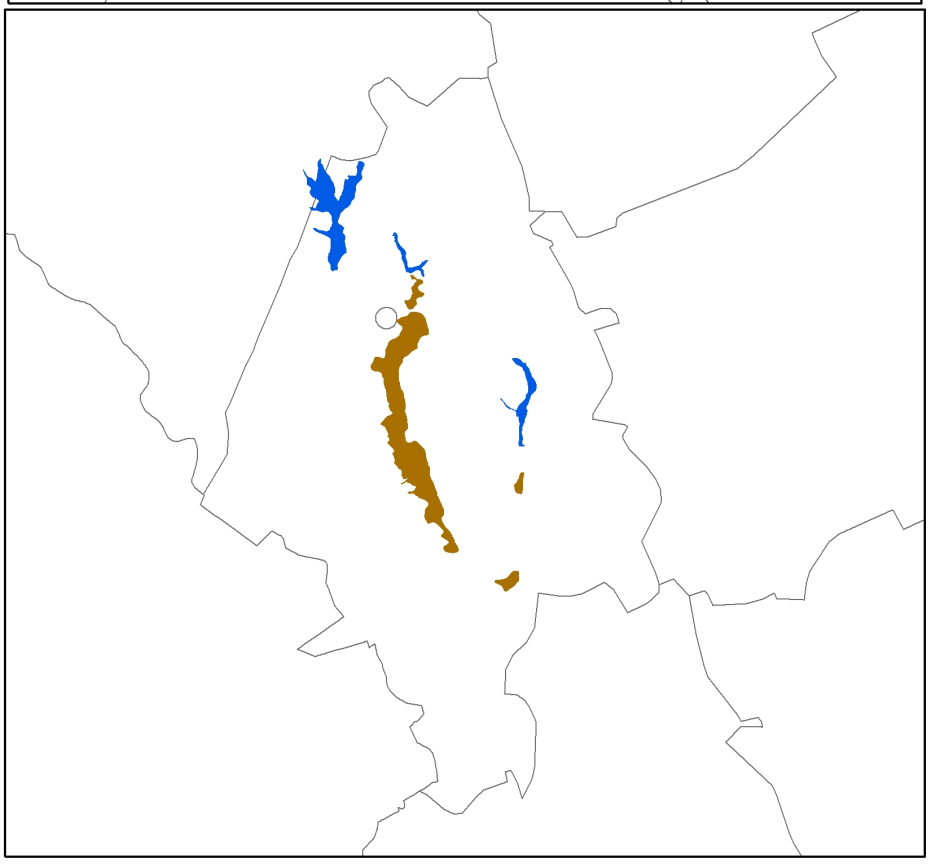


Legenda

Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala



Moţca

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	114,7
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	61,1
Curgeri superficiale	
Total	175,8

0 0,5 1 2 3
Km

Situatia terenurilor degradate pe comune

Muşeniţa

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	0,6
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	
Curgeri superficiale	
Total	0,6

0 0,5 1 2 3 Km

Legenda

Comune_podis

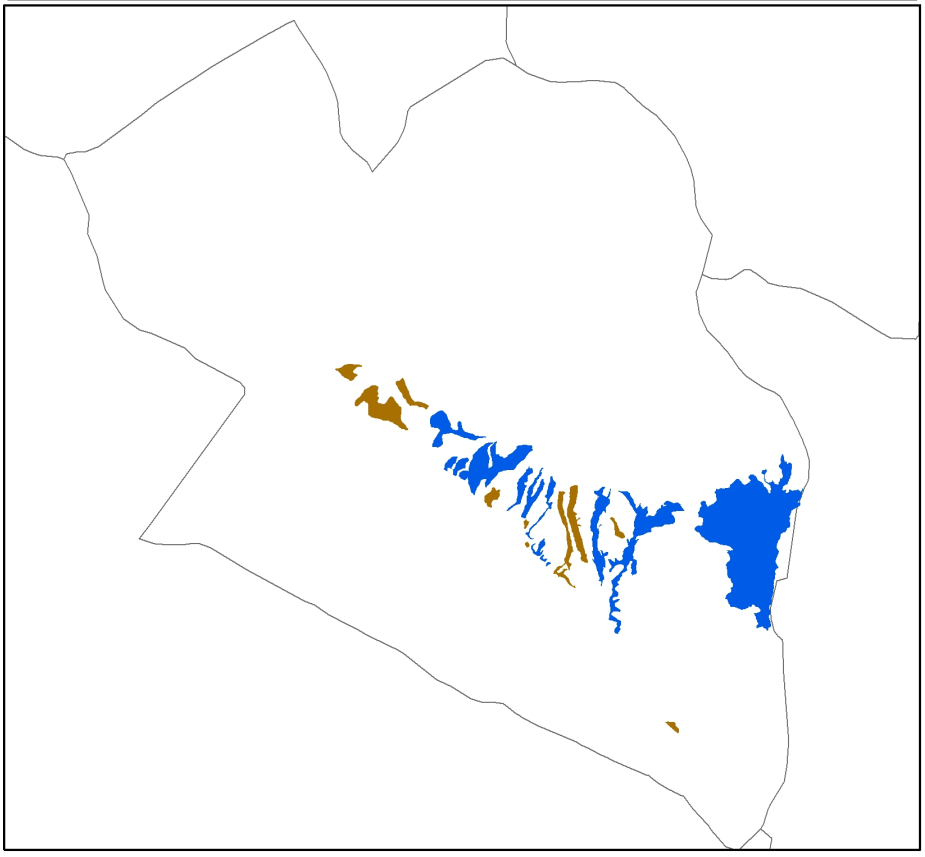
Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

Păltinoasa

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	31,2
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	157,1
Curgeri superficiale	
Total	188,3

0 0,5 1 2 3 Km

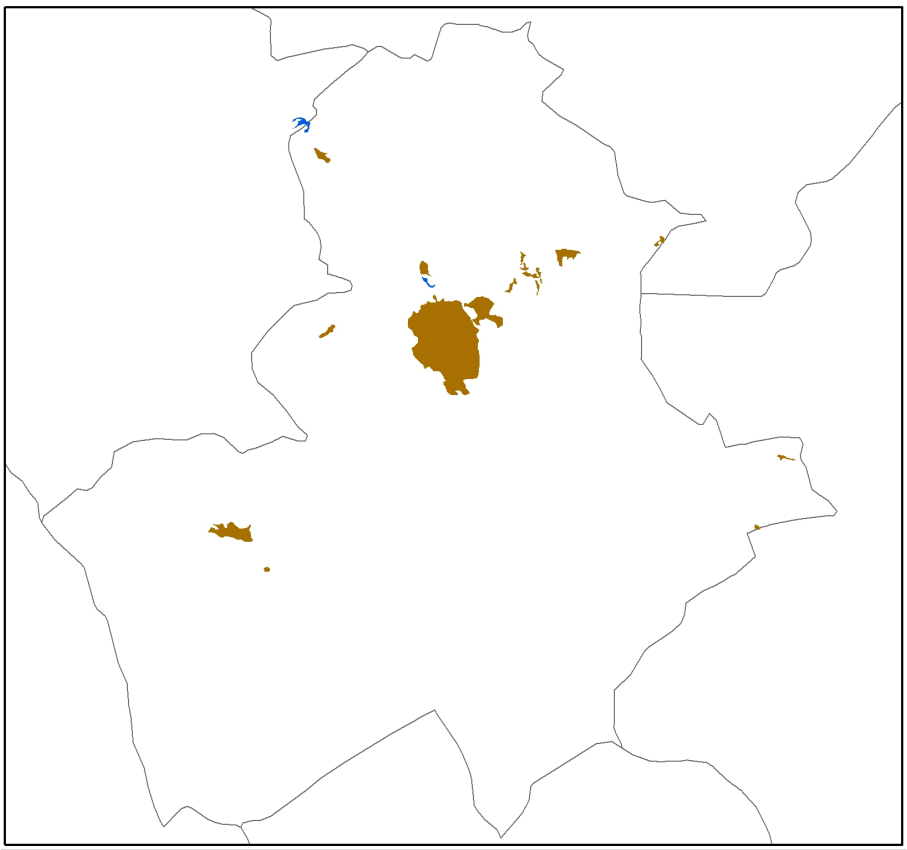


Situatia terenurilor degradate pe comune

Pârteştii de Jos

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	99,6
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	2,0
Curgeri superficiale	
Total	101,6

0 0,40,8 1,6 2,4
Km



Legenda

Comune_podis

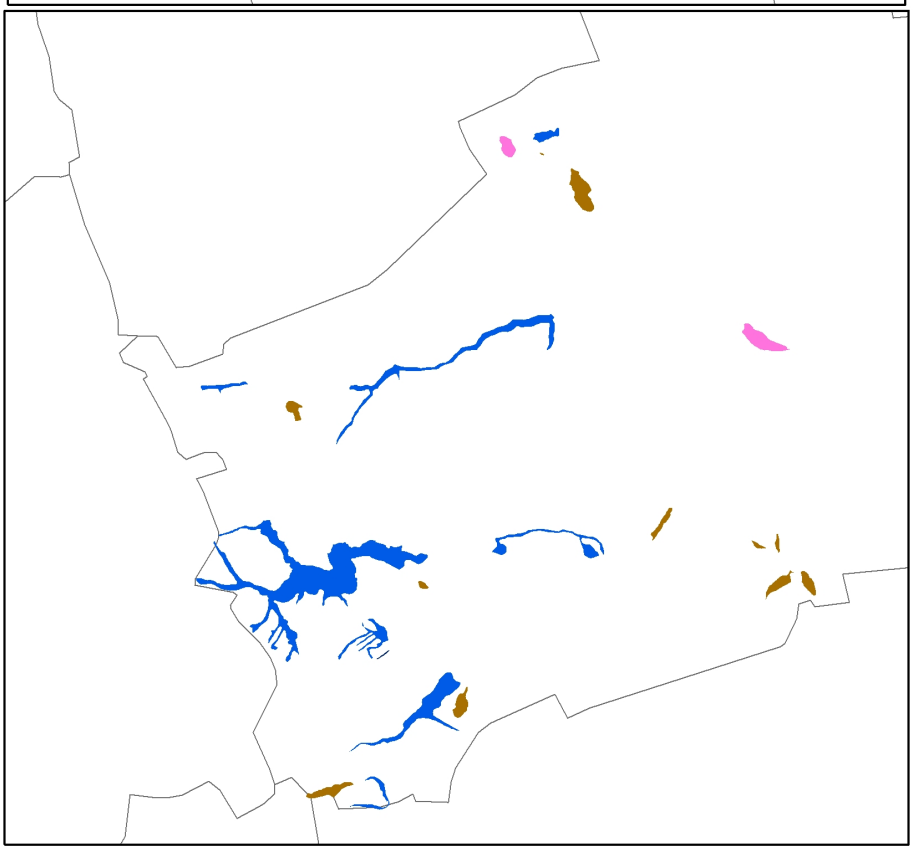
Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

