



Raport științific

privind implementarea proiectului PN-II-PT-PCCA-2013-4-2234, nr. 314 din 01/07/2014

Investigații non-destructive în situri arheologice complexe. Un model integrat de cercetare aplicată a patrimoniului cultural imobil (PROSPECT)

Etapa a II-a, 01 ianuarie-31 decembrie 2015

Cuprins

A. Raport științific

I. Introducere / 2

II. Rezumatul etapei / 2

III. Îndeplinirea obiectivelor / activităților și rezultatele obținute / 2

IV. Direcții de cercetare abordate / 4

IV.1. Cartografia și topografia arheologică

IV.2. Fotografia aeriană oblică și verticală

IV.3. Măsurătorile geofizice

IV.4. Evaluarea impactului antropic asupra paleomediului – analize de sol

IV.5. Analiza riscurilor hidro-geomorfologice și a presiunii antropice

V. Diseminare / 15

Bibliografie / 16



I. INTRODUCERE

Prezentul raport științific evaluează gradul de realizare a activităților asociate obiectivelor proiectului, pe anul în curs, în corelație cu direcțiile de cercetare urmărite. Este structurat în mai multe secțiuni care analizează și accentuează principalele rezultate obținute în cadrul celei de a II-a etape a proiectului de cercetare referindu-se, totodată, la modul de diseminare a acestora în lucrări de specialitate sau prin intermediul manifestărilor științifice naționale și internaționale.

II. REZUMATUL ETAPEI

Proiectul de cercetare *Investigații non-destructive în situri arheologice complexe. Un model integrat de cercetare aplicată a patrimoniului cultural imobil* a urmărit în cadrul etapei a II-a, aferente intervalului 01 ianuarie-31 decembrie 2015, în special, definitivarea și punerea în aplicare a unui cadru metodologic specific activităților practice de cercetare nedistructivă. După ce reiese și din rezultatele de etapă, principalele activități specifice obiectivelor generale au vizat următoarele direcții de cercetare:

- obținerea de modele numerice ale terenului pentru cele cinci studii de caz;
- modelarea hărților de distribuție spațială ale acestora;
- generarea de hărți și planuri topografice detaliate pentru obiectivele cercetate;
- capturarea, orto-rectificarea, geo-referențierea și analiza imaginilor aeriene oblice și verticale;
- prelucrarea norilor de puncte rezultați în urma scanărilor tridimensionale terestre;
- obținerea unui raport detaliat cu privire la cunoașterea solurilor din proximitatea stațiunilor vizate;
- efectuarea de măsurători geofizice și interpretarea planșelor obținute;
- elaborarea unor hărți preliminare cu privirea la starea actuală a proceselor hidro-geomorfologice;

III. ÎNDEPLINIREA OBIECTIVELOR ȘI REZULTATELE OBȚINUTE

Activitățile au fost reanalizate și demarate eficient datorită fundamentului, constituit îndeosebi sub aspect teoretic, rezultat din prima etapă a proiectului în care, pe de o parte, au fost elaborate rapoarte cu privire la cadrul fizico-geografic și cel cronologico-cultural, iar pe de altă parte, au fost structurate câmpurile principale ale bazei de date spațiale și proiectul GIS.

În cadrul acestei etape, după cum am precizat și mai sus, în atenția noastră au stat mai multe direcții de cercetare, ale căror rezultate au fost deja valorificate parțial prin intermediul unor cărți apărute la edituri internaționale de prestigiu, sub forma unor studii publicate în reviste de specialitate, dar și printr-o serie de prezentări științifice în cadrul unor manifestări de profil (Anexa 1).

Menționăm că obiectivele propuse și activitățile aferente acestei etape au fost îndeplinite în totalitate.

În cursul anului 2015 s-au finalizat, pe de o parte, unele cercetări începute în anul precedent și, pe de altă, s-au inițiat și, în unele cazuri, chiar s-au finalizat, alte cercetări ce urmează să apară în diferite publicații (reviste sau culegeri de studii). O parte importantă a cercetărilor întreprinse în 2015 au fost prezentate la diferite manifestări științifice internaționale sau naționale. În secțiunea următoare, destinată principalelor direcții de cercetare atinse în prezenta etapă, descriem succint aceste investigații.



IV. DIRECȚII DE CERCETARE ABORDATE

Obiectivul principal al demersului nostru, în faza sa inițială și, evident, asupra căruia ne vom centra activitățile viitoare, a fost acela de a realiza, prin mijloace de investigare non-intruzivă, o amplă caracterizare a siturilor arheologice constituite în cadrul grantului de cercetare ca studii de caz cheie. Concret, investigațiile propuse au vizat, deopotrivă, o analiză detaliată a condițiilor actuale în care se găsește situl, precum și a zonelor din proximitatea acestuia, dar și o atentă examinare în profunzime, toate cu scopul de a obține rezultate pertinente, extrem de necesare întocmirii unei strategii adecvate de cercetare și a unui plan de management durabil. Abordarea metodologică s-a bazat, în special, pe aplicații de topografie arheologică, scanare laser tridimensională terestră, fotografie aeriană și prospecțiuni geofizice. Starea extrem de precară a stațiunilor vizate, aflate în continuă amenințare, cu precădere, din cauza unor factori de distrugere naturali, dar și antropici, a constituit principala motivație pentru echipa noastră. Totodată, considerăm că o astfel de abordare de natură interdisciplinară este indispensabilă unei cercetări sistematice ce urmărește înțelegerea proceselor naturale și culturale care au determinat și contribuit la dezvoltarea acestor stațiuni de-a lungul timpului. Așadar, în cadrul intervenției de față vom prezenta cele mai importante rezultate de până acum, unele dintre ele preliminare, obținute dintr-o interpretare multidimensională a unui demers ce integrează instrumente de lucru non-intruzive de actualitate.

IV.1. Cartografia și topografia arheologică

Investigațiile noastre se bazează pe aplicarea unora dintre cele mai importante metode de prospectare arheologică nedistructivă, urmărind, totodată, interpretarea conjugată a rezultatelor obținute independent pentru fiecare metodă folosită, într-un program SIG/GIS (*Geographic Information System*). Când vorbim de acest gen de cercetare, o metodologie corespunzătoare impune, atunci când sunt întrunite toate condițiile, apelul la metode non-invazive complementare, fiecare dintre aceste posibilități de investigare având, după cum bine se cunoaște, deopotrivă, avantajele, dar și limitele sale.

După identificarea în teren a stațiunilor ce reprezintă studiile noastre de caz și poziționarea GPS a acestora, cercetarea noastră a debutat, în mod firesc, cu o analiză a suportului cartografic avut la dispoziție deja din etapa precedentă a proiectului. Au fost georeferențiate toate porțiunile de hartă, la diferite scări, aferente zonelor de studiu și suprapuse în programul GIS. Au fost folosite hărțile topografice militare (scara 1:25000), planurile topografice (scara 1:5000), planurile directe de tragere (scara 1:20000) și imaginile aeriene ortorectificate (scara 1:5000) (Fig. 1).

