



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 III-a, 01 ianuarie-31 decembrie 2016

Cuprins

I. INTRODUCERE	2
II. REZUMATUL ETAPEI.....	2
III. ÎNDEPLINIREA OBIECTIVELOR ȘI REZULTATELE OBTINUTE	2
IV. DIRECȚII DE CERCETARE ABORDATE	2
IV.1. CARTOGRAFIEREA PRIN INTERMEDIUL DATELOR ALS (AIRBORNE LASER SCANNER)/LIDAR	3
IV.2. FOTOGRAFIA AERIANĂ OBLICĂ ȘI VERTICALĂ	4
IV.3. MĂSURĂTORILE GEOFIZICE	4
IV.4. EVALUAREA IMPACTULUI ANTROPIC ASUPRA PALEOMEDIULUI – ANALIZE DE SOL.....	5
IV.5. ANALIZA RISCURILOR HIDRO-GEOMORFOLOGICE ȘI A PRESIUNII ANTROPICE.....	9
<i>IV.5.1. Metode și tehnici.....</i>	<i>9</i>
IV.5.1.1. Situl arheologic Isaiia – Balta Popii.....	10
IV.6. ANALIZE ARHEBOTANICE	13
<i>IV.6.1. Material și metodă.....</i>	<i>13</i>
IV.6.1.1. Analiza palinologică	13
IV.6.1.2. Analiza fitolitelor	14
IV.6.1.2.a. Războieni-Dealul Mare - analiza fitolitelor	14
IV.6.1.2.b. Bălțați-Dealul Mândra - analiza fitolitelor	15
IV.7. DATARE RADIOCARBON.....	16
IV.8. INVESTIGAȚII CHIMICE.....	18
<i>IV.8.1. Partea experimentală</i>	<i>18</i>
IV.8.1.1. Tehnica de analiza – SEM-EDX	18
<i>IV.8.2. Rezultate și discuții.....</i>	<i>19</i>
<i>IV.8.3. Concluzii</i>	<i>21</i>
V. DISEMINARE, VIZIBILITATE NAȚIONALĂ ȘI INTERNAȚIONALĂ.....	21
BIBLIOGRAFIE	22



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 III-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 III-a, aferente intervalului 01 ianuarie-31 decembrie 2016, în special, definitivarea și punerea în aplicare a unui cadru metodologic specific activităților practice de cercetare nedistructivă și valorificarea rezultatelor în publicații științifice. După cum reiese și din rezultatele de etapă, principalele activități specifice obiectivelor generale au vizat următoarele direcții de cercetare:

- ✓ continuarea prospecțiunilor geofizice;
- ✓ efectuarea de fotografii aeriene oblice și verticale;
- ✓ analiza și interpretarea datelor obținute ținând cont de rezultatele datărilor absolute;
- ✓ continuarea activităților cu privire la clasificarea riscurilor și elaborarea prognozelor privind rata de degradare a siturilor;
- ✓ valorificarea informațiilor provenite din investigațiile nedistructive;
- ✓ caracterizarea relației om–mediu pe baza interpretării combinate a datelor arheologice, pedologice și arheobotanice, în mediu GIS;
- ✓ elaborarea unui model funcțional de cercetare aplicată, destinat așezărilor preistorice, prin intermediul metodelor non-invazive;
- ✓ diseminare.

III. ÎNDEPLINIREA OBIECTIVELOR ȘI REZULTATELE OBȚINUTE

Obiectivele propuse și activitățile aferente acestei etape au fost îndeplinite în totalitate.

În cursul anului 2016 s-au finalizat, pe de o parte, unele cercetări începute în anul precedent și, pe de alta, 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 2016 au fost publicate sau prezentate la diferite manifestări științifice internaționale și naționale (Anexa 1). 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. 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.

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.