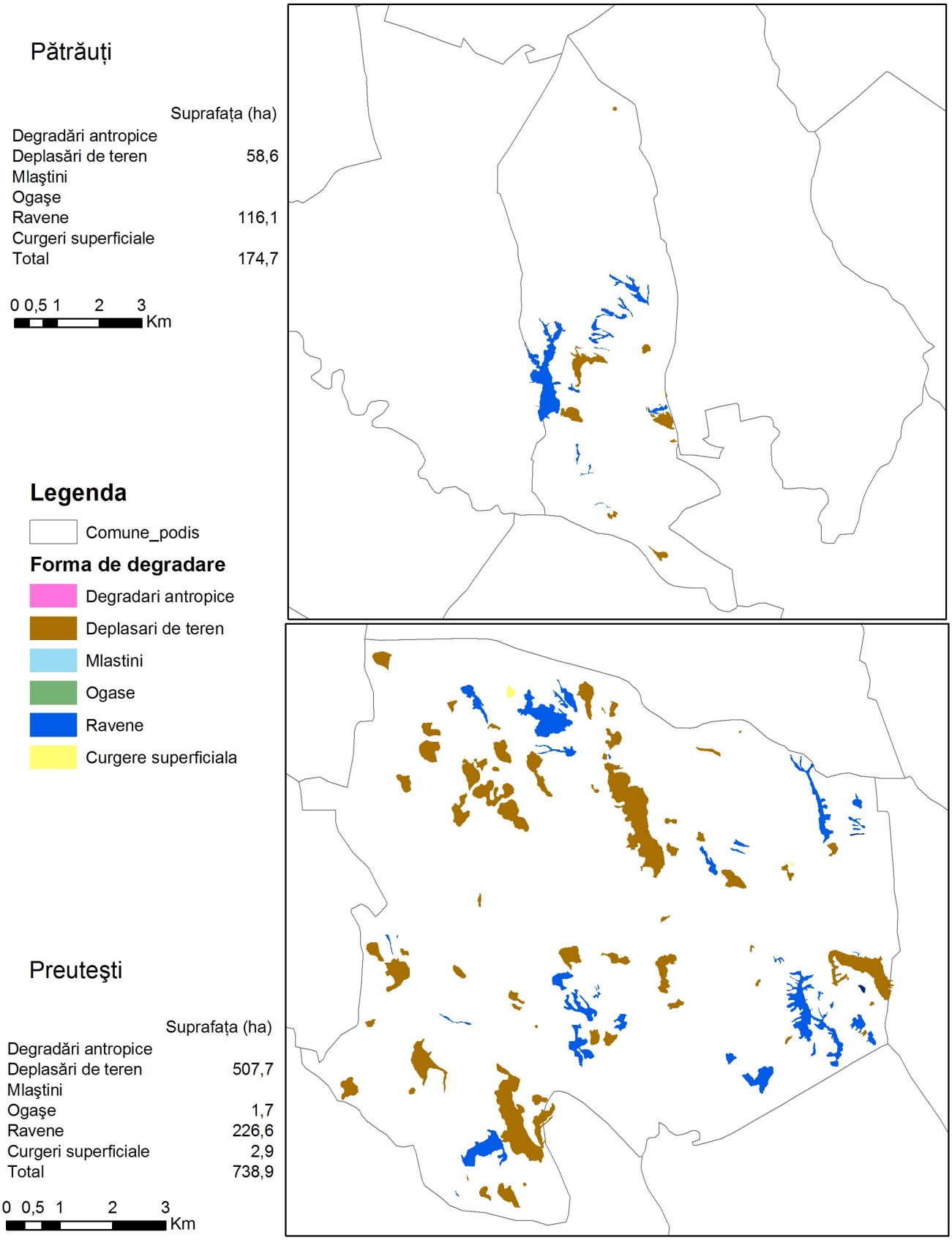
Paşcani

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	10,4
Deplasări de teren	28,9
Mlaştini	
Ogaşe	0,2
Ravene	135,2
Curgeri superficiale	
Total	174,7

0 0,450,9 1,8 2,7
Km



Situatia terenurilor degradate pe comune

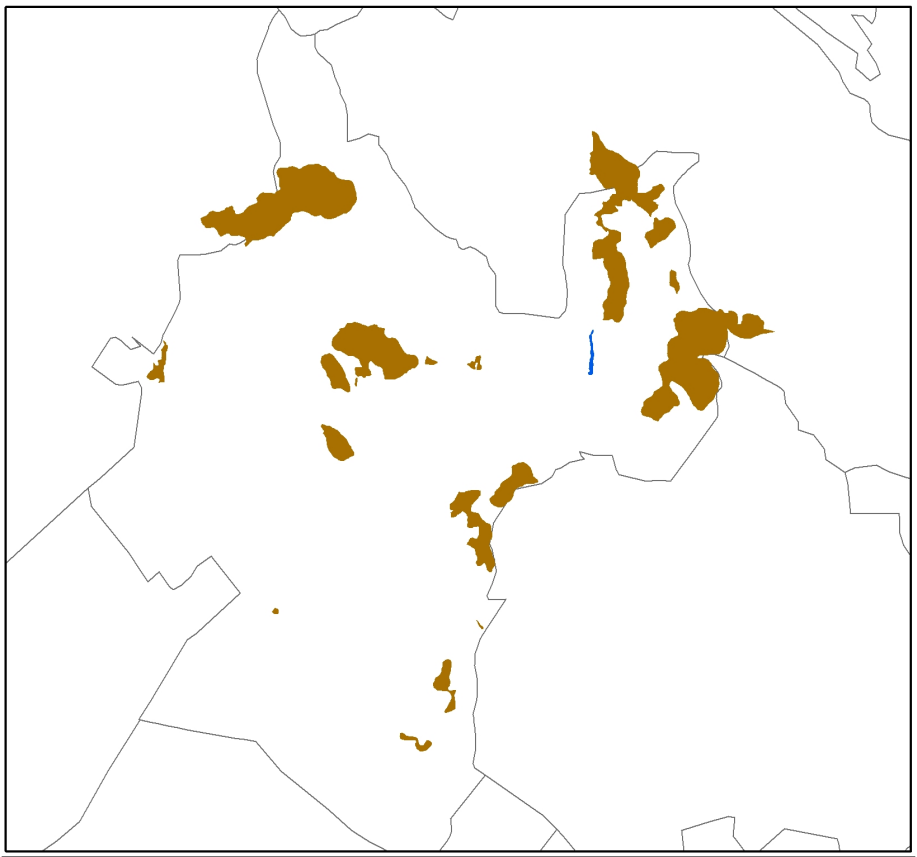


Situatia terenurilor degradate pe comune

Rădăşeni

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	405,1
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	2,2
Curgeri superficiale	
Total	407,3

0 0,5 1 2 3 Km

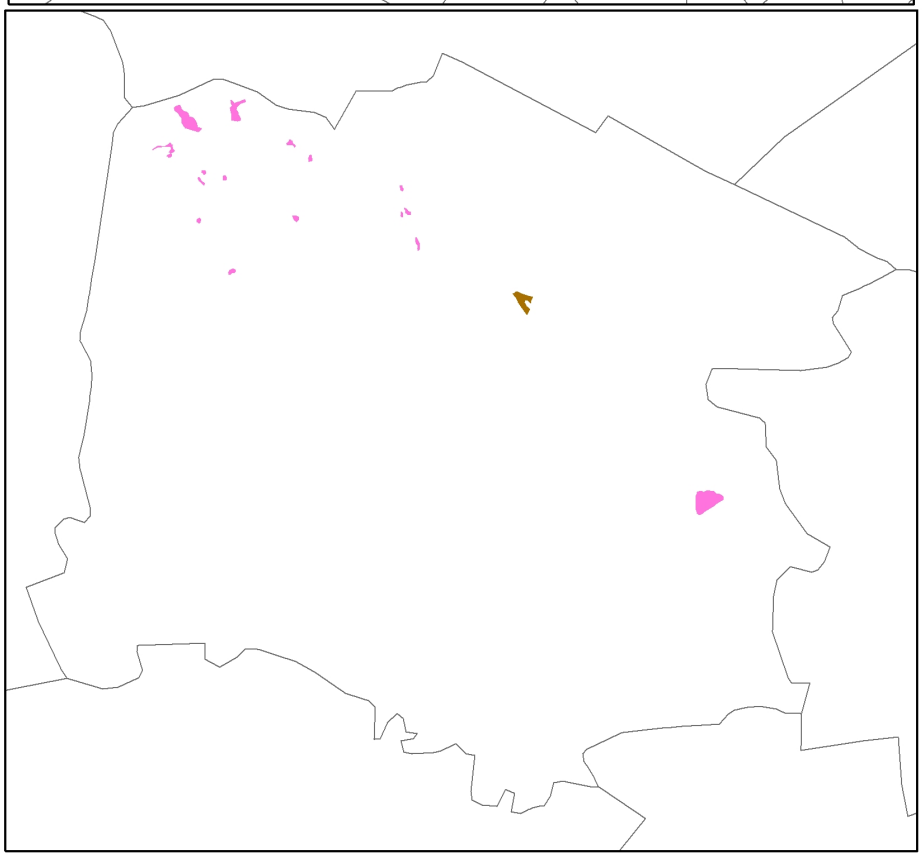


Legenda

Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

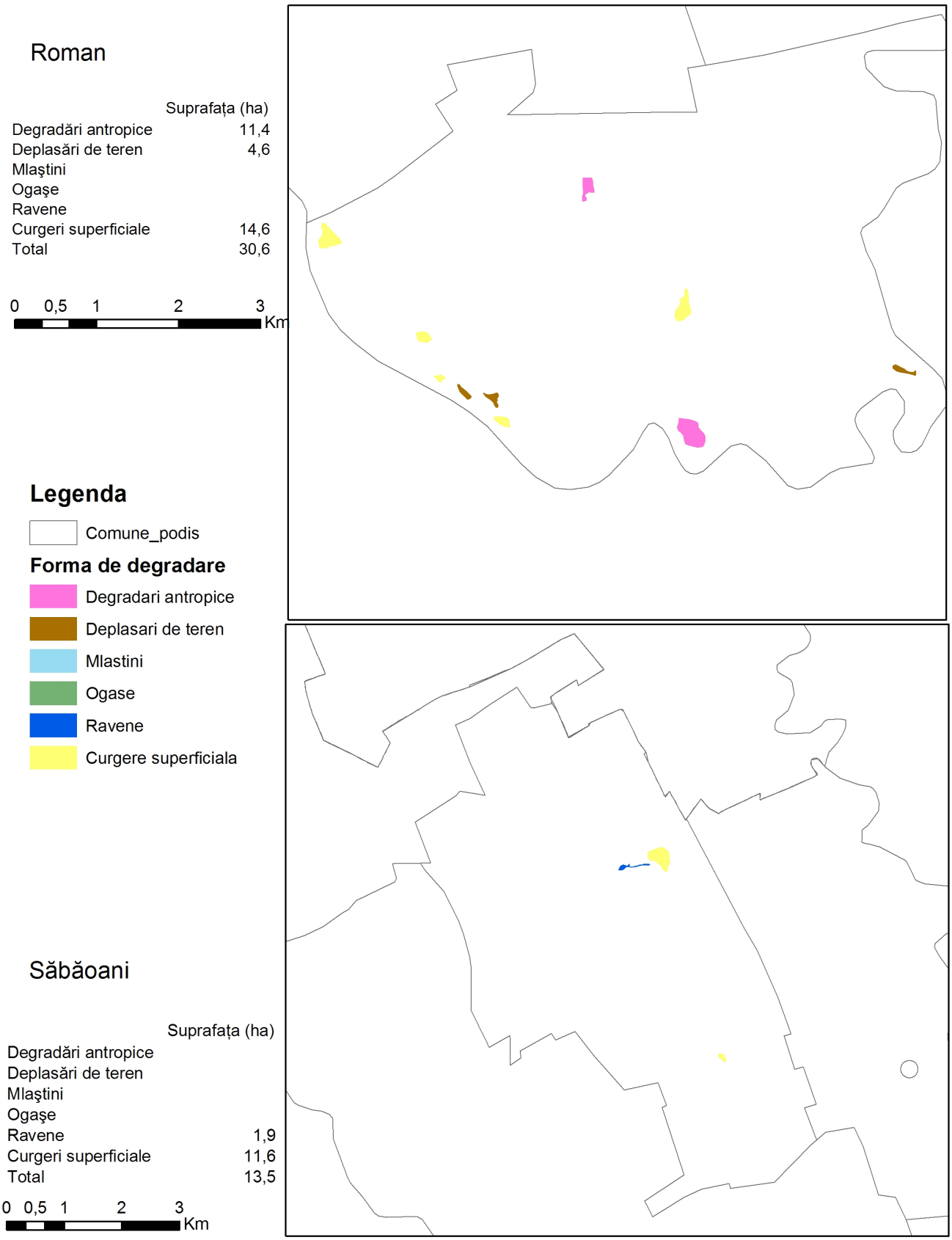


Rădăuţi

	Suprafaţa (ha)
Degradări antropice	9,7
Deplasări de teren	1,5
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	
Curgeri superficiale	
Total	11,2