Înregistrarea detaliată și analiza microtopografiei terenului a reprezentat o prioritate în ansamblul activităților noastre deoarece, pe de o parte, am dorit a obține o imagine clară asupra gradului de distrugere a siturilor, iar pe de altă parte, în foarte multe cazuri, o interpretare minuțioasă a acestora poate oferi indicii cu valoare semnificativă asupra structurilor arheologice îngropate. Astfel, cu ajutorul unui sistem GPS Leica (stație fixă și dispozitiv mobil) a fost înregistrată, în sistemul național de coordonate, atât pentru suprafața siturilor, cât și pentru zonele din imediata apropiere, o densă rețea de puncte geodezice. De asemenea, pentru sectoarele inaccesibile, puternic afectate de factori de risc, am utilizat un echipament de scanare tridimensională terestră cu laser. Această zonă a fost înregistrată cu o acuratețe de 5 cm. În urma prelucrării datelor GPS a fost obținute modele numerice ale terenului foarte detaliate, cu rezoluția de 0.5 m/pixel, cu scopul de a reprezenta fidel



forma exterioară a siturilor și de a identifica eventuale caracteristici care ar putea fi de natură arheologică (Fig. 2).

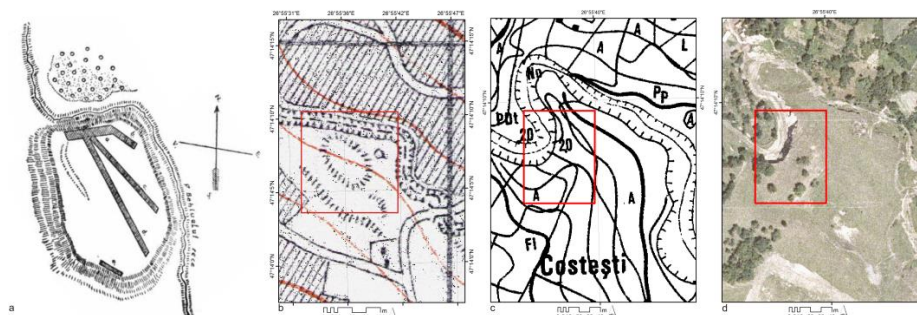


Figura 1. Exemplu de analiză cartografică

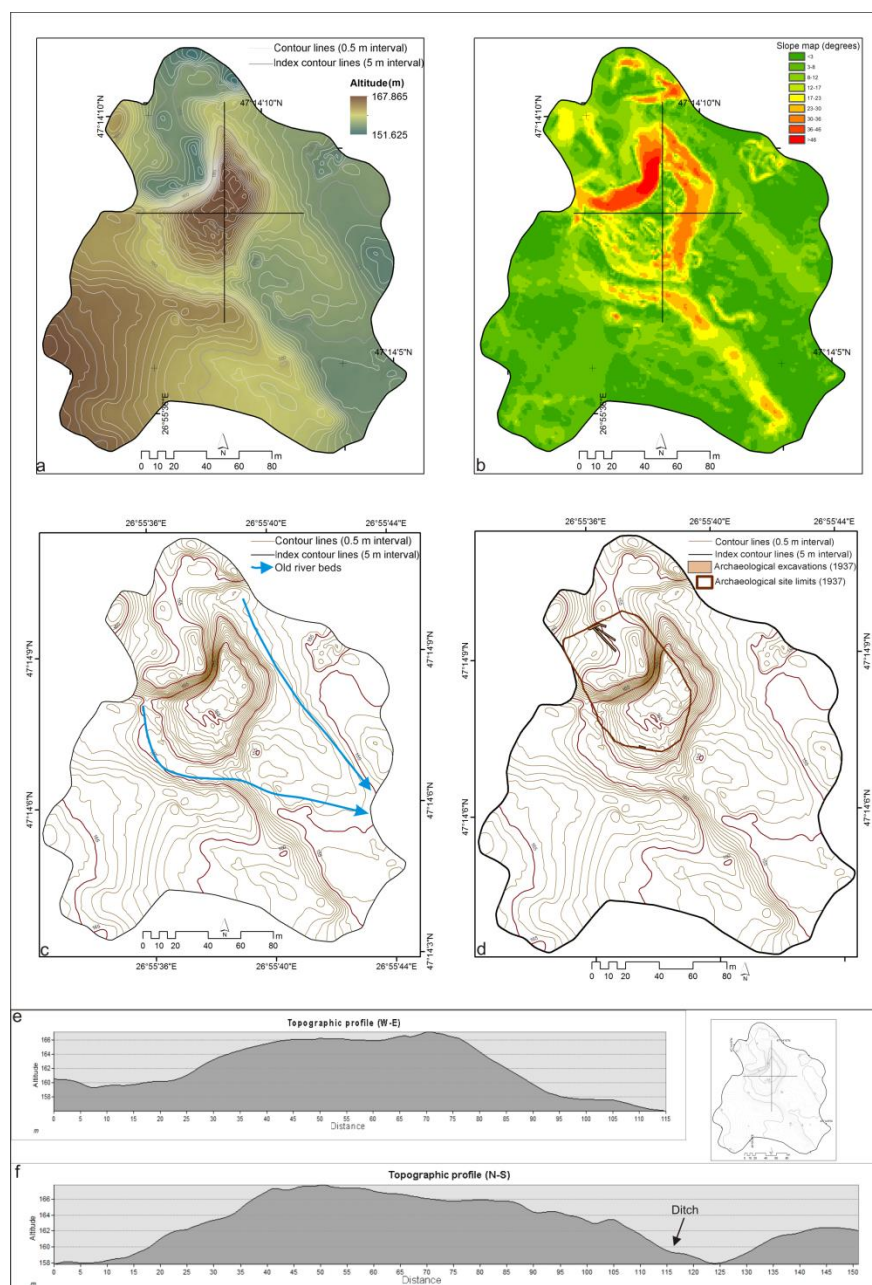


Figura 2. Analiza microtopografiei terenului



IV.2. Fotografia aeriană oblică și verticală

După cum bine se știe, fotografia aeriană este o ramură a teledetecției, o metodă nedistructivă utilizată în identificarea, fotografierea, cartarea și interpretarea urmelor ce indică prezența unor caracteristici antropice vechi (Târnoveanu, Bem 2009, 62). Deși istoria fotografiilor aeriene efectuate în scopuri arheologice are, în plan internațional, o vechime de mai bine de un secol, pentru România, inițiativele care se pot încadra în acest domeniu nu pot fi caracterizate decât ca fiind izolate.

Caracteristicile arheologice din imaginile aeriene pot fi identificate datorită umbrelor, diferențelor de pigment ale solului, datorită umezelii, a marcajelor detectabile în zăpadă sau în culturile agricole (Scollar *et al.* 1990, 33). Este neobișnuit ca pentru orice tip de cercetare arheologică, o singură fotografie să furnizeze toate informațiile despre un sit sau o întreagă zonă. Vizibilitatea semnelor depinde de schimbarea de direcție și înălțime a soarelui, chiar și în cazul siturilor vizibile la suprafața solului, de multe ori umbrele adânci mascând informația. La fel de important este și anotimpul în care se efectuează fotografia, arheologii întocmind hărți pe baza imaginilor aeriene, în diferite momente ale zilei și din an, pentru a extrage maximumul de informații privind obiectivul cercetat (Palmer 2009, 28-29).