IV.1. Cartografierea prin intermediul datelor ALS (Airborne Laser Scanner)/LiDAR

Obținerea unui model numeric al terenului detaliat pentru un sit arheologic constituie o activitate necesară și obligatorie în cadrul unui demers ce are ca scop principal cartarea și reprezentarea structurilor arheologice. Acesta furnizează indicii importante cu privire la micro-topografia arealului studiat, la scară locală, mult mai detaliat decât hărțile și planurile topografice oferind, totodată, posibilitatea creionării unei imagini clare asupra locului pe care comunitățile preistorice s-au așezat. Pentru proiectul nostru, modelul numeric a fost derivat din datele ALS¹, corectate altimetric, cu rezoluția de 0.5 m/pixel (fig. 1). Acesta a adus o contribuție esențială la calcularea parametrilor geomorfologici (hipsometrie, pante) ai zonei proxime siturilor și la identificarea anomaliilor culturale vizibile pe suprafața acestora. Datele LiDAR au fost utilizate, cu precădere, pentru identificarea riscurilor naturale și antropice ce afectează forma de relief pe care este amplasată așezarea.

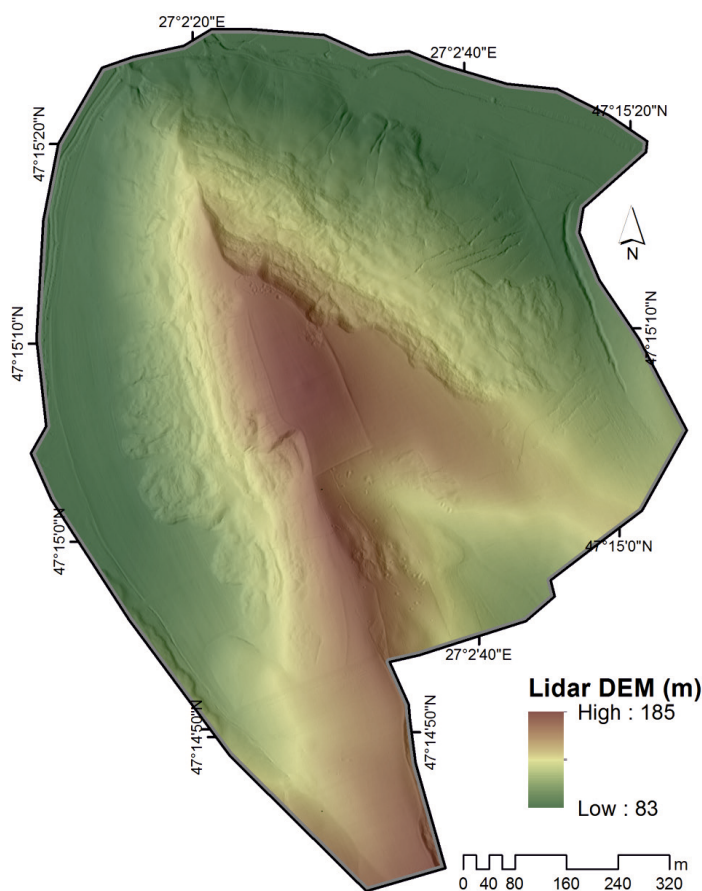


Figura 1. Model numeric al terenului aferent sitului Războieni, Dealul Mare, obținut prin prelucrarea datelor LiDAR.

¹ Mulțumim pe această cale Administrației Bazinale de Apă Prut-Bârlad din cadrul Administrației Naționale „Apele Române” pentru punerea la dispoziție a datelor LiDAR.



IV.2. Fotografia aeriană oblică și verticală

Fotografia aeriană reprezintă una dintre cele mai utilizate, dar în același timp și una dintre cele mai eficiente metode de prospectare în arheologie. Este utilizată, cu predilecție, pentru identificarea unor noi situri arheologice, însă nu trebuie neglijat rolul important pe care-l are în celelalte etape ale cercetării, cum ar fi cea de documentare, monitorizare sau interpretare. Structurile arheologice pot apărea pe suprafața solului sub forma unor indicatori cromatici (crop marks, soil marks, shadow marks, snow marks), în special, datorită gradului de umiditate și temperatura ce caracterizează anomalia.

Pentru studiile noastre de caz au fost consultate, mai întâi, diferite ediții ale ortofotoplanurilor (ed. 2005, ed. 2008). Deoarece rezoluția acestora este de doar 5 m/pixel, au fost efectuate mai multe zboruri cu un avion de mici dimensiuni (fig. 2a). Au fost realizate, în diferite momente ale zilei și de la altitudini diverse, peste 600 de fotografii pentru mai multe situri preistorice.