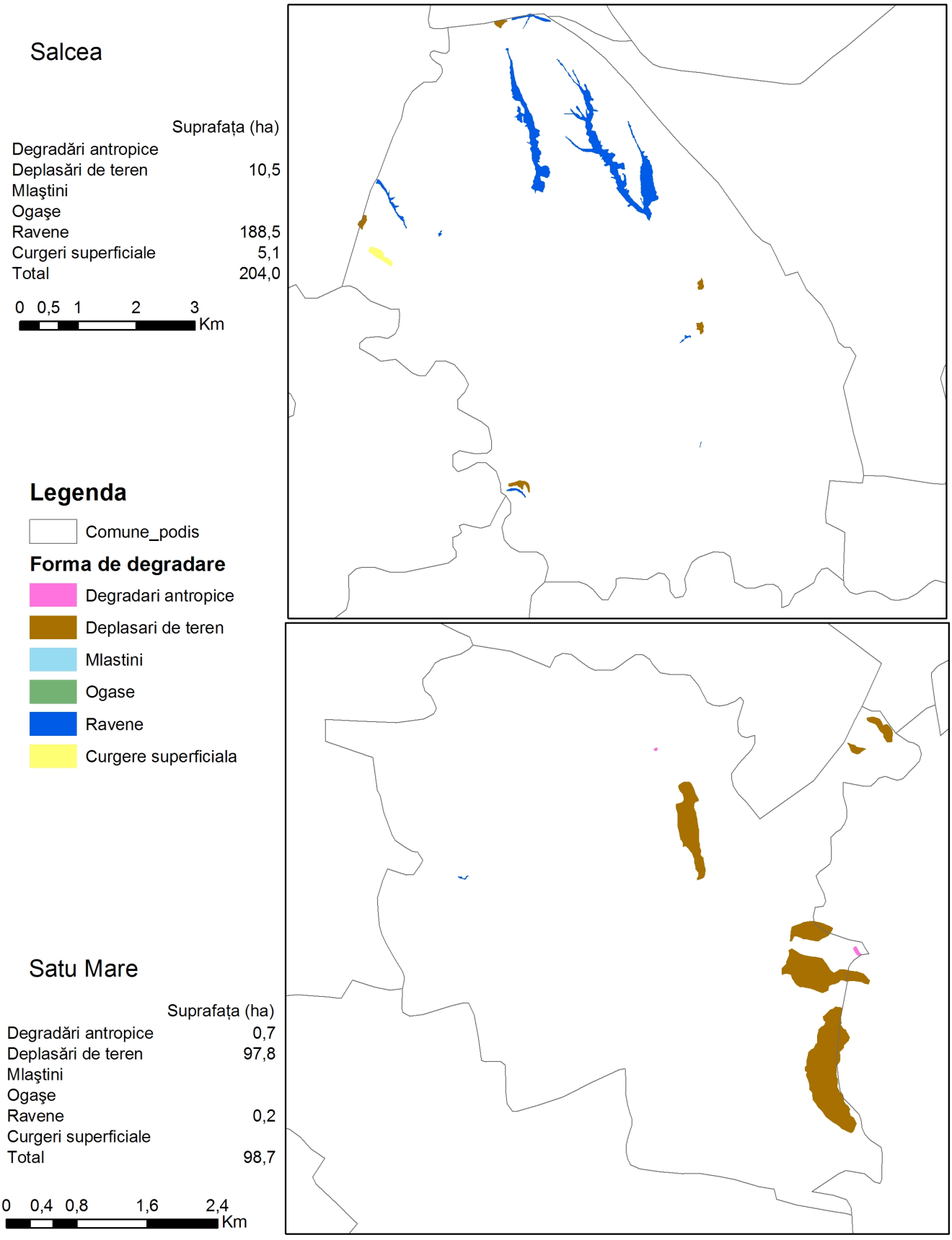
0 0,45 0,9 1,8 2,7 Km

Situatia terenurilor degradate pe comune



Harta 28

Situatia terenurilor degradate pe comune

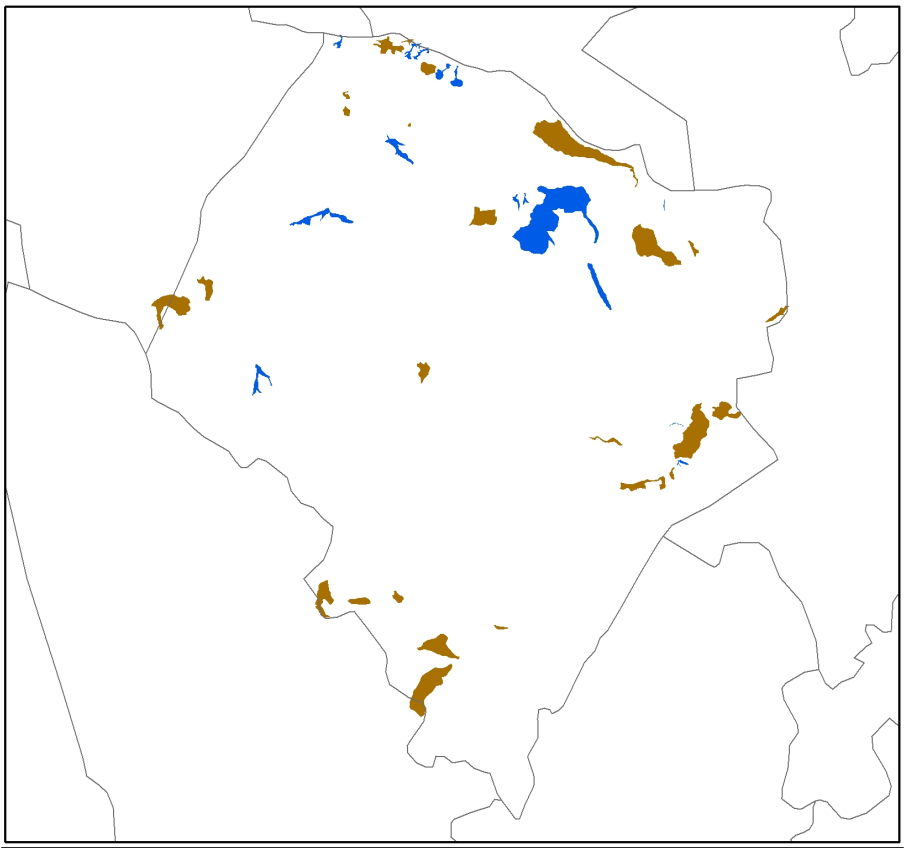


Situatia terenurilor degradate pe comune

Scheia

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	152,2
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	74,7
Curgeri superficiale	
Total	226,9

0 0,5 1 2 3 Km



Legenda

- Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

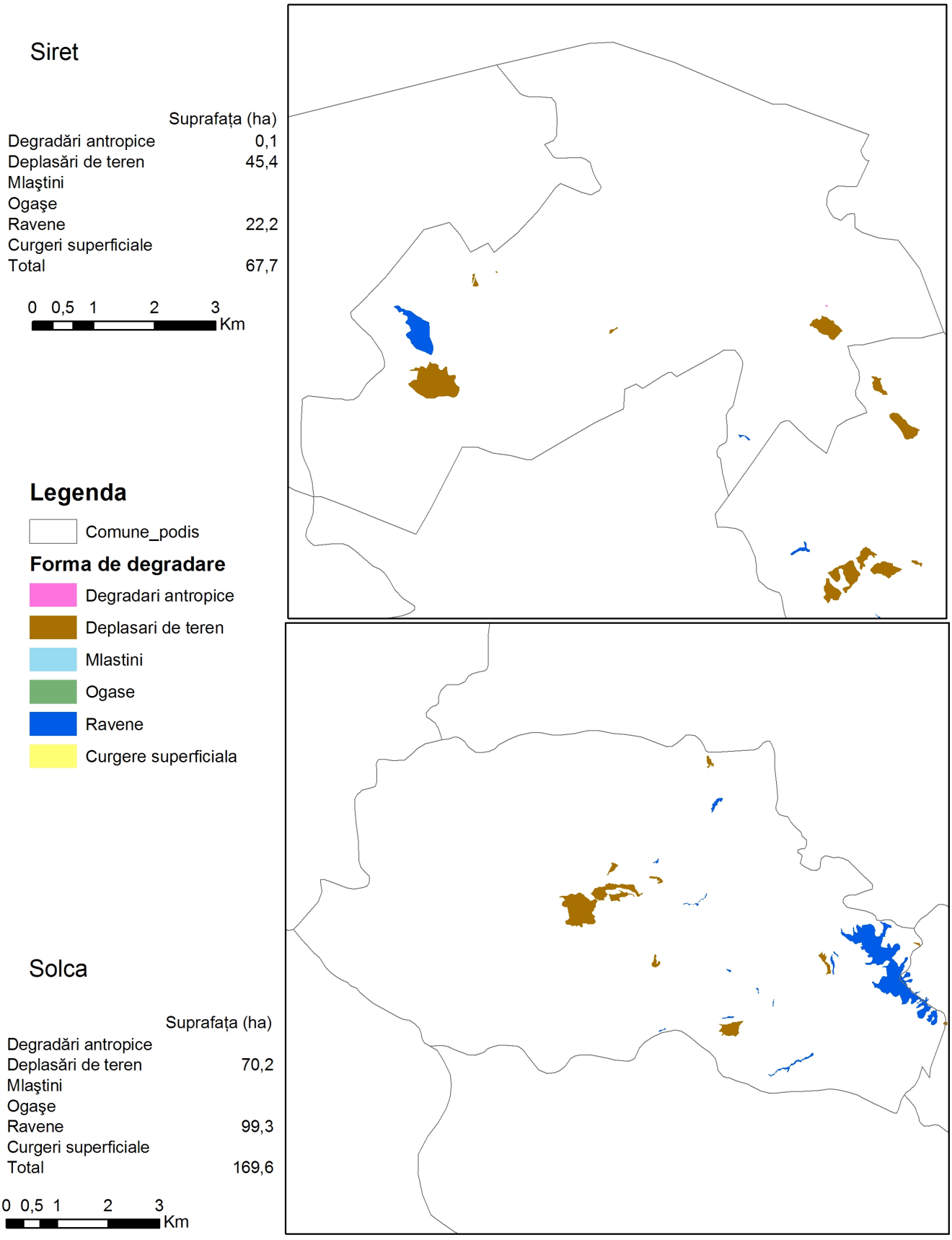
Siminicea

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	7,8
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	101,9
Curgeri superficiale	
Total	109,7