Fotografiile aeriene pentru studiile noastre de caz au fost realizate, în plan oblic sau vertical, (Fig. 3) dintr-un avion de mici dimensiuni sau cu ajutorul dronei (octocopter) achiziționată în cadrul proiectului. Au fost întreprinse mai multe zboruri, la altitudini, anotimpuri sau momente ale zilei (dimineața și seara) diferite.

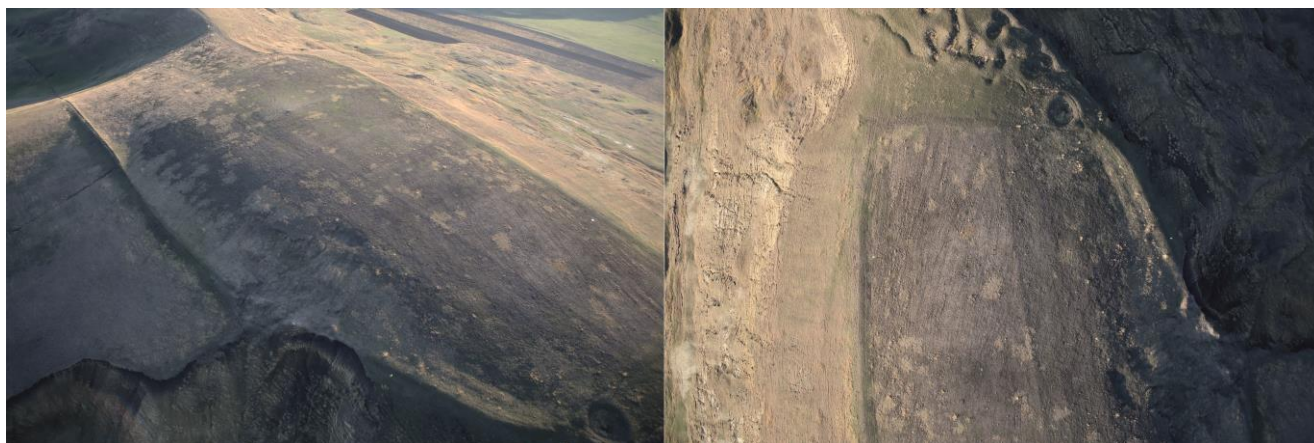


Figura 3. Exemplu de fotografie aeriană oblică (stânga) și verticală (dreapta)

IV.3. Măsurătorile geofizice

Este deja bine recunoscut faptul că prospecțiunile nedistructive reprezintă metode fezabile de identificare a structurilor arheologice îngropate și de reevaluare a strategiilor de săpătură arheologică. Unele dintre aceste tehnici sunt potrivite, sau nu, în anumite situații particulare, fiind dependente de diferiți factori (natura anomaliilor vizate, adâncimea acestora, caracteristicile solului, factori perturbatori etc.). Ținând cont de aceste considerente am ales ca cercetarea noastră să se bazeze pe metoda magnetometriei cu vapori de cesiu și fluxgate, pe măsurătorile de rezistență electrică a solului și tehnologia GPR. Dintre acestea magnetometria este cea mai eficientă și mai rapidă dintre tehnicile menționate, totodată, principiile sale tehnice fiind destul de cunoscută comunității științifice din domeniul arheologiei.

După finalizarea măsurătorilor datele brute au fost descărcate pe calculator, de aici începând etapa de laborator a cercetării noastre, centrată pe prelucrarea și procesarea acestora. Informațiile au



fost filtrare cu ajutorul softurilor specifice instrumentelor utilizate, interpretarea finală fiind bazată pe integrarea tuturor rezultatelor obținute într-un program de tip GIS (Fig. 4).

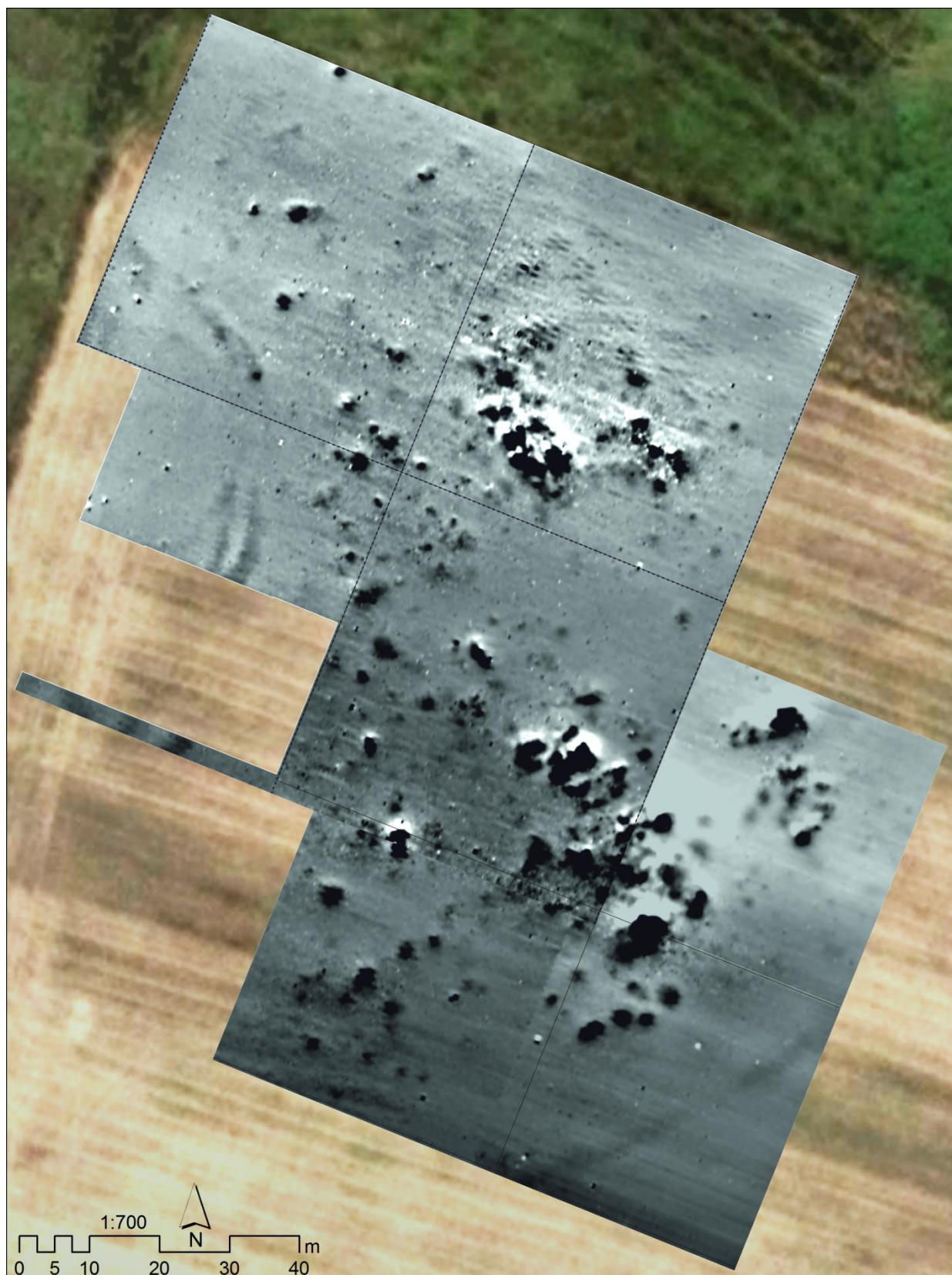


Figura 4. Exemplu de prospectare geofizică (magnetometrie)



IV.4. Evaluarea impactului antropic asupra paleomediului – analize de sol

Continuitatea activităților umane pe parcursul mai multor milenii într-un anumit spațiu geografic induce modificări semnificative la nivelul proprietăților învelișului de sol. Aceste modificări se mențin și după ce presiunea antropică a încetat, fapt ce face posibilă identificarea vechilor așezări umane pe baza însușirilor solului. În cadrul activităților desfășurate pe parcursul acestui an, am explorat această posibilitate, folosind date pedologice și arheologice dintr-un areal cu suprafața de 125 km² situat în sud-vestul Câmpiei Moldovei, în bazinul superior al râului Bahluiet (Fig. 5).