Pe lângă zborurile menționate mai sus, au mai fost întreprinse survoluri cu ajutorul unui octocopter (fig. 2b). Utilizând o cameră Cannon 5D Mark III dotată cu un obiectiv de 24 mm s-au obținut mai mult de 500 de fotografii color, oblice și verticale, care ulterior au fost procesate cu ajutorul unui soft specializat (PhotoScan) (fig. 2c). Bazându-ne pe tehnica *structure from motion*, cele verticale au fost utilizate la întocmirea unor imagini ortorectificate de mare rezoluție, a unor modele tridimensionale și a unor modele ale suprafeței (DSM) procesate, clasificate și transformate, ulterior, în modele numerice ale terenului (DTM), cu o rezoluție de 5 cm/pixel. Acestea au fost raportate la sistemul național de referință (Stereografic 1970) prin intermediul mai multor puncte fixe de la sol, măsurate cu GPS-ul diferențial.



Figura 2. A - Avion de mici dimensiuni; B - octocopter; C - dispunerea fotografiilor verticale.

IV.3. Măsurătorile geofizice

Prospecțiunile geofizice non-invazive au fost continuate și pe parcursul acestei etape. Au fost finalizate suprafețele, inițial inaccesibile, pentru unele studii de caz începute în cadrul etapei anterioare (Ripiceni, *Holm*, jud. Botoșani, Războieni, *Dealul Mare*, jud. Iași, Tăcuta, *Dealul Miclea*, jud. Vaslui) (fig. 3) și au fost măsurate alte noi stațiuni arheologice de interes pentru proiectul nostru (ex. Cotnari, *Cătălina*). Aspectele metodologice includ, cu precădere, utilizarea magnetometriei fluxgate alături de măsurători punctuale de rezistivitate electrică sau GPR. Accentul a fost pus pe identificarea tipurilor de organizare internă pentru siturile preistorice prospectate și interpretarea funcțională a caracteristicilor culturale detectate. Interpretarea s-a făcut asociat, prin relaționarea datelor geofizice cu cele morfometrice, arheobotanice, pedologice sau datele radiocarbon. Rezultatele obținute sunt, din nou, inedite și promițătoare, argumentând aplicarea la scară largă a modelului de cercetare non-invazivă creionat și testat de echipa proiectului.



Figura 3. Situl arheologic cucutenian Tăcuta, Dealul Miclea – Harta magnetometrică suprapusă peste o imagine aeriană oblică.

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

Activitățile desfășurate în anul 2016 au vizat cercetarea geoarheologică a unor situri arheologice din bazinul hidrografic Bahluiet, care se situează din punct de vedere cronologic în intervalul cuprins între epoca bronzului și sfârșitul primei epoci a fierului (Hallstatt). Principalele activități au constat în inventarierea tumulilor din acest areal, realizarea unei baze de date cu elementele constructive și spațiale ale acestora, caracterizarea solurilor din proximitatea tumulilor și analiza parametrilor fizico-chimici și morfologici ai solurilor ce pot fi utilizați pentru identificarea așezărilor din epoca bronzului sau pentru încadrarea cronologică a siturilor cu vârstă incertă. De asemenea, au fost testate o serie de metode statistice (analiza varianței, regresia logistică) pentru identificarea și cuantificarea legăturilor dintre datele spațiale pedologice (grosimea solului, conținut de materie organică, fosfor mobil, potasiu mobil, fracțiuni granulometrice) și cele arheologice. Totodată, a fost analizată variabilitatea spațială a movilelor funerare în raport cu unele componentele ale mediului natural, analiză, care poate oferi informații importante pentru reconstituirea paleomediului în lipsa unei cercetări arheologice prin săpătură.

Pentru inventarierea tumulilor din bazinul hidrografic Bahluiet au fost utilizate diverse surse de date (LIDAR, MNT, fotografii aeriene, planuri topografice), care au permis identificarea și cartografierea a 190 de tumuli în arealul respectiv (fig. 4). Pentru fiecare tumul au fost înregistrate diferite atribute, cum ar fi: coordonatele geografice, înălțimea, diametrul, suprafața, perimetrul, volumul ș.a. O altă serie de date au fost cele privind componentele cadrului natural: forma și tipul de relief pe care se află situat fiecare tumul, panta terenului, expoziția, tipul de sol etc.