0 0,5 1 2 3 Km

Harta 30

Situatia terenurilor degradate pe comune

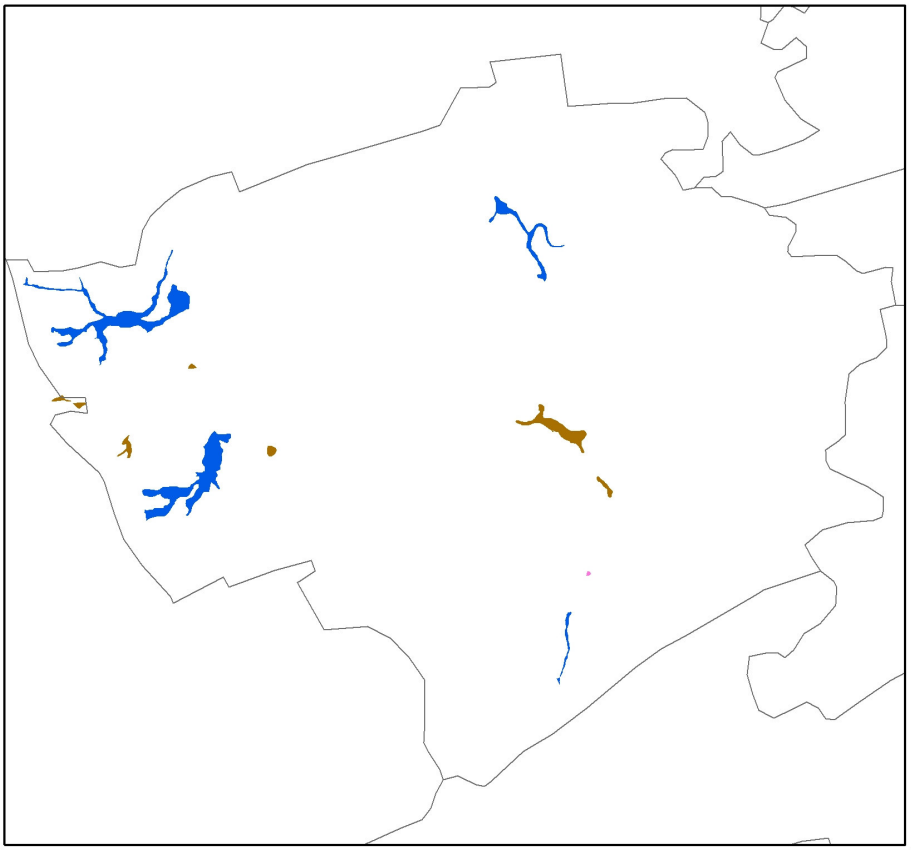


Situatia terenurilor degradate pe comune

Stolniceni-Prăjescu

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	0,3
Deplasări de teren	19,1
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	83,9
Curgeri superficiale	
Total	103,3

0 0,5 1 2 3 Km



Legenda

- Comune_podis

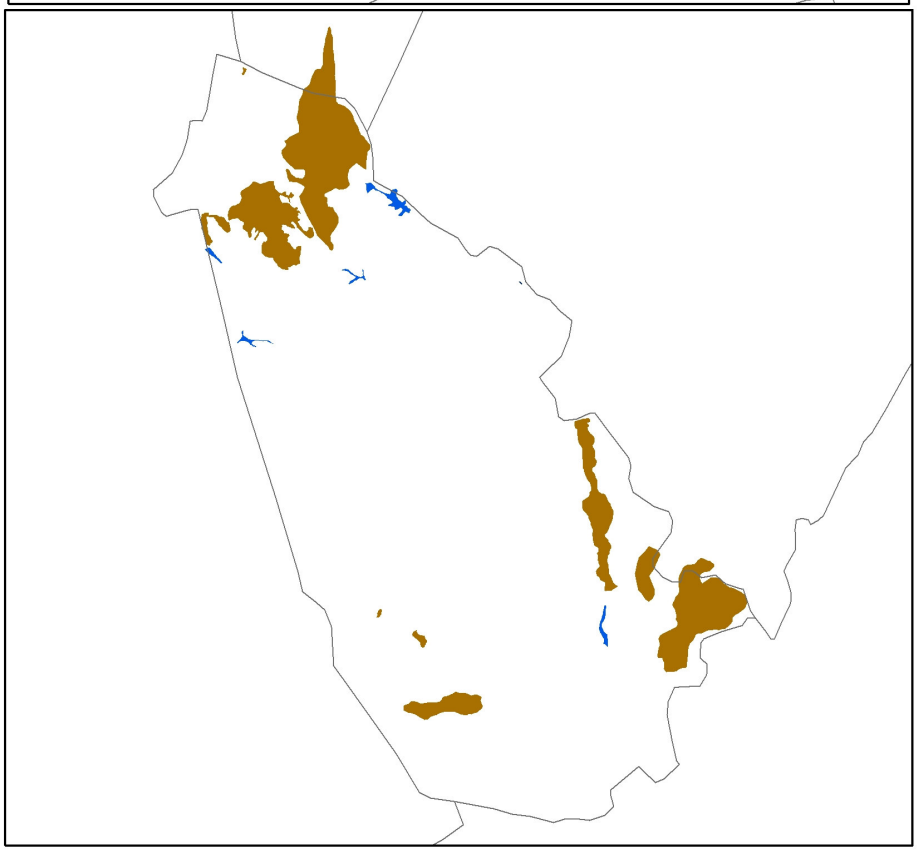
Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

Stroieşti

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	356,6
Mlaştini	
Ogaşe	0,1
Ravene	11,4
Curgeri superficiale	
Total	368,1

0 0,5 1 2 3 Km

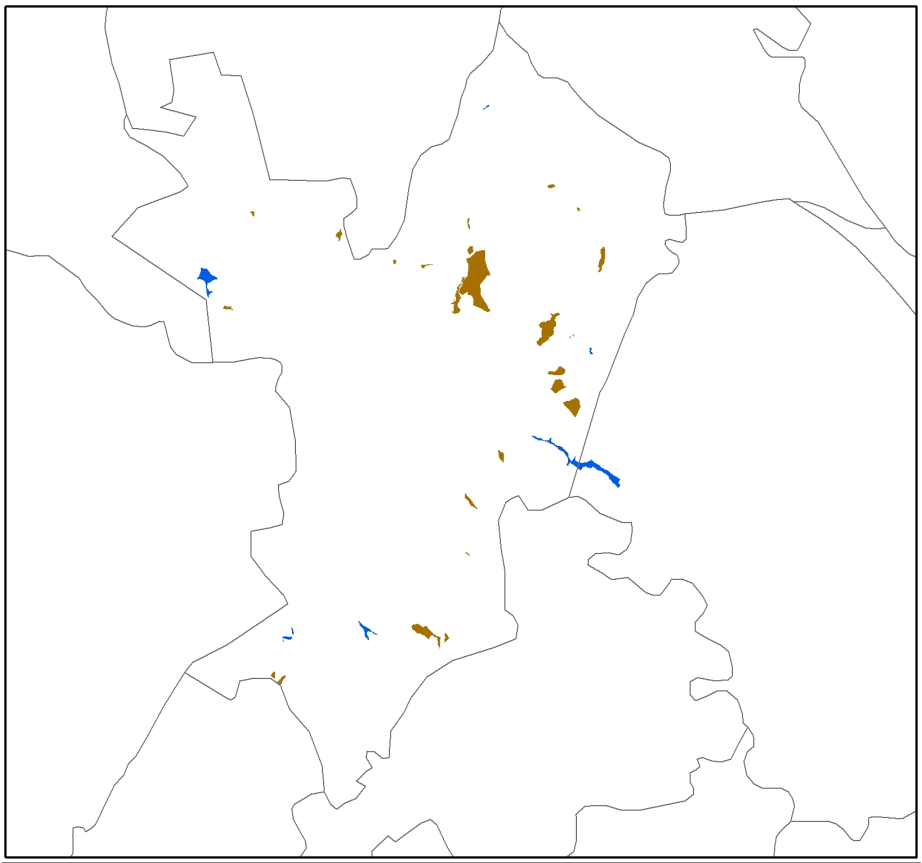


Situatia terenurilor degradate pe comune

Suceava

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	0,1
Deplasări de teren	60,8
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	17,8
Curgeri superficiale	
Total	78,8

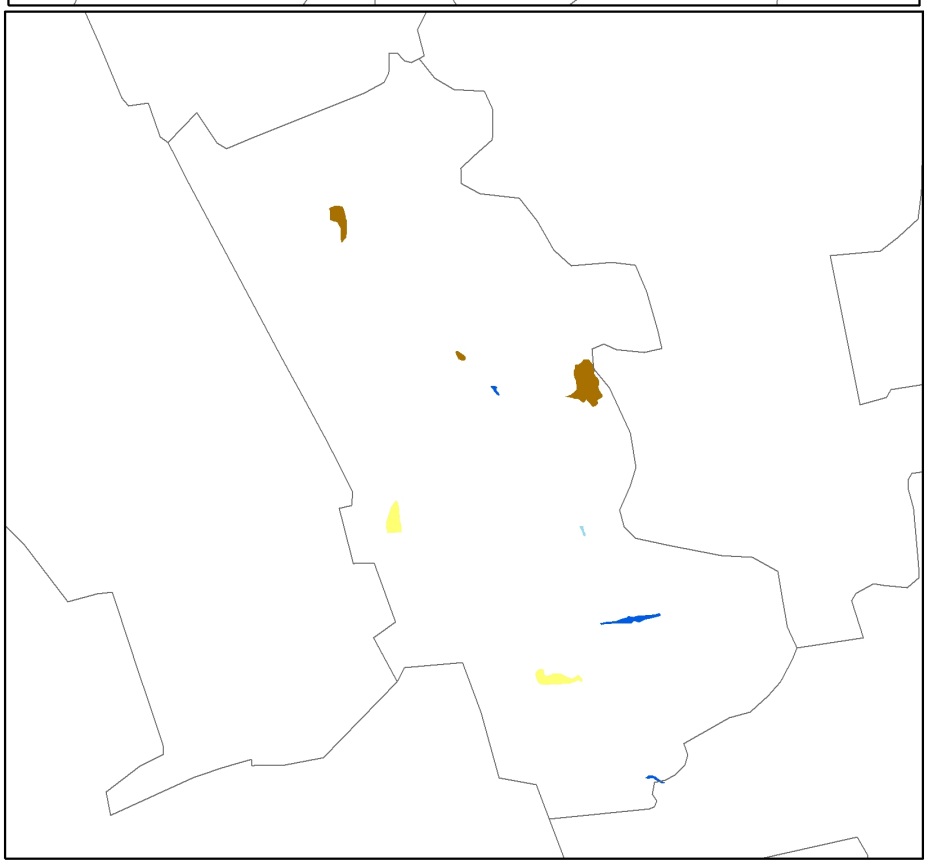
0 0,5 1 2 3 Km



Tămăşeni

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	14,1
Mlaştini	0,3
Ogaşe	
Ravene	3,4
Curgeri superficiale	7,8
Total	25,6