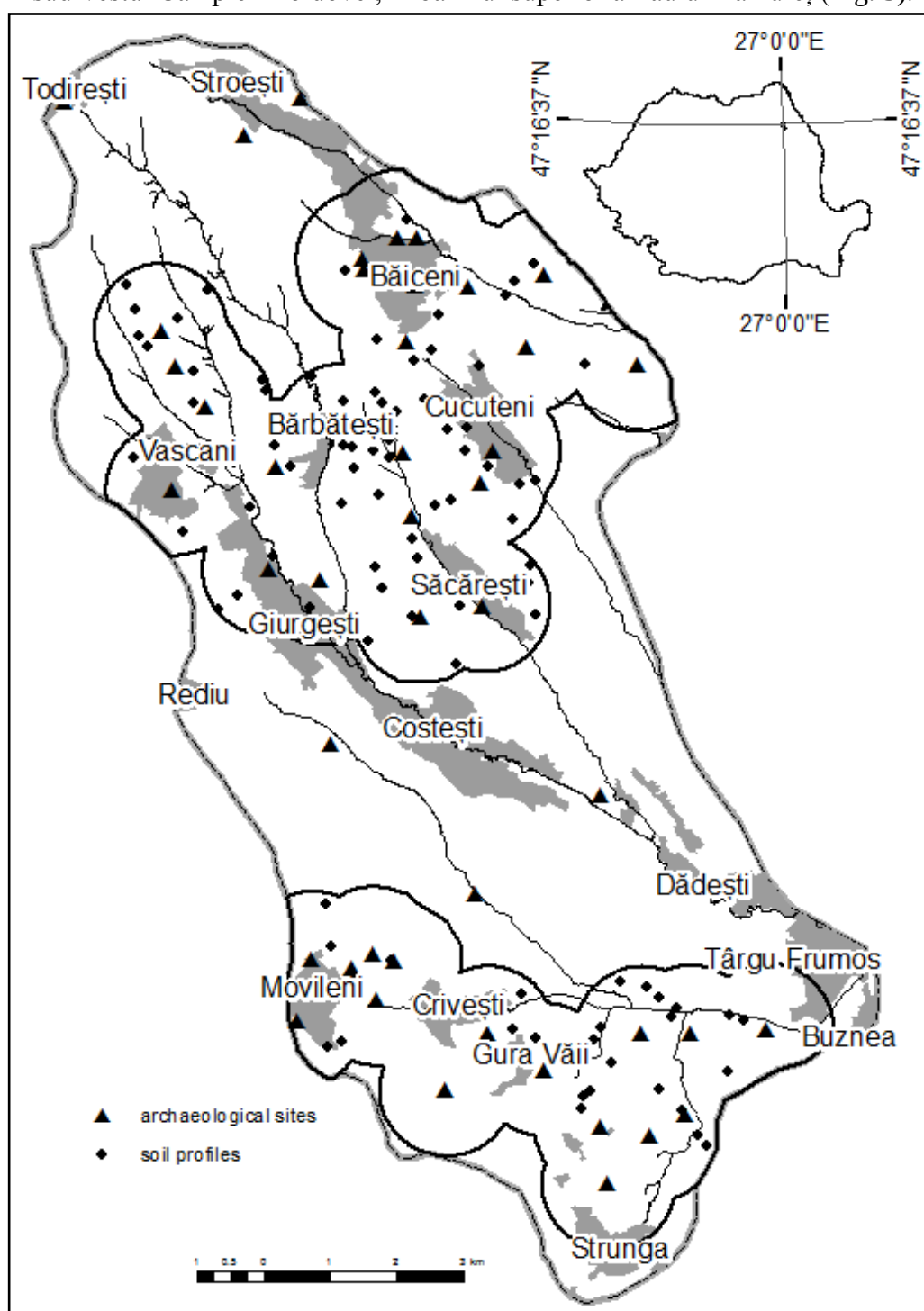


Figura 5. Localizarea zonei de studiu



Datele pedologice au fost obținute din studiile pedologice elaborate de OSPA Iași, la scara 1:10.000, iar localizarea siturilor arheologice și transpunerea acestora în format digital a fost realizată de către colegii arheologi implicați în acest proiect.

Într-o primă etapă, pentru delimitarea unor zone omogene, au fost trasate zone buffer cu raza de 1 km în jurul siturilor arheologice, iar prin intersectarea rezultatelor s-au conturat două regiuni distincte: (1) în partea nordică, un areal cu o densitate mai mare de așezări eneolitice (22 situri) și un număr de 69 de profile de sol, denumit convențional Cucuteni; (2) în partea sudică un areal mai restrâns, la nord de localitatea Strunga, care cuprinde 15 situri și 26 de profile de sol (Fig. 5).

Pentru a reda variația în adâncime a valorilor pH-ului, conținutului de humus, fosfor și potasiu mobil, parametri considerați ca posibili indicatori ai influenței antropice îndelungate, am utilizat module aparținând programului R (Tab.1, Tab.2).

Tabelul 1. Valori statistice pentru arealul Cucuteni (69 profile de sol)

Parametru	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd	Max.
					Qu.	
pH	4.5	6.1	6.8	6.893	7.8	8.8
P (ppm)	1	10	18.5	50.54	51.25	400
K (ppm)	74.0	148.0	196.5	213.5	260	500.0
Humus (%)	0.42	1.882	2.62	2.731	3.435	9.18

Tabelul 2. Valori statistice pentru arealul Strunga (26 profile de sol)

Parametru	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd	Max.
					Qu.	
pH	5.5	7.2	8	7.649	8.2	9.3
P (ppm)	4	9.75	19	34.89	48.75	200
K (ppm)	20.8	148.0	192	217.1	285.5	418.0
Humus (%)	0.88	2.02	2.605	2.98	3.432	8.83

Dacă în cazul reacției solului și conținutului de humus se constată o distribuție normală a valorilor pe profil, valorile fosforului și potasiului mobil prezintă o anomalie în relație cu distribuția normală a valorilor acestor parametri într-un profil de sol obișnuit (Fig. 6). Astfel, în primii 20 cm, valorile sunt mai mari decât media, fapt care poate fi datorat practicilor agricole recente (fertilizare). În adâncime însă, sub valoarea de 50 cm, se observă o creștere însemnată a concentrațiilor, pentru fosfor în ambele areale, iar pentru potasiu în arealul nordic. Acest fapt poate fi pus pe seama unei utilizări agricole îndelungate a terenurilor respective și relevă potențialul utilizării acestor parametri ca indicatori ai prezenței siturilor arheologice.