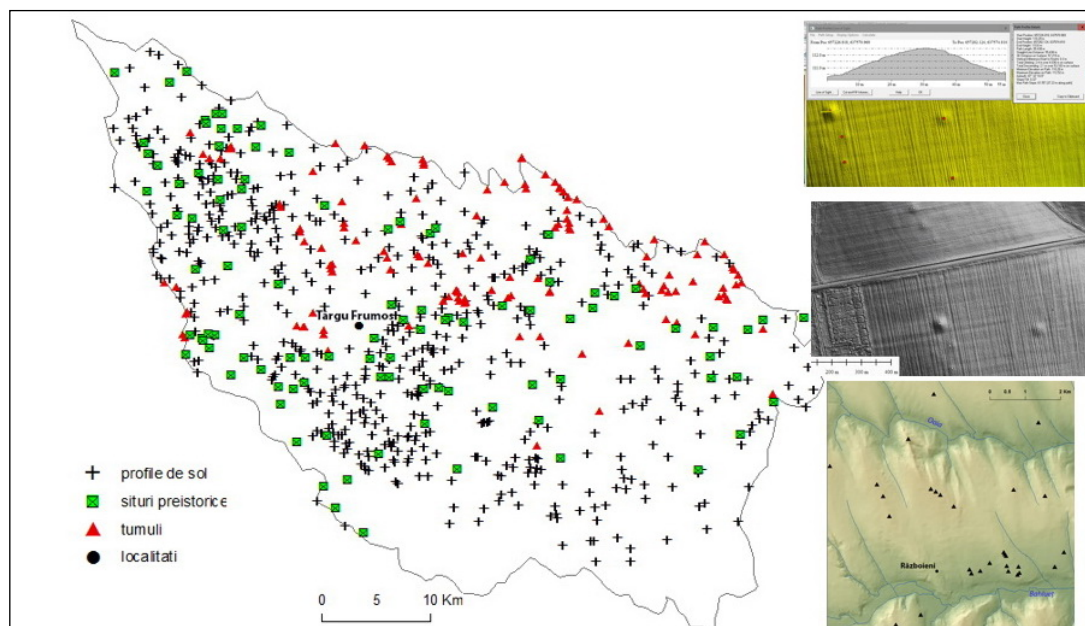


Figura 4. Harta distribuției tumulilor din bazinul hidrografic Bahluieț

De asemenea, plecând de la considerentul că, pe de o parte, așezările specifice epocii bronzului erau de mici dimensiuni și de scurtă durată, ceea ce face dificilă identificarea acestora în prezent, dar că, pe de altă parte, există o corelație între locația siturilor arheologice și anumite proprietăți ale solului, am încercat să identificăm posibilele locații ale așezărilor în proximitatea unor areale cu o densitate mare de tumuli prin realizarea unor hărți privind distribuția spațială a parametrilor potențial indicatori ai prezenței siturilor arheologice (date obținute din studii pedologice realizate la scara 1:10.000). Un exemplu în acest sens este redat în figura 5.