0 0,5 1 2 3 Km



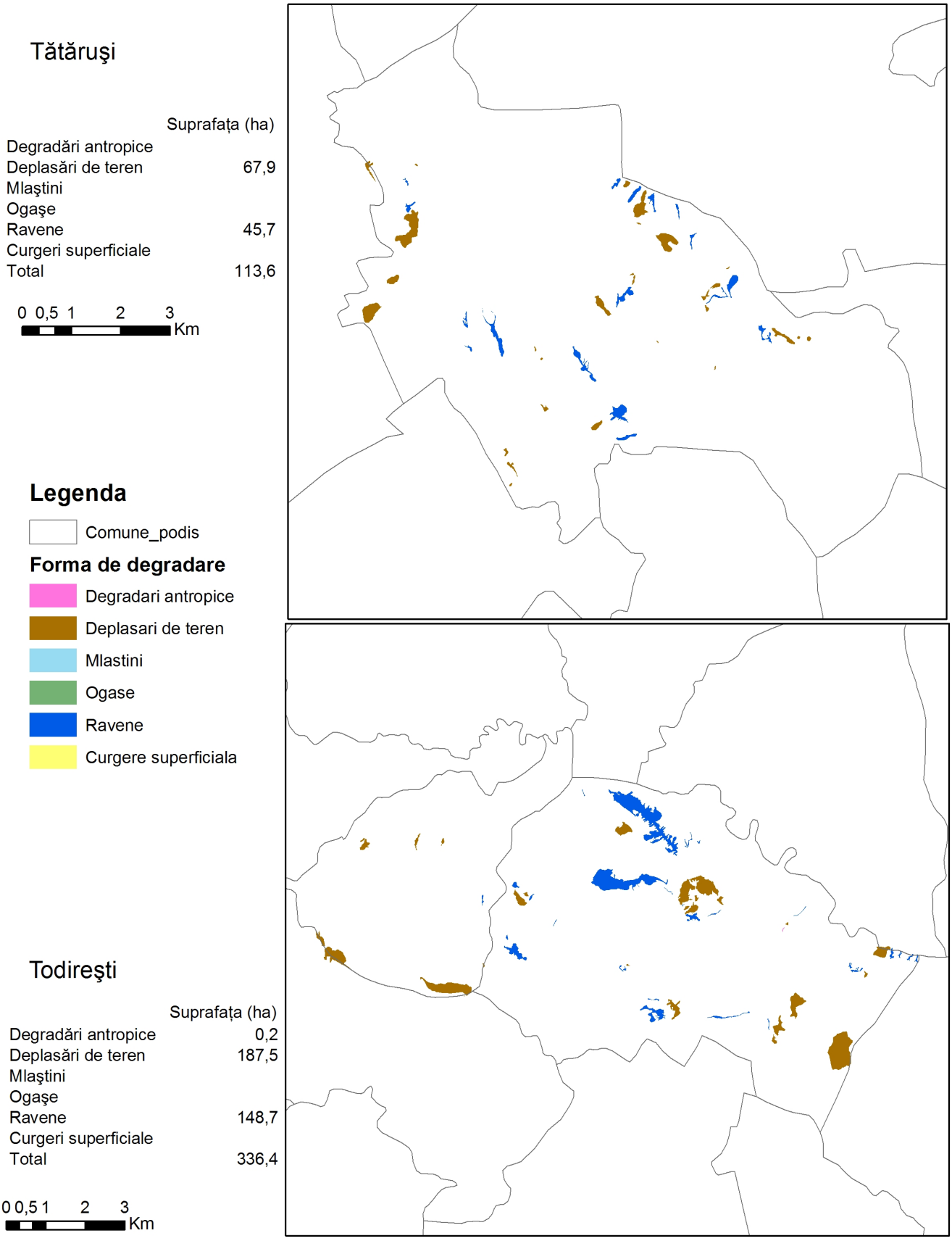
Legenda

- Comune_podis

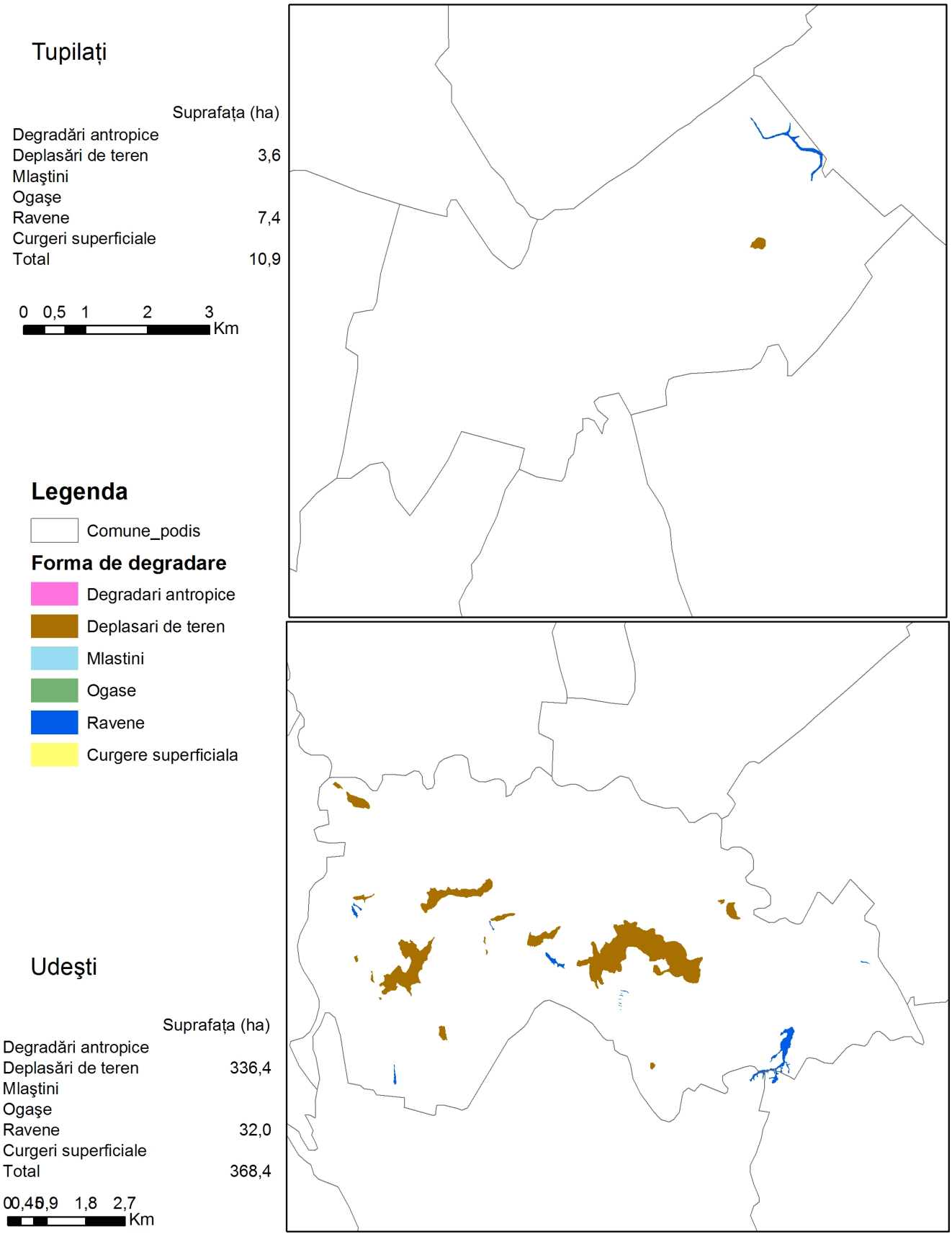
Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

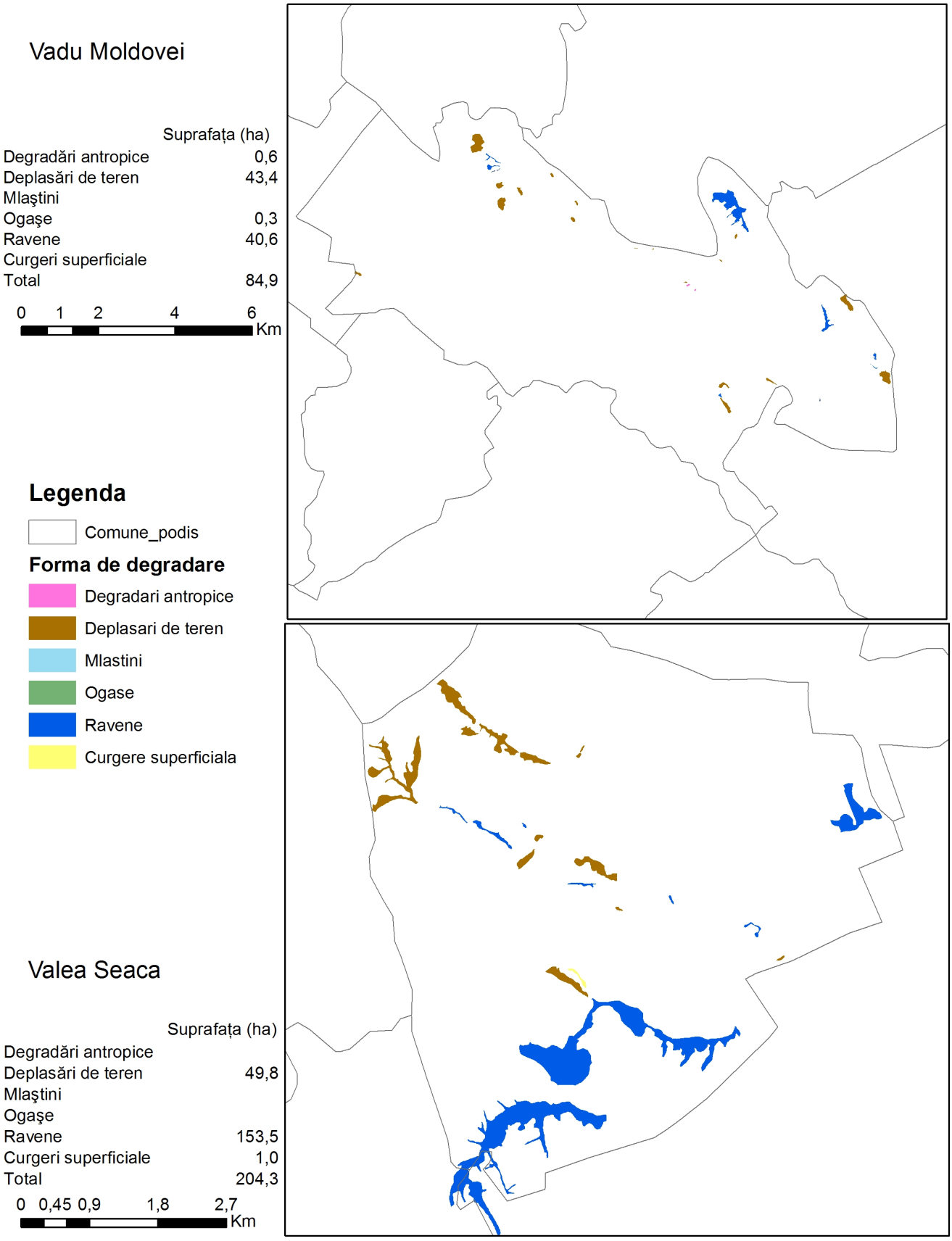
Situatia terenurilor degradate pe comune



Situatia terenurilor degradate pe comune



Situatia terenurilor degradate pe comune

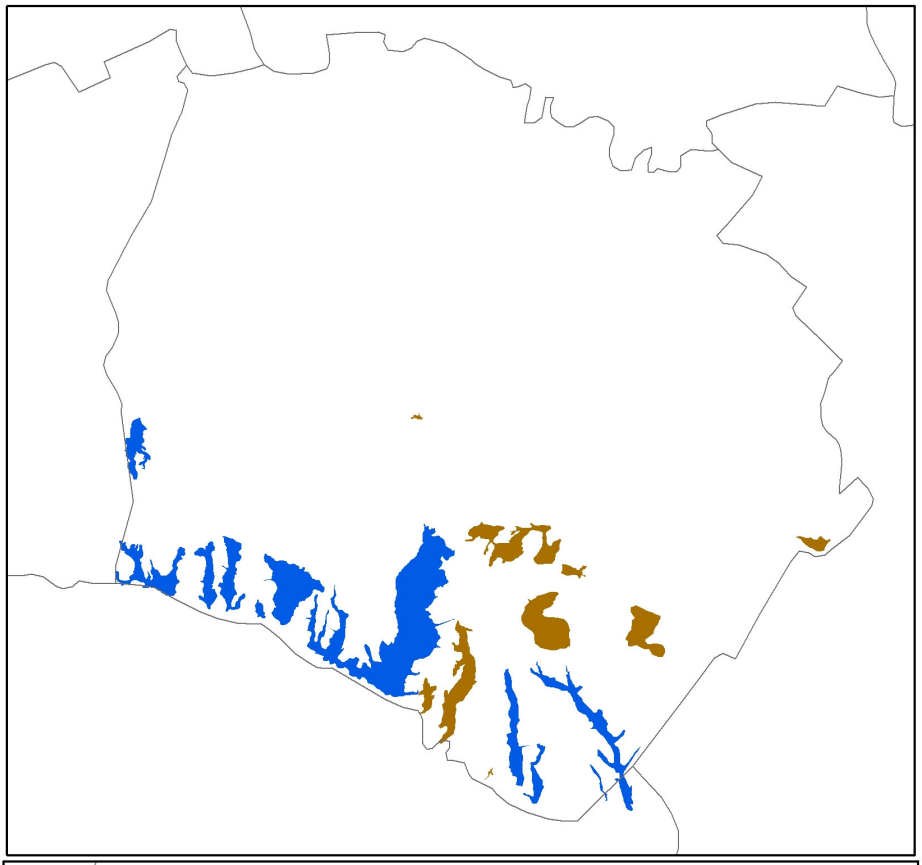


Situatia terenurilor degradate pe comune

Volovăț

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	
Deplasări de teren	71,9
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	173,9
Curgeri superficiale	
Total	245,8