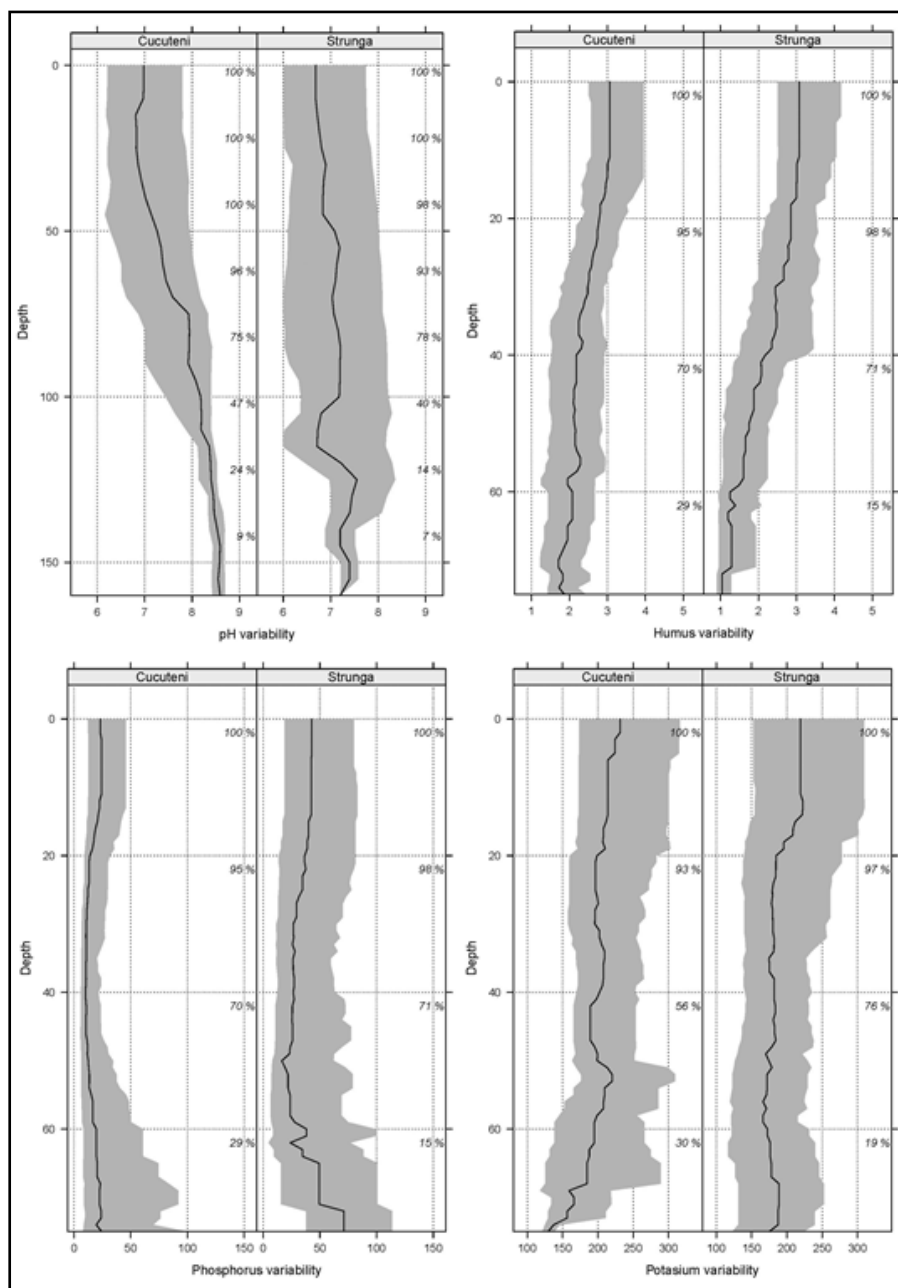


Figura 6. Variația în adâncime a parametrilor de sol analizați

În a doua etapă, au fost realizate hărți privind distribuția spațială a parametrilor analizați anterior (pH, humus, fosfor mobil, potasiu mobil), folosind metode geostatistice și o bază de date cuprinzând 145 profile de sol.

Reacția solului a fost modelată prin aplicarea krigingului rezidual (regresie-kriging). Modelul de regresie, care include altitudinea și coordonatele Y ca predictor, explică 39% din varianța pH-ului. Modelul arată că valorile pH-ului descresc odată cu scăderea altitudinii (cu 0.9 unități/100 m), pe măsură ce climatul devine mai umed și mai rece și de aceea se constată o tendință spațială generală de creștere a valorilor pH-ului de la vest la est, concomitent cu scăderea altitudinilor. Reziduurile au fost interpolate prin metoda kriging ordinar, apoi modelele spațiale de regresie și kriging au fost însumate pentru a obține harta finală (Fig. 7).

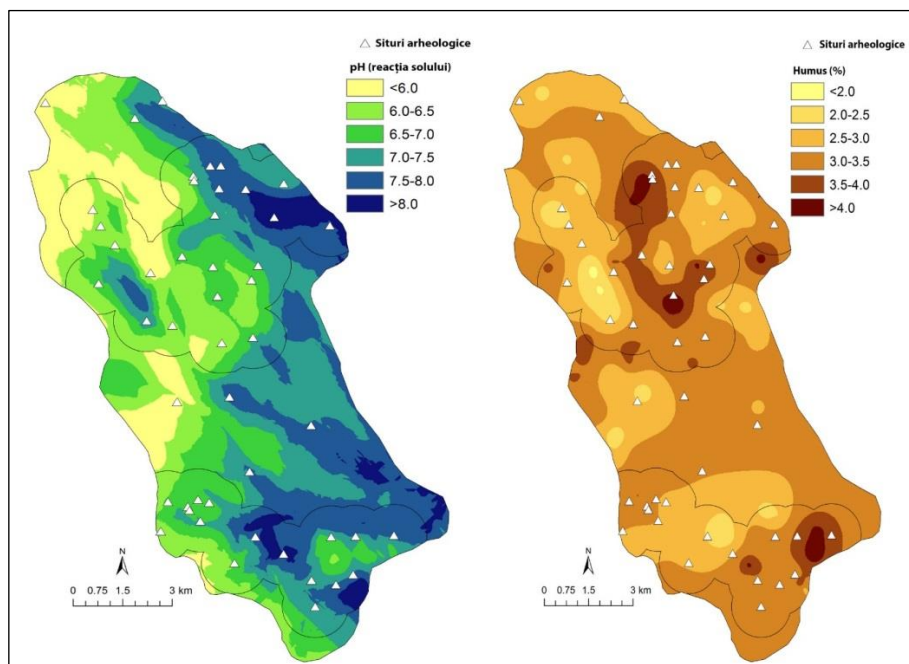


Figura 7. Distribuția spațială a pH-ului și humusului

Distribuția spațială a fosforului mobil, obținută de asemenea prin interpolare kriging (kriging ordinar), prezintă valori maxime (> 100 ppm) în partea de nord-est a regiunii de studiu, în proximitatea mai multor situri arheologice, ceea ce sugerează că această concentrație ridicată poate fi explicată, cel puțin parțial, de prezența acestor așezări.