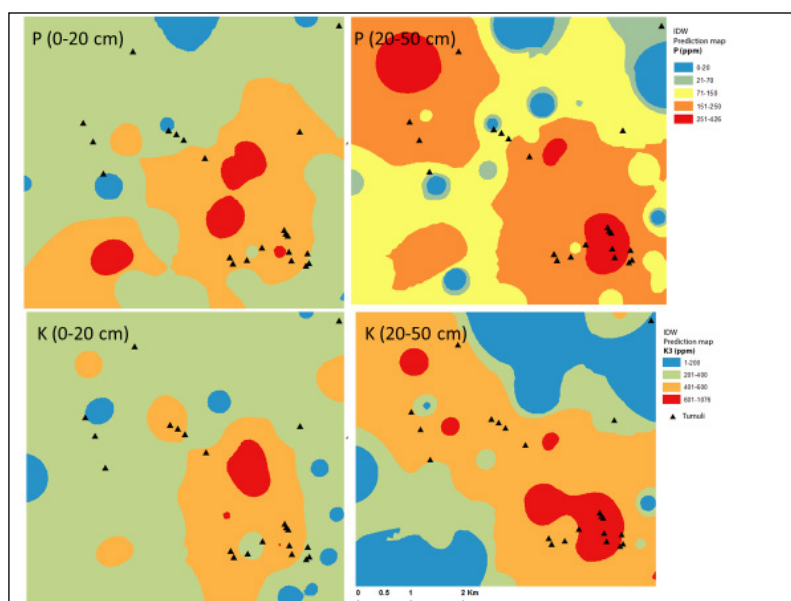


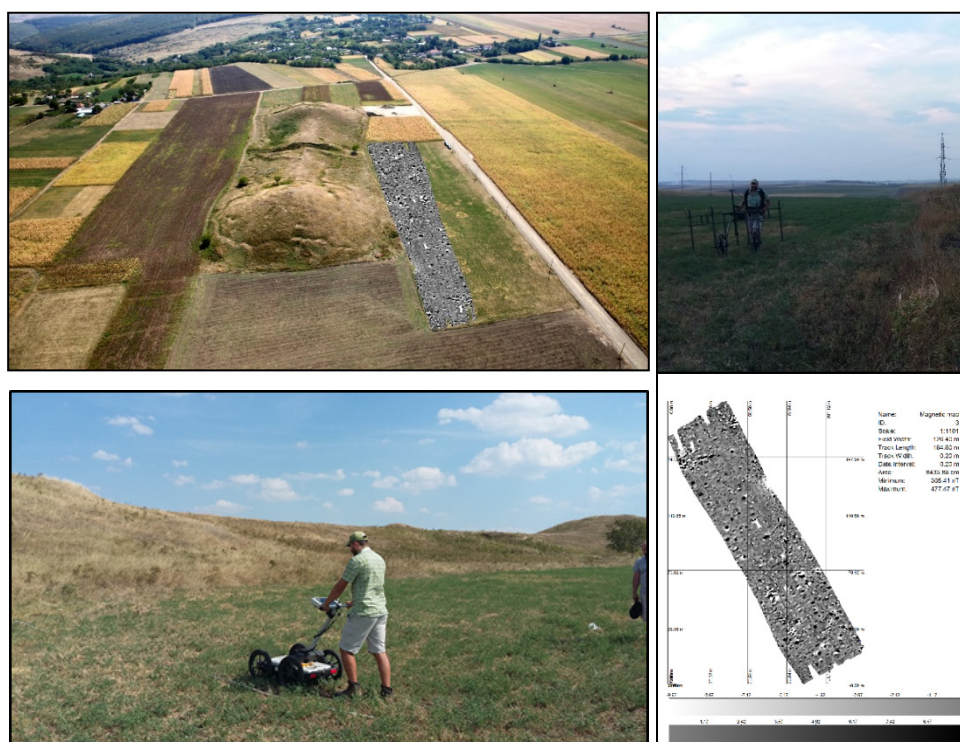
Figura 5. Distribuția fosforului și potasiului mobil la est de localitatea Bălțați

Concentrațiile ridicate ale fosforului (200-400 ppm) și ale potasiului mobil (600-1400 ppm) în proximitatea tumulilor pot fi explicate, cel puțin parțial, prin prezența unor așezări (de tip „cenușar”), ipoteză ce urmează să fie verificată în următoarea etapă a proiectului cu ajutorul investigațiilor geofizice.



În cadrul cercetărilor efectuate în acest an, o atenție deosebită a fost acordată complexului tumular de la Movileni (comuna Heleșteni, județul Iași). Complexul, parțial cercetat de N. Ursulescu în anul 2001 prin realizarea unui sondaj de informare, este format din două movile uriașe, legate între ele printr-un val de dimensiuni impresionante. Axul lung al complexului este orientat NNV-SSE. După cât se pare, pământul a fost extras, în mare măsură, din zona înconjurătoare, deoarece atât spre est, cât și spre vest de complex se observă largi alveolări (Ursulescu *et alii*, 2002, p. 209-211).