0 0,5 1 2 3 Km

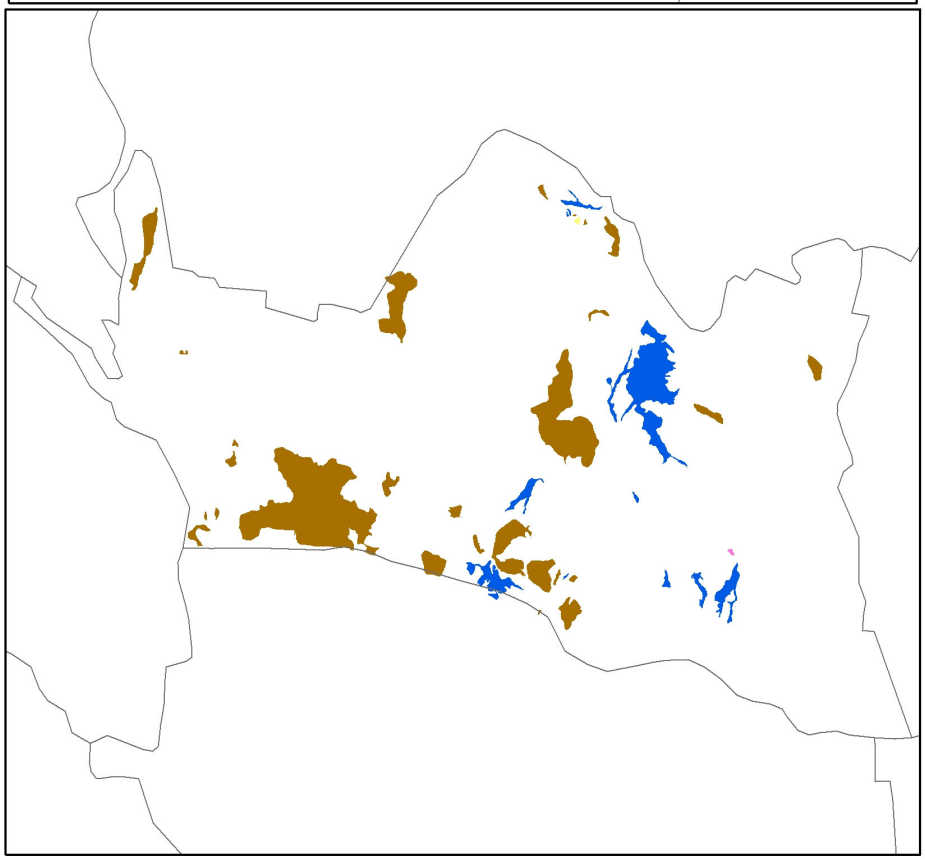


Legenda

- Comune_podis

Forma de degradare

- Degradari antropice
- Deplasari de teren
- Mlastini
- Ogase
- Ravene
- Curgere superficiala

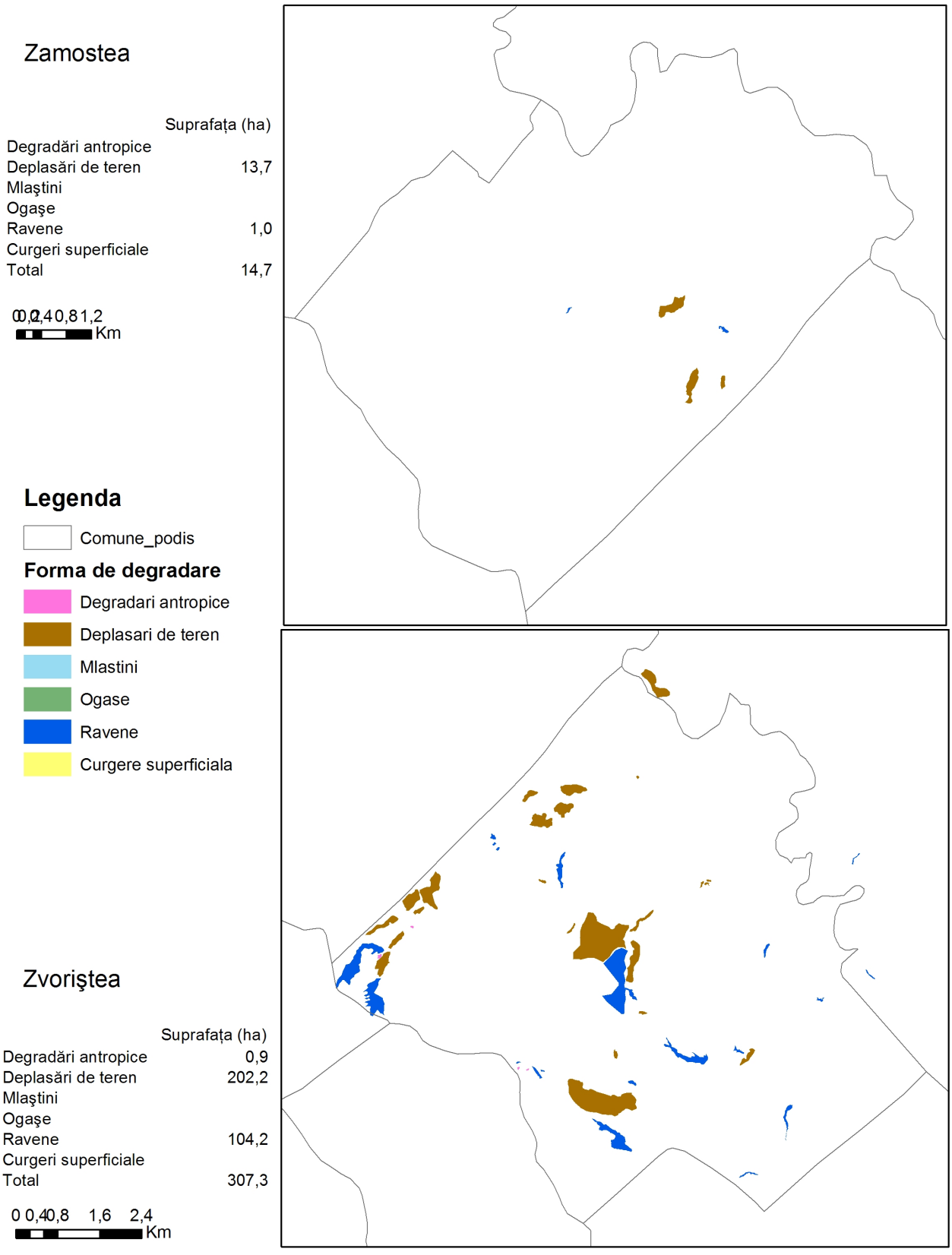


Vultureşti

	Suprafața (ha)
Degradări antropice	0,5
Deplasări de teren	332,9
Mlaştini	
Ogaşe	
Ravene	108,1
Curgeri superficiale	0,5
Total	442,1