Potasiul, modelat printr-o metodă hibridă (kriging universal), prezintă o corelație slabă, dar semnificativă statistic, cu distanța față de siturile arheologice ($R = -0.273$), ceea ce sugerează că potasiul mobil are o tendință de creștere în apropierea siturilor arheologice ca urmare a activităților umane (Fig. 8).

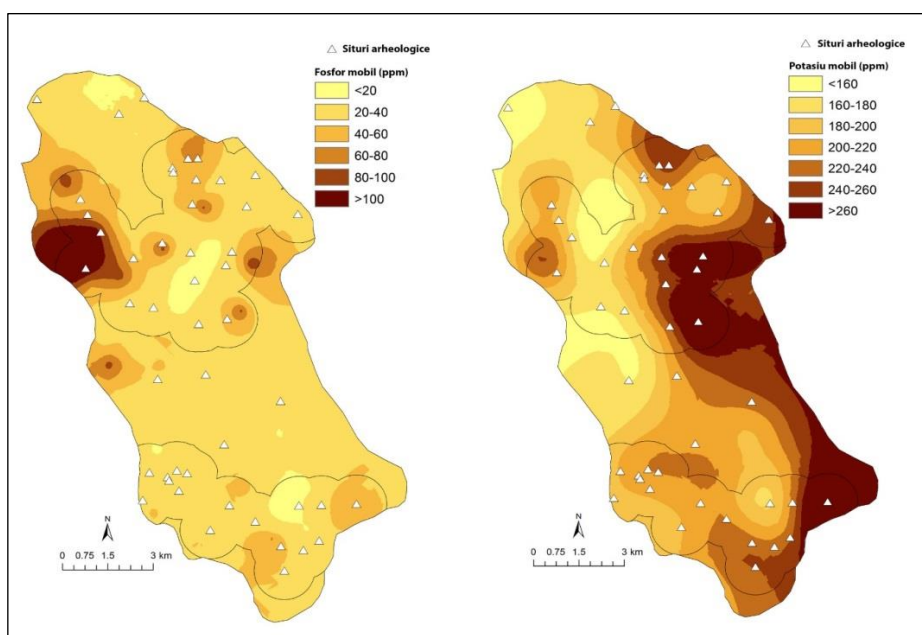


Figura 8. Distribuția spațială a fosforului și potasiului



Plecând de la considerentul că există o corelație între locația siturilor arheologice și proprietățile solului, în continuare am utilizat regresia logistică pentru estimarea probabilității prezenței unor situri arheologice. Astfel, au fost trasate zone tampon în jurul celor 48 de situri arheologice la o distanță de 300 m, iar în baza de date, siturile au fost codificate cu valoarea 1, care indică prezența acestora. În afara acestor zone, s-a generat un eșantion aleatoriu de 48 puncte, care au fost codificate cu valoarea 0, indicând absența siturilor arheologice. Pentru cele 96 de puncte, au fost extrase din hărțile realizate anterior valorile proprietăților de sol. Baza de date astfel obținută a fost în continuare procesată, aplicându-se metoda regresiei logistice binare pentru derivarea probabilității spațiale privind prezența siturilor arheologice. Figura 9 prezintă o astfel de încercare, modelul de probabilitate spațial fiind derivat din rasterele care redau distribuția spațială a pH-ului, potasiului și argilei.

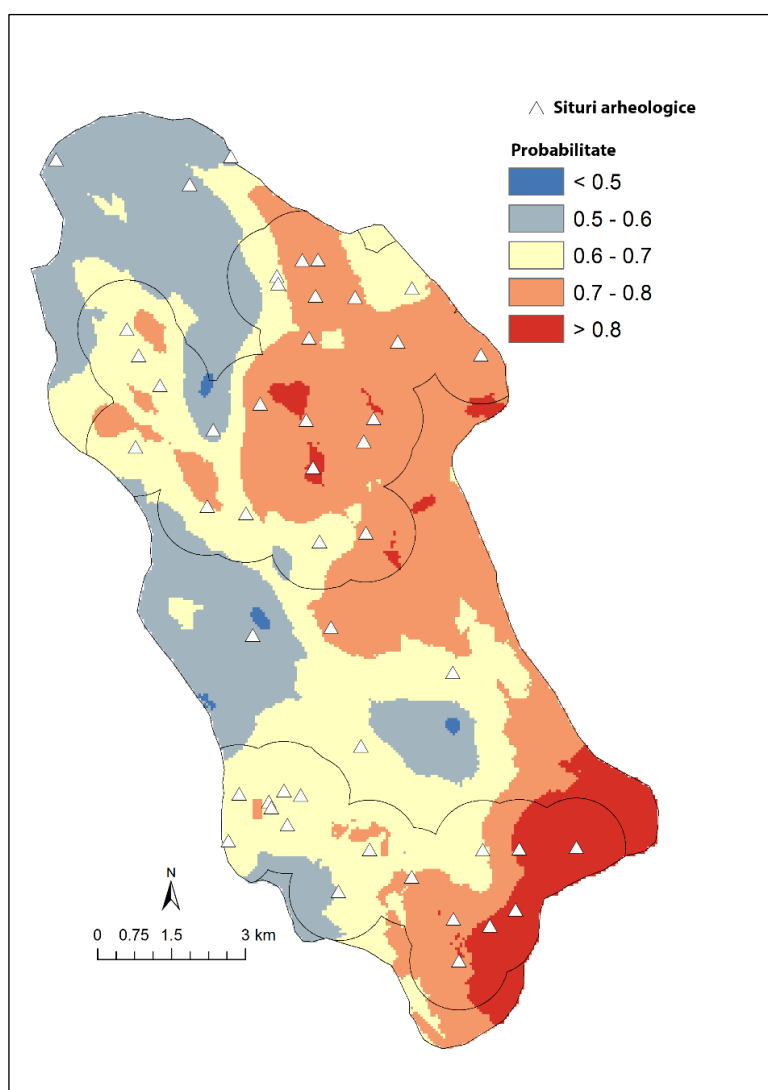


Figura 9. Harta distribuției estimate a probabilității prezenței siturilor arheologice

Modelul spațial obținut are o capacitate moderată de predicție (suprafața de sub curba ROC = 0.702), însă este statistic semnificativ, demonstrând potențialul acestor metode și a datelor pedologice de a prezice localizarea probabilă a siturilor arheologice.