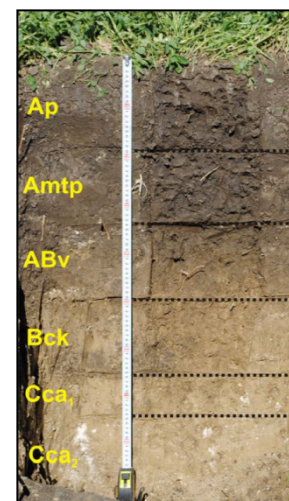
Prospecțiunile geofizice și pedologice realizate în anul 2016, care au vizat complexul tumular, au avut ca scop obținerea unor informații preliminare, urmând ca în următoarea etapă a proiectului să fie realizate și câteva sondaje arheologice (fig. 6).



Figură 6 Complexul tumular de la Movileni. Prospecțiuni geofizice

Cercetările pedologice au constat în realizarea unor profile de sol și sondaje pedologice în microdepresiunile antropice situate la est și vest față de complexul tumular, formate ca urmare a decopertării solului în vederea construirii celor două movile și a valului (fig. 7). Astfel, a putut fi delimitat arealul din jurul movilelor afectat de decopertare în momentul construirii acestora (circa 8 ha), a fost stabilită adâncimea până la care solul a fost decopertat (50 cm) și au fost analizate caracteristicile solului format în aceste microdepresiuni.

Analizele fizico-chimice efectuate pe probe de sol prelevate din proximitatea complexului tumular, corelate cu morfologia profilului de sol evidențiază tendința de revenire spre un sol zonal, de tipul faeoziomului cambic, care este tipul reprezentativ de sol pentru șaua Ruginoasa-Strunga: conținut ridicat de humus (inclusiv



Figură 7. Profil de sol în proximitatea tumulului nordic de la Movileni



prin coluviere de pe tumul), apariția unui orizont Bv incipient și prezența carbonaților de la 50 cm adâncime.

Tabelul 1. Proprietăți chimice ale profilului de sol de la Movileni

Orizont	Adâncime (cm)	CaCO ₃	Humus	Ntot	C/N	SB	Ah	T	VAh	PAL	PAL*	KAL
		%	%	%		me/100 g sol			%	mg*kg ⁻¹		
Ap	0-19	-	4.16	0.224	10.77	19.9	3.06	22.96	86.7	28	26	209
Amp	19-34	-	3.02	0.133	13.17	21.1	2.98	24.08	87.6	17	16	225
ABv	34-50	-	2.25	0.121	10.78	24.8	0.75	25.6	97.1	18	14	219
BCK	50-65	10.75								20	7	158
Cca1	65-74	14.35										
Cca2	74-100	12.79										

Din păcate, în lipsa săpăturilor arheologice sistematice, datarea acestui complex nu este deocamdată stabilită cu certitudine. Cercetările preliminare asupra valului care unește cei doi tumuli, coordonate de N. Ursulescu în anul 2001, ne oferă însă unele informații în acest sens. Astfel, descoperirea în ultimul strat al valului a unor fragmente ceramice răzlețe, care par să provină dintr-o așezare de tip *Noua*, ne indică faptul că perioada bronzului târziu ar fi o limită cronologică *ante quem* pentru complex. Deosebit de interesant este un fragment din gura unei amfore grecești, de culoare roșie, pe care se păstrează și urma torții rupte. S-ar putea ca acest fragment să provină dintr-o așezare getică aproximativ contemporană cu momentul ridicării complexului. Facem această observație, deoarece la circa 2,5 km spre sud-est, la Crivești (com. Strunga, jud. Iași), există o cetate din Hallstatt-ul târziu (RAI Iași, II, 1985, p. 380, punct LXXI.3.H, nr. 14; Ursulescu *et alii*, 2002).