0 0,5 1 2 3 Km

Situatia terenurilor degradate pe comune



Harta 38

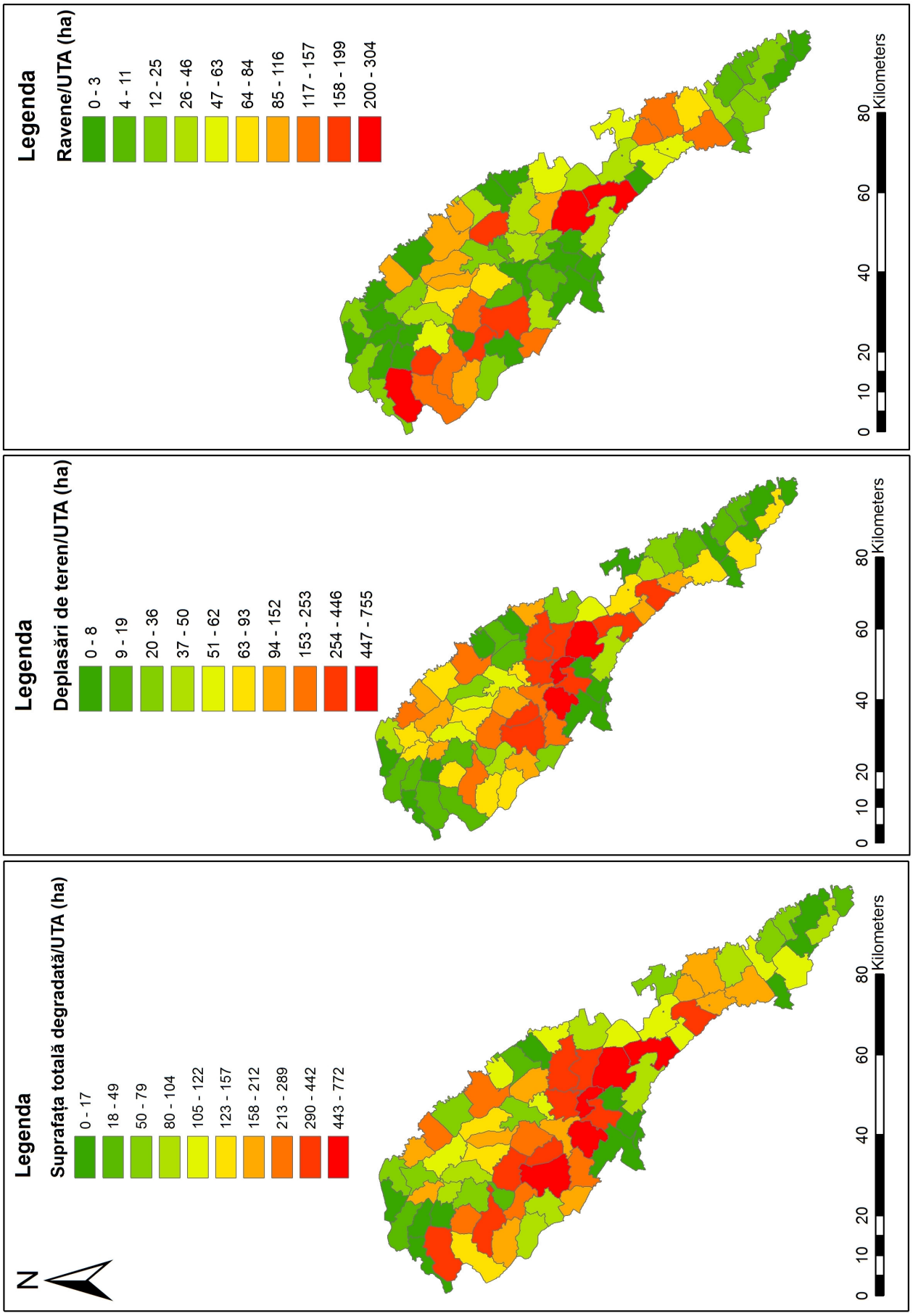
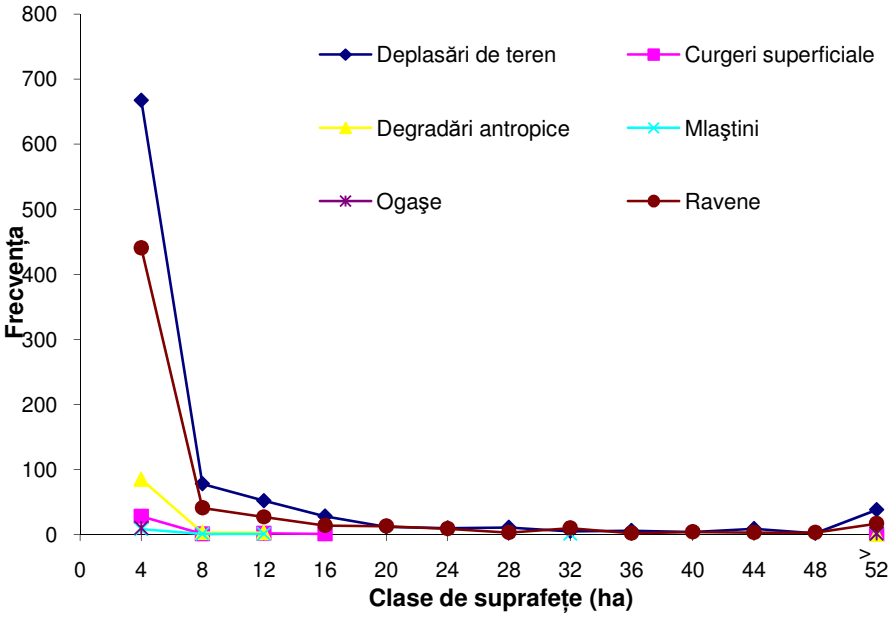
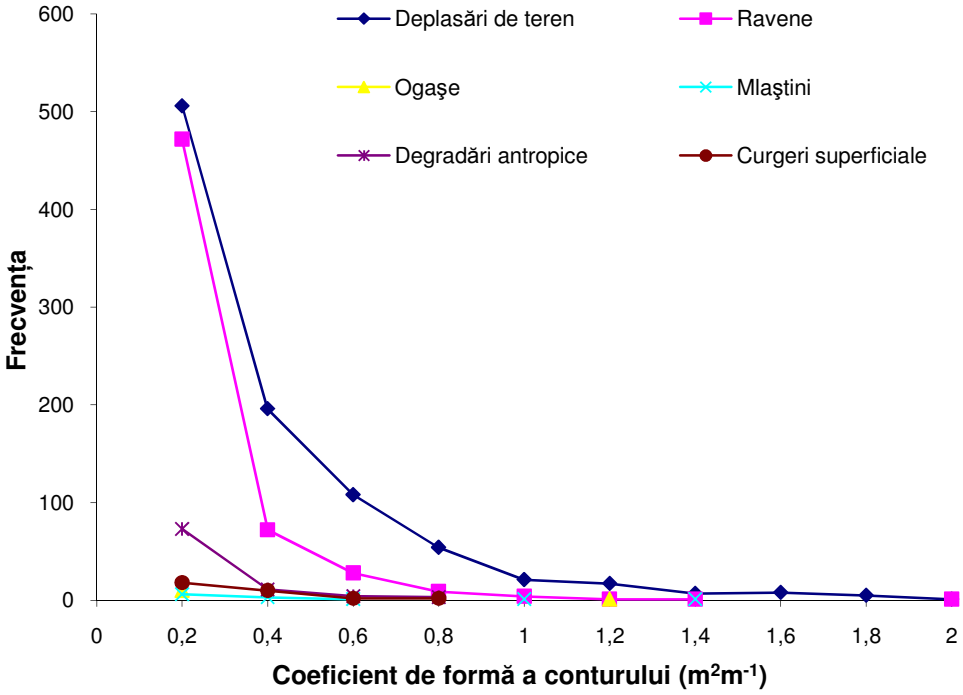


Fig. 5. Variația spațială a suprafețelor cu deplasări de teren şi ravene pe unități teritorial administrative

Distribuţia perimetrelor pe clase ale suprafeţei totale (fig. 6.a) arată o predominanţă a perimetrelor cu suprafaţă mică (< 8 ha), dar şi prezenţa unor forme de extindere foarte mare – cel mai mare perimetru are o suprafaţă de 620 ha (comuna Buneşti). Curba de distribuţie a perimetrelor degradate pe clase ale coeficientului de formă a conturului arată o variaţie invers proporţională a numărului de perimetre cu valoarea coeficientului de formă a conturului (fig. 6.b).



a.



b.

Fig. 6. a. Distribuția formelor de degradare pe clase de suprafață; b. distribuția formelor de degradare pe clase ale coeficientului de formă a conturului

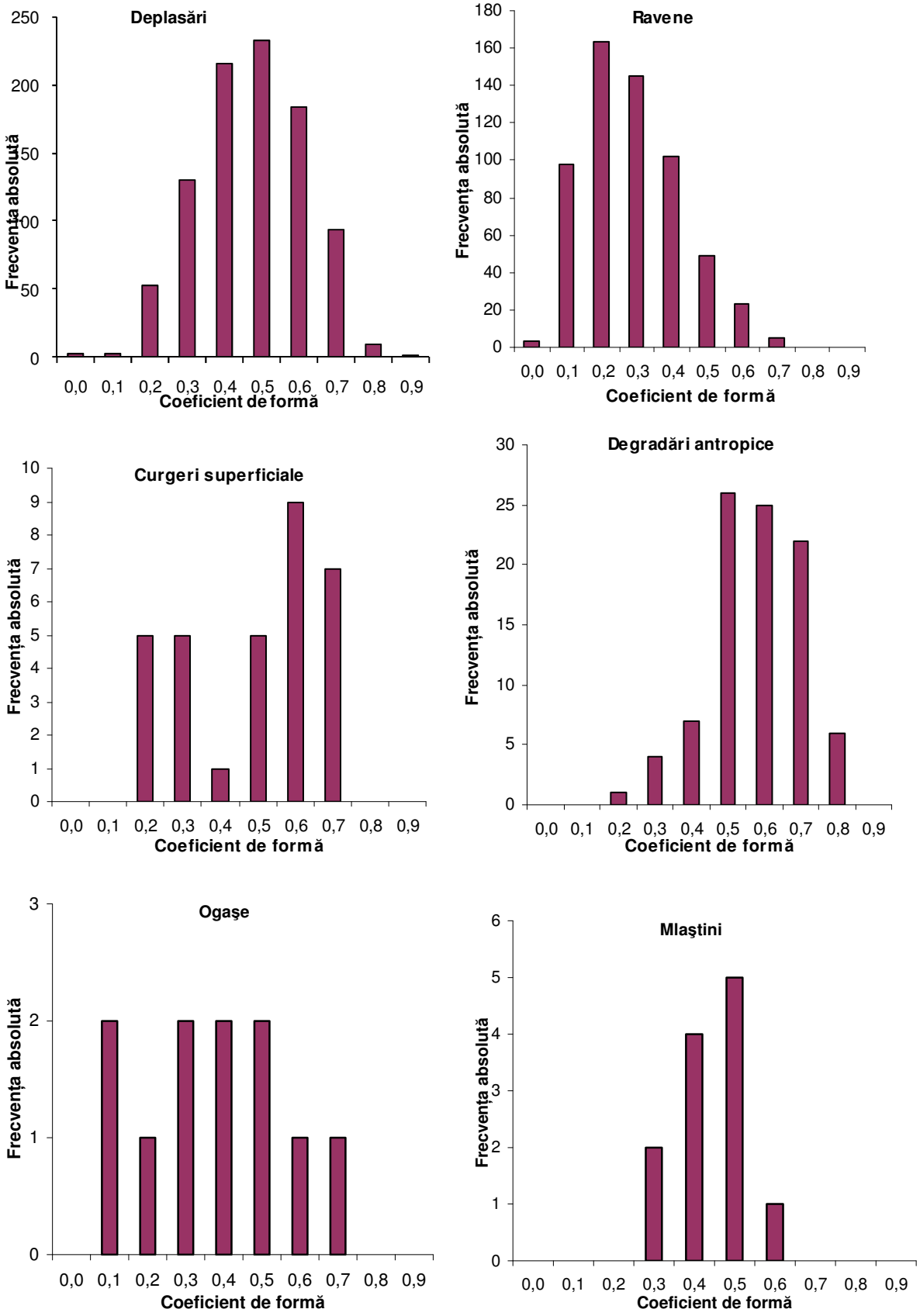


Fig. 7. Distribuția experimentală a formelor de degradare pe valori ale coeficienților de formă

Semnificația ecologică a coeficientului este legată de gradul de interacțiune dintre sistemul format de suprafața degradată şi mediul înconjurător. Cu cât coeficientul este mai mic, cu atât conturul exterior al formei de degradare este mai sinuos şi intensitatea interacțiunii este mai mare. În acest sens, se observă o descreştere mai bruscă în cazul ravenelor decât în cazul deplasărilor de teren; acest fapt semnifică predominanța mai accentuată a coeficienților de formă cu valori foarte mici, explicabil având în vedere că modul de evoluție al acestora presupune extinderea în zona obârşiei, precum şi formarea de noi vârfuri de eroziune laterală.

Aplicarea coeficientului de formă propriu-zis, prin în raportarea ariei formei de degradare la aria dreptunghiului care o încadrează arată un alt tip de distribuție. Astfel, în cazul majorității tipurilor de degradare (fig. 7), se observă o curbă de distribuție unimodală, cu asimetrie mai mult sau mai puțin accentuată. În cazul deplasărilor de teren se observă prezența unei asimetrii de dreapta, lucru care trebuie corelat cu forma destul de compactă a acestor forme de degradare. Dimpotrivă, în cazul ravenelor, asimetria este pronunțat de stânga, cu un maxim observabil în dreptul clasei de 0,2; valorile mici ale acestui coeficient sunt date de gradul ridicat de ramificație a acestui tip de degradare – practic aceste forme „umplu" mai puțin o formă geometrică regulată. Degradările antropice prezintă o puternică asimetrie de dreapta, dată de modul de constituire a haldelor menajere, carierelor de pietriş sau lut şi a altor tipuri de halde industriale. Distribuția ogaşelor şi zonelor cu înmlăştinare nu este semnificativă datorită numărului mic de perimetre de acest gen întâlnite în podişul Sucevei.

Bibliografie

Ambăruş D., 2007, *Cercetări privind evoluția proceselor erozionale şi amenajărilor pentru atenuarea lor, funcție de dinamica categoriilor de folosință de pe terenurile în pantă*, Rezumatul tezei de doctorat, Facultatea de Hidrotehnică, Universitatea Tehnică „GH.Asachi" Iaşi.

Băcăuanu, C., 1980, *Podişul Moldovei. Natură, om, economie*, Editura ştiințifică şi enciclopedică, Bucureşti.

Băloiu, V., Ionescu, V., 1986, *Apărarea terenurilor agricole împotriva eroziunii, alunecărilor şi inundațiilor*, Editura Ceres, Bucureşti.

Boardman J., Poesen J., 2006, *Soil Erosion in Europe: Major Processes, Causes and Consequences,* in: Soil Erosion in Europe, Wiley, London.