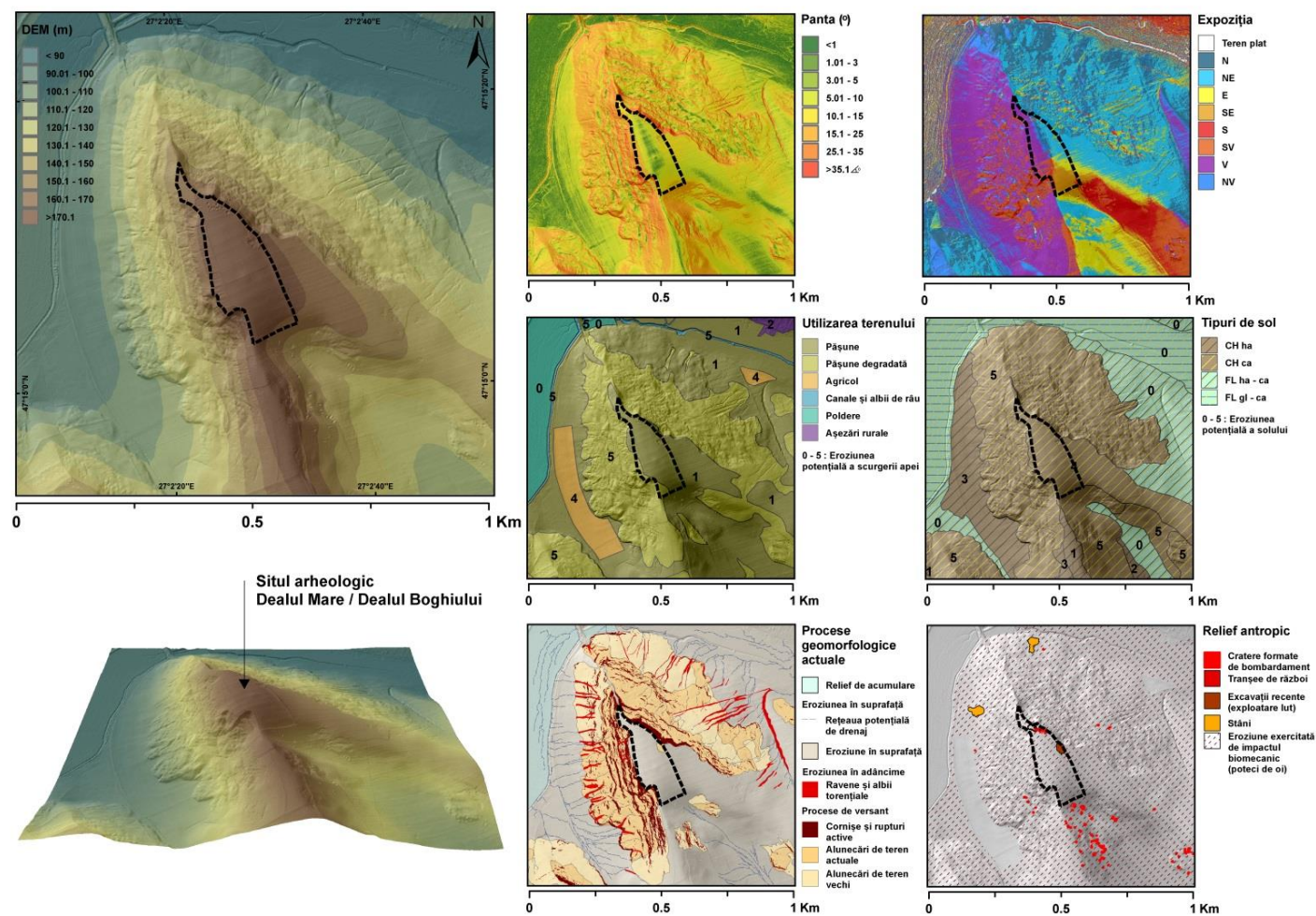
IV.5. Analiza riscurilor hidro-geomorfologice și a presiunii antropice

Evaluarea gradului de conservare a patrimoniului material imobil identificat pe teritoriul actual al Podișului Moldovei reprezintă un demers științific complex și implică mai multe direcții de cercetare. Din perspectivă fizico-geografică, evaluarea eroziunii și identificarea agenților modelatori ce dețin un potențial distructiv asupra siturilor preistorice sau al complexelor arheologice multi-stratificate a urmărit în cazul de față trei direcții de investigare: contextul morfologic, contextul protectiv al matricei naturale de conservare și contextul distructiv.

Contextul morfologic ține de rolul reliefului ca factor de control al eroziunii matricei naturale de conservare a siturilor arheologice. Acesta intervine în dinamica și manifestarea proceselor erozionale printr-o multitudine de parametri, care pot fi interpretați diferit în funcție de scara de analiză. Având aprobarea de a utiliza un model digital al terenului (DTM) de mare precizie (0.25 m²/pixel) realizat pe baza tehnologiei de tip LiDAR (SMIS-CSNR 32193; SMIS-CSNR 17945), precum și utilizând mijloace proprii de ridicare topografică, scara de analiză morfologică a permis extragerea detaliată a următorilor parametri: elevația terenului, panta și expoziția versanților (Fig. 10).

Panta influențează în mod hotărâtor procesele de eroziune, atât prin reglarea raportului scurgere/infiltrație, cât și prin potențarea progresivă a pluviodenudării sau a modificării scurgerii lichide. Din acest punct de vedere, atât situl Dealul Cătălina, cât și situl Dealul Mare / Dealul Boghiului se află în sectoare cu pante ce depășesc frecvent 30° (Fig. 10 – Harta declivității terenului). De asemenea, cu toate că expoziția versanților nu este un factor determinat în ecuația de cuantificare a riscurilor hidro-geomorfologice care afectează siturile arheologice, acest parametru a fost utilizat ca indicator predictiv pentru apariția proceselor de versant tipice frunților de cuestă din Podișului Moldovei (expoziție est-vest) cum este cazul sitului Dealul Mare / Dealul Boghiului (Fig. 10 – Harta orientării versanților). Modelul digital al terenului a fost utilizat pentru proiectarea cartografică a arealelor cu material arheologic identificate prin periegeze multiple și delimitate spațial prin ridicări topografice și/sau prin prospecțiuni geofizice (Fig. 10 – Harta hipsometrică).

Contextul protectiv al matricei naturale de conservare a urmărit analiza tipurilor de sol și modul de utilizare al terenului pe baza hărților pedologice, ortofotoplanurilor și al fotografiilor aeriene. De regulă, siturile arheologice preistorice din NE României dețin o distribuție verticală medie de cca. 1-2 m de la nivelul suprafeței topografice, fiind înglobate în stratul de sol prin procese pedogenetice. În acest caz, nivelul de protecție a materialului arheologic este complementar cu susceptibilitatea solurilor de a fi erodate, valoare determinată pe baza proprietăților intrinseci ale acestora și calculată conform cu Ecuația Universală a Pierderilor de Sol (USLE). Dintre aceste proprietăți, rolul cel mai important în determinarea erodabilității solului revine texturii și raportului dintre fracțiunile texturale care influențează o multitudine de proprietăți fizice și hidrice ale matricei de sol. În cazul tipurilor de sol cu textură echilibrată, eroziunea are o valoare minimă, iar în cazul solurilor cu textură grosieră sau fină, erodabilitatea crește direct proporțional cu valoarea raportului nisip/argilă (Fig. 10 – Harta tipurilor de sol).





Conservarea naturală a siturilor arheologice este puternic influențată și de utilizarea terenului sau de gradul de acoperire cu vegetație. Astfel, evaluarea acestui parametru a fost realizată pe baza coeficienților de scurgere dependenți de modul de utilizare al terenului (Fig. 10 – Utilizarea terenului). Interpretarea și extragerea poligoanelor cu tipurile de vegetație în mediu GIS are ca suport fotografii aeriene din diferite perioade de vegetație, validate prin suprapunerea acestora peste imagini cu diferite răspunsuri spectrale de tip LANDSAT.