O încadrare cronologică a complexului tumular de la Movileni, deși relativă, se poate obține analizând propriile date pedologice prin analogie cu cele din literatura de specialitate referitoare la ritmul de formare a solului estimat pe baza cercetării solurilor din situri arheologice preistorice. Pentru exemplificare, amintim aici cercetările complexe în situri neolitice, efectuate sub conducerea lui C. Mateescu la Măriuța, în câmpia Mostiștei și la Vădastra, în câmpia Romanaților, care au arătat că materialul eolian a fost integrat continuu în solul ce acoperă materialul arheologic neolitic într-o perioadă de 5500 de ani și respectiv 6250 ani (datare cu ¹⁴C, Gumelnița A II, 3500 ani a. Chr. și Vădastra II, 4260 ± 80 ani a. Chr.), deci ritmul mediu de formare a solului a fost în medie de **2-3 cm/secol** (Mateescu și Protopopescu-Pache, 1969; Mateescu, 1971). De asemenea, cercetările efectuate în Câmpia Română de I. Munteanu (1997) arată că rata depunerii loessului (acreției eoliene) a fost de 0,6-1 cm pe secol, crescând la 1,5-2,1 în holocen, pentru ca în ultimii 2.500 de ani să fie de **2,1 cm pe secol**. Cercetările efectuate de V. Boroneanț (1992) în situl arheologic de la Chitila (lângă București), au arătat că din perioada dacică până în prezent orizontul humifer al solului a crescut (s-a înălțat) cu 20-25 cm (prin acreție eoliană integrată solului), rezultând astfel o rată medie de formare a solului de **2,1-2,3 cm/ secol** (Asvadurov *et al.*, 2002). Studiile arheologice ale lui G. Cantacuzino și S. Morintz (1968) efectuate în așezarea neolitică de la Cernica, au oferit rezultate similare, respectiv un ritm de acumulare mediu de circa **2 cm/secol**.

Astfel, în cazul complexului tumular de la Movileni, dacă ne raportăm la o rată de formare a solului de aproximativ 2 cm/secol stabilită de autorii citați mai sus în diferite contexte arheologice și cunoscând faptul că grosimea totală a orizonturilor de sol formate după decopertare este de 50 cm, rezultă că edificarea tumulilor a avut loc în urmă cu cel puțin 2500-2600 de ani, fapt care ne oferă o încadrare probabilă a acestui complex în Hallstatt-ul târziu.



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

Conservarea patrimoniului cultural și material imobil reprezintă un demers științific complex și implică mai multe direcții de cercetare. Evaluarea eroziunii și identificarea agenților modelatori, care dețin un potențial distructiv asupra siturilor arheologice urmărește descrierea contextului morfologic, contextul protectiv al matricei naturale de conservare (sol-vegetație) 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. Dintre aceștia, panta influențează în mod hotărâtor procesele de eroziune, atât prin reglarea raportului scurgere/infiltrație, cât și prin potențarea progresivă a pluviudenudării sau a modificării scurgerii lichide. 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 este utilizat ca indicator predictiv pentru apariția proceselor de versant tipice frunților de cuestă din Podișului Moldovei (expoziție est-vest).

Analiza datelor geo-spațiale sub formă de strate tematice în mediu GIS pot reprezenta o metodă eficientă de evaluare a stadiului actual al degradării siturilor arheologice și de percepere a riscului distrugerii unui inventar cultural și material valoros. Harta presiunilor hidro-geomorfologice 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 și/sau conservare în context natural.

IV.5.1. Metode și tehnici

Strate tematice GIS au ca suport 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 (Stația totală Leica TCR 1200; Sistem GPS Leica 1200), scara de analiză morfologică a permis extragerea detaliată a următorilor parametri: elevația terenului, panta și expoziția 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.

Pentru analiza stratului natural de conservare a sitului a fost identificată textura solului, tipul de vegetație și utilizarea terenului. Stratele vectoriale au fost digitalizate în soft-ul TNTMips, pe baza hărților de sol. Gradul de erodabilitate a solului a fost determinat pe baza metodologiei standard utilizată pentru analiza indicilor ecopedologici. Pentru digitizarea utilizării terenului au fost folosite ca suport ortofotoplanurile executate după zborurile aeriene din 2006 și 2012. Stratele tematice rezultate (Gradul de erodabilitate a solului; Indicele de erodabilitate) au fost rasterizate prin interpolarea stratelor vectoriale.

Pentru descrierea contextului distructiv al siturilor arheologice au fost cartografiate următoarele procese geomorfologice: eroziunea de suprafață și lineară, alunecările de teren, procesele gravitaționale de versant și intervenții antropice (tranșee militare, cratere, excavații pentru exploatarea lutului, excavații arheologice). Pentru cartografierea acestor procese s-au folosit: ortofotoplanurile executate după zborurile aeriene din 2006 și 2012, modelul digital al terenului realizat pe baza



tehnologiei de tip LiDAR (DTM - 0.25 m²/pixel). Stratele tematice rezultate au fost rasterizate prin interpolarea stratelor vectoriale.