Boş, N. et al., 1986, *Posibilități de fotointerpretare a unor elemente necesare la amenajarea unor bazine hidrografiice torențiale*, Revista Pădurilor, 3/1986, pp. 151-155

Boş, N., et. al, 1985, *Cercetări privind aplicarea fotogrammetriei în amenajarea bazinelor hidrografice torențiale*. Referat final temă cercetare, Universitatea Transilvania din Braşov 200p

Cheng, H.H., 2000, *Photogrammetric Digital Data Processing of Tsau-Lin Big Landslide*, GIS Development, 2000, 194-200

Costandache, C., 2003. *Aspecte referitoare la condițiile de instalare şi eficiența funcționala a culturilor forestiere de protecție instalate in terenuri degradate din județul Vrancea*. Analele ICAS. 46:432-433.

Costandache, C., Nistor, S., Ivan, V., 2006. Împădurirea terenurilor degradate ineficiente pentru agricultură din sud-estul țării. Analele ICAS 49:187-2004.

Diaconu C., 1971, *Probleme ale scurgerii aluviunilor pe râurile din România,* St. de Hidrologie, XXX, IMH Bucureşti.

Dumitru, M., Ciobanu, C., Manea, A., Cârstea, St., 2002, *Monitoringul terenurilor şi solurilor agricole din Romania*, Volumul Academician Constantin Chiriță, in memoriam. Editura Ceres, Bucuresti, pp 215-230.

Florea N., Orleanu C., Ghitulescu N., Vespremeanu R., Dragu I., Ghinea P., Mucenic I., Munteanu I., Nitu I., Parichi M., Piciu I., Tutunea C. and Iana S., 1976. *Harta Eroziunii Solurilor Romaniei la sc. 1:500,000*. *Soil erosion map of Romania at a scale 1:500,000* . ISPIF-Bucuresti.

Giurgiu, V., coordonator, 1995. *Protejarea şi dezvoltarea durabilă a pădurilor României*. Editura Arta Grafică. 399 p.

Goldshleger, N. et al., 2007, *Using remote sensing methods for improving the management of saline soil,* Joint Congress of the European Regional Science Association, 47th Congress and ASRDLF, Association de Science Régionale de Langue Française, 44th Congress PARIS - August 29th - September 2nd, 2007

Huete, A.R., 2004, *Remote sensing of soils and soil processes, In: Ustin, S., ed., Remote Sensing for Natural Resources Management and Environmental Monitoring: Manual of Remote Sensing*, 3 ed., Vol. 4., 2004 John Wiley & Sons, Inc., pp.1-48.

Hurjui, C., 2000, *Rolul rocilor sedimentare în morfologia şi dinamica ravenelor. Studii caz din Podişul Moldovenesc*, Rez. Tezei de doctorat, Universitatea "Al. I. Cuza" Iaşi.

Iacobescu, O., Ciornei, I., Barnoaiea, I., Hogaş, Şt., 2006, *Metode de cartare a eroziunii prin mijloace ale teledetecției satelitare*, Simpozion Internațional al Facultății de Silvicultură şi Exploatări Forestiere, Braşov, sub tipar

Ichim, I., Bătucă, D., Rădoane, Maria, Duma, D., 1989, *Morfologia şi dinamia albiilor de râuri,* Editura Tehnică, Bucureşti, 407p

Ielenicz, 1971, *Zonele cu alunecări de teren din țara noastră* revista Terra nr. 1/ 1971, pp 32 – 38

Ioniță, I., 2000, *Geomorfologie aplicată. Procese de degradare a regiunilor deluroase*, Editura Universității "Al. I. Cuza" Iaşi, 250 p.

Kalita, H.S., 2004, *Estimation of scattering coefficient of saline soil for slightly rough surface and undulating surface at microwave frequencies*, International Center for Radio Science, "OM NIWAS"

Lantieri, D., Dallemand, J.F., Biscaïa, R., Sohn, S., Potter, R.O., 1990, *Erosion mapping using high-resolution satellite data and geographic information system. Pilot study in Brazil*, RSC Series No. 56, FAO, Rome, 150p

Lupe, I., 1965. Contribuții la cunoaşterea influenței drenării asupra pădurilor cu fenomene de înmlăştinare temporară din nord-vestul Transilvaniei. Revista pădurilor 4.

Lupe, I., Lateş, M., 1968. Apărarea taluzurilor digurilor din luncile inundabile cu ajutorul vegetației. Bucureşti.

Metternicht, G.I., Hurni, L. and Gogu, R., 2005, *Remote sensing of landslides: an analysis of the potential contribution to geo-spatial systems for hazard assessment in mountainous environments*, Remote Sensing of Environment, 2005, Elsevier

Mihăilescu, N.S., 1939, Porniturile de teren şi clasificarea lor, Revista de Geografie, Bucureşti, an II

Miyagi, T., et al, 2004, *Landslide Risk Evaluation and Mapping - Manual of Aerial Photo Interpretation for Landslide Topography and Risk Management*, Report of the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, No. 66 ; September, 2004

Moțoc, M., 1983, *Ritmul mediu de degradare erozională a solului în R. S. România*, Bul. Inform. ASAS, nr.2, Bucureşti.

Moțoc, M., 1984, *Participarea proceselor de eroziune şi a folosințelor terenului la diferențierea transportului de aluviuni în suspensie pe râurile din România*, Bul. Inf. ASAS, 13, Bucureşti.

Munteanu, S.A., 1975. Premise fundamentale în problema amenajării bazinelor hidrografice torențiale. Revista pădurilor 4.

Olariu, P., Gheorghe, Delia, 1999, *The effects of human activity on land erosion and suspended sediment transport in the Siret hydrographic basin*, in *Vegetation, land use and erosion processes*, editat I. Zăvoianu, D. E. Walling, P. Şerban, Institul de Geografie, 40-50, Bucureşti.

Perlado, C.C., 1998, *Remote Sensing and, GIS applications in the Erosion studies at the Romero river Watershed*, ACRS 1998, 141-152

Popa Costea, V., 1981. Experimentări privind instalarea vegetației forestiere pe terenuri excesiv erodate, stâncării calcaroase, prin semănături directe de pin negru. Analele ICAS. Seria I.

Pricop, A., Nicolau, A., Leu, D., Chirilă, A., Alexoaie, P., 1990, *Relații de sinteză între producția de aluviuni şi factorii de influență în bazinul hidrografic Bahlui*, Lucr. Celui de al III-lea Simpozion "Proveniența şi efluența aluviunilor", 197-209, Piatra Neamț.

Pujină, D., 1997, *Cercetări asupra unor procese de alunecare de pe terenurile agricole din Podişul Bârladului şi contribuții privind tehnica de amenajare a acestora*, Rez. Tezei de doctorat, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi.

Purnavel, Gh., 1999, *Cercetări privind efectul lucrărilor de amenajare a formațiunilor torențiale, aflate în zona de influență excesivă a lacurilor de acumulare, asupra procesului de colmatare a acestora; cu referire la Podişul Central Moldovenesc*, Rez. Tezei de doctorat, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi.

Rădoane Maria, Rădoane N., 2007, *Geomorfologia aplicată*, Editura Universității Suceava.

Rădoane N., Olariu P., 2005, Harta efluentei aluvionare in bazinul hidrografic Siret in diverse etape de realizare, Seminarul Geografic "Dimitrie Cantemir" Univ. Al.I.Cuza Iaşi.

Rădoane, Maria, Rădoane, N., Ichim, I., Surdeanu, V, 1990, *Efectul amenajărilor de lacuri asupra efluenței aluviunilor în bazinul râului Bîrlad*, Lucr. Celui de al III-lea Simpozion "Proveniența şi efluența aluviunilor", 121-133, Piatra Neamț.

Rădoane, Maria, Rădoane, N., Ichim, I., Surdeanu, V., 1999, *Ravenele. Forme, procese şi evoluție*, Presa universitară clujeană, 266 p.

Rinos, M.H. et al., 2000, *Application of Remote Sensing and GIS on soil erosion assessment at Bata River Basin, India*, GIS Development, 2000, 94-103

Roessner, S., et al., 2001, *Satellite remote sensing for regional assessment of landslide hazard in Kyrgyzstan, Central Asia*, Forum Katastrophenvorsorge "Extreme Naturereignisse - Folgen, Vorsorge, Werkzeuge" 24.-26. September 2001 in Leipzig

Rusu, A., et al., 1981, *Identificarea surselor de aluviuni în cuprinsul bazinelor hidrografice torențiale, după fotograme, Aspecte de principiu*, Revista Pădurilor, 4/1981, pp. 234-237

Surdeanu, V., 1998, Geografia terenurilor degrdate, Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca, 274p

Traci, C., 1970. Aspecte privind desimea culturilor forestiere de protecția a solului pe terenuri degradate. Revista Pădurilor 8.

Traci, C., 1973. Unele date referitoare la rolul hidrologic, antierozional şi ameliorativ al culturilor forestiere pe terenuri degradate. Revista Pădurilor 8.

Traci, C., 1985. Împădurirea terenurilor degradate. Editura Ceres. 282 p.

Traci, C., Costin, C., 1966. Terenurile degradate şi valorificarea lor pe cale forestieră. Editura Agro-silvică. 275 p.

Traci, C., Costin, E. , 1968 Terenurile degradate şi valorificarea lor pe caşe forestieră, Ed. Agro – silvică, Bucureşti

Traci, C., Costin, E., 1975. Tipuri de culturi forestiere pentru împădurirea terenurilor erodate din silvostepă şi stepă şi eficiența lor tehnico-economică. ICAS. Seria II.

Traci, C., Untaru, E., 1986, Comportarea şi efectul ameliorativ şi de consolidare a culturilor forestiere pe terenuri degradate din perimetre experimentale, ICAS, Seria II-a, Bucuresti, 70 p.

Uchida, S., 1995, *Diagnosis of Land Degradation In the Semi-Arid Area of Asia and Pacific Region 10-/ Using Remote Sensing Data -JIRCAS's Case Study*, 56-62

Untaru, E., 1980. Contribuții la prevenirea alunecărilor de teren din bazinele hidrografice ale Milcovului şi Cîlnăului prin culturi forestiere de protecție. Rezumat teză de doctorat. ASAS Bucureşti. 26 p.

Untaru, E., Costandache, C., Ivan, V., Munteanu, F., 2003. Realizări şi perspective în ameliorarea şi utilizarea prin impadurire a terenurilor degradate din Vrancea. Analele ICAS. 46:363-376.

Untaru, E., Traci, C., Ciortuz, I., Roman, FL., 1988. Metode şi tehnologii de instalare a vegetației forestiere pe terenuri degradate cu conditii staționale extreme, ICAS, Seria II, Bucuresti, 54p.

Vlasin, H., 2003. Cercetări privind evoluția vegetației forestiere asupra terenurilor degradate dinValea Arieşului. Analele ICAS. 46:403-404.

Vohora, V. K., Donoghue, S. L., 2004, *Application of Remote Sensing Data to Landslide Mapping in Hong Kong*, Geo-Imagery Bridging Continents XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004 Istanbul, Turkey Commission 4pp. 489-494

Wanglu, P., Tioanje, L., 1990, *Digital analysis of salinity of soil using multisource data*, ACRS 1990, pp. 395-403

Yengxiang, Y., 1996, *Mountain Soil Erosion Mapping in Central Tibet Using Remote Sensing and GIS*, The 4th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography, Karlstad - Kiruna - Tromsø, August 19-29, 1996, pp. 255-264

Zavati, V., Giurma, I., 1982, *Cercetări privind colmatarea unor lacuri de acumulare din bazinul hidrografic Bahlui*, Hidrotehnica, 27, 2, 37-41.

Zeletin, L., Sima, N., Hîrsulescu, A., 1977, *Acumularea Râpa Albastră*, Hidrotehnica, 22, 6, 148-151.

* * *

Ministerul Apelor, Pădurilor şi Protecției Mediului Înconjurător, 1995: *Îndrumări tehnice pentru cartarea şi împădurirea terenurilor degradate*, 112p