Contextul distructiv în care se află siturile arheologice este specific fiecărui areal în parte, iar gradul de degradare ține de: forma de relief pe care o ocupă, procesele geomorfologice actuale, amplitudinea verticală și distribuția orizontală, vechimea materialului arheologic și tipologia sitului, gradul de intervenție antropică ș.a. Astfel, se pot delimita două categorii de procese care duc la degradarea patrimoniului cultural imobil: procese erozionale naturale și intervențiile antropice.

În categoria factorilor naturali includem: eroziunea în suprafață, eroziunea în adâncime și procesele gravitaționale de versant. Eroziunea în suprafață reprezintă fenomenul de natură mecanică de dizlocare a particulelor de material solid, sub impactul picăturilor de ploaie și al șiroirii apei pe suprafața terenului. Eroziunea în adâncime reprezintă o concentrare a scurgerii lichidelor pe suprafața topografică ce duce la formarea unor organisme intruzive. În această categorie includem: rețeaua potențială de drenaj, albiile de râu, ravenele și malurile active. În cazul proceselor gravitaționale de versant, potențialul distructiv cel mai mare îl dețin alunecările de teren și complexe de alunecare (Fig. 10 – Harta proceselor geomorfologice actuale).

Intervențiile antropice la nivelul arealelor care dețin material arheologic sunt diverse și de obicei au legătură cu amplasarea așezărilor omenești, practicarea agriculturii sau exploatarea resurselor naturale (Fig. 10 – Harta reliefului antropic). Pe lângă acestea, activitatea societății umane potențează și activitatea erozională naturală prin practicarea unor metode selective de extragere a materialului arheologic, excavațiile rămase neacoperite comportându-se ca microforme negative de relief care la rândul lor intensifică activitatea erozională în interiorul siturilor.

Extragerea informațiilor spațiale și interpolarea cumulativă a stratelor tematice în mediu GIS poate reprezenta o metodă eficientă de evaluare a stadiului actual al degradării acestora și de percepere a riscului distrugerii unui inventar arheologic valoros. De asemenea, harta presiunilor hidrogeomorfologice și antropice la care sunt supuse arealele care dețin vestigii de natură arheologică poate fi folosită în cuantificarea vulnerabilității acestora și poate sta la baza demersurilor de salvare sau conservare în context natural al patrimoniului cultural imobil.



V. DISEMINARE. VIZIBILITATE NAȚIONALĂ ȘI INTERNAȚIONALĂ

Site-ul proiectului *PROSPECT* a fost în mod continuu actualizat cu toate informațiile importante privind, îndeosebi, implementarea activităților etapizate ale proiectului și creșterea vizibilității internaționale. Majoritatea membrilor proiectului au participat la nu mai puțin de 9 manifestări științifice naționale și 11 internaționale.

De asemenea, la nivelul publicațiilor științifice apărute în cadrul grantului putem menționa o carte aflată, la momentul raportării, sub tipar la prestigioasa editură **Springer**, un articol publicat la o revistă indexată **ISI** (factor de impact 0,734), trei lucrări apărute în volume ale unor conferințe, aflate în curs de indexare ISI, precum și mai multe articole ce figurează în baze de date internaționale (5) sau capitole de cărți apărute la edituri clasificate cel puțin categoria B (2).

Doi dintre membrii proiectului au participat la stagii de specializare sau instruire în străinătate (Anexa III/1, 2), lucru extrem de necesar în contextul unei nevoi continue de îmbunătățire a bazei logistice de cercetare, prin achiziții de echipamente de ultimă generație, care să poată susține ferm direcțiile inovatoare de cercetare asumate.



Bibliografie

- Irina Oberländer-Târnoveanu, Carmen Bem, *România: un viitor pentru trecut. Fotografii aeriene în repertorierea siturilor arheologice*, în: *Arheologie aeriană în România și în Europa*, (eds. Rog Palmer, Irina Oberländer-Târnoveanu, Carmen Bem), CIMEC-Institutul de memorie culturală, 2009, București.
- Rog Palmer, *Implicații ale arheologiei aeriene pentru arheologia din România*, în: *Arheologie aeriană în România și în Europa*, (eds. Rog Palmer, Irina Oberländer-Târnoveanu, Carmen Bem), CIMEC-Institutul de memorie culturală, 2009, București.
- Radu Gabriel Pîrnău, Cristian-Valeriu Patriche, Ionuț Vasiliniuc, Bogdan Roșca, Andrei Asăndulesei, *Spatial variability of soils properties in areas affected by prehistoric human occupation*, 15th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2015, Conference Proceedings, Volume II, Soils, forest ecosystems, Marine and Ocean Ecosystems, p 325-332, DOI: 10.5593/sgem2015B32.
- Radu Gabriel Pîrnău, Bogdan Roșca, Cristian Valeriu Patriche, Ionuț Vasiliniuc, Andrei Asăndulesei, George Bodi, Daniel Curea, *Utilizarea datelor arheologice în cercetarea solurilor din Podișul Moldovei*, comunicare- Zilele Academice Clujene, Cluj-Napoca, 13-15 mai 2015.
- Patriche Cristian Valeriu, Pîrnău Radu Gabriel, Roșca Bogdan, Vasiliniuc Ionuț, *Rezultate preliminare privind utilizarea datelor spațiale pedologice pentru estimarea probabilității prezenței siturilor arheologice*, comunicare - Simpozionul Factori și Procese Pedogenetice din Zona Temperată, ediția XXI, organizat în cadrul celei de-a XXI -a Conferințe Naționale de Știința Solului, cu participare internațională, Timișoara, 23 august – 29 august 2015, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului „Regele Mihai I al României” din Timișoara.
- Radu Gabriel Pîrnău, Cristian Valeriu Patriche, Bogdan Roșca, Constantin Rusu, Ionuț Vasiliniuc, Daniel Curea, George Bodi, Alexandru Gafincu, *Cercetări pedo-arheologice privind formarea și evoluția faeziomurilor din Podișul Sucevei*, comunicare - Simpozionul Factori și Procese Pedogenetice din Zona Temperată, ediția XXI, organizat în cadrul celei de-a XXI -a Conferințe Naționale de Știința Solului, cu participare internațională, Timișoara, 23 august – 29 august 2015, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului „Regele Mihai I al României” din Timișoara.
- Pîrnău Radu Gabriel, George Bodi, Cristian Valeriu Patriche, Bogdan Roșca, Ionuț Vasiliniuc, Alin Mihu-Pintilie, *Soil chemical signatures of prehistoric human occupation in Bahluiet basin, in north-eastern Romania*, comunicare - Lucrările Seminarului Geografic Internațional „Dimitrie Cantemir” Ediția a XXXV-a, 16 -18 octombrie 2015, Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Geografie și Geologie, Departamentul de Geografie, Iași 2015.
- Radu Gabriel Pîrnău, *Considerații privind implicațiile pedogenetice ale cercetării solurilor în context arheologic*, comunicare - Simpozionul anual de Geografie, Zilele Academice Iașene, ediția XXX-a, 8 octombrie 2015.
- Irwin Scollar, Alain Tabbagh, Albert Hesse, Irmela Herzog, *Archaeological prospecting and remote sensing*, 1990, Cambridge.