Pentru realizarea hărților de risc într-un sistem unitar s-a acordat un punctaj pentru fiecare indicator, cu scoruri între 0-5 (0 = nul; 1 = degradare inexistentă; 2 = degradare scăzută; 3 = degradare medie; 4 = degradare ridicată; 5 = degradare foarte ridicată).

IV.5.1.1. Situl arheologic Isaiia – Balta Popii

Coordonate fizico-geografice: Lat. 46° 57' 07.8'' N / Long. 28° 01' 56.7'' E

Altitudinea absolută: 32.5 – 36.5 m

Încadrarea administrativ-teritorială: Jud. Iași; Com. Răducăneni (sectorul ESE); cca. 1.27 km NNV față de limita Com. Gorban (Jud. Iași) și cca. 1.61 km SV față de limita Com. Grozești (Jud. Iași); cca. 2.7 km NE față de localitatea Isaiia (Com. Răducăneni) și cca. 2.9 km N față de localitatea Zberoaia (Com. Gorban).

Repere hidrografice: Bazinul inferior al pârâului Cozia (XIII_1.16.1) - afluent de stânga al pârâului Bohotin (XIII_1.16) - afluent de dreapta al Jijiei (XIII_1.15) - afluent de dreapta al râului Prut (XIII_1); cca. 100 m V față de cursul pârâului Cozia, cca. 1.67 km V față de cursul Jijiei, respectiv cca. 4.42 km V față de cursul râului Prut; cca. 4 km NNV față de confluența pârâului Cozia cu pârâul Bohotin.

Repere orografice: Culmea Crasnei - ID 170 - XIICa_0.2_0.2.3 - sectorul NE / Culoarul Prutului - ID 161 - XIIB_0.3 - sectorul central-S; Dealurile Comarna-Răducăneni (Fața Prutului: Coasta Ochiului – Pădurea Curățitura – Balta Popii); cca. 1.05 km NNE față de Dl. Zamotic (alt. 165.1 m), cca. 1.48 km E față de Dl. Surpa (alt. 180.6 m), cca. 2.82 km SSE față de Dl. Pădurea Marmurii (alt. 192.6 m) (Tab.2; fig.8).

Tabelul 2. Principalele caracteristici fizico-geografice și repere arheologice Isaiia – Balta Popii

Cod hartă	Numele sitului	Vârsta (perioada istorică)	Lat. N	Long. E	Tip de sit	Suprafața relativă (m ²)	Perimetrul (m)
1.	Isaiia – Balta Popii	Precucuteni II	46°57'09''	28°01'55''	Așezare civilă	8,137.49	353.59

Situl arheologic Isaiia-Balta Popii este amplasat în sectorul est-sud-estic al comunei Răducăneni din județul Iași (estul României), la cca. 1.27 km nord-nord-vest față de limita comunei Gorban (jud. Iași) și cca. 1.61 km sud-vest față de limita comunei Grozești (jud. Iași). Cele mai apropiate localități sunt: Isaiia (com. Răducăneni) - cca. 2.7 km nord-est; Zberoaia (com. Gorban) - cca. 2.9 km nord.

Din punct de vedere geografic, situl se află la contactul dintre Podișul Central Moldovenesc (Unitatea - Culmea Crasnei; Subunitatea: Dealurile Comarna – Răducăneni) și Culoarul Prutului (Lunca comună Cozia – Jijia – Prut). În linii mari, limita vestică și sud-vestică este dată de aliniamentul Dl. Zamotic (alt. 165.1 m) – Dl. Surpa (alt. 180.6 m), ceea ce constituie *Fața Prutului* sau versantul estic al culmii interfluviale generată de cursurile Cozia – Jijia (la est) și Bohotin (la sud-vest). La sud, limita sitului o constituie albia torențială ce delimitează Coasta Ochiului de versantul Pădurea Curățitura. Limita estică este dată de lunca comună Cozia – Jijia – Prut, sectorul Gârla



Bucălarului – Balta Popii – Gârla Sărăturii. La nord, limita este indusă de un curs secundar ce izvorăște de sub Dl. Pădurea Marmurii (alt. 192.6 m) și debușează în pâraul Cozia (Fig.8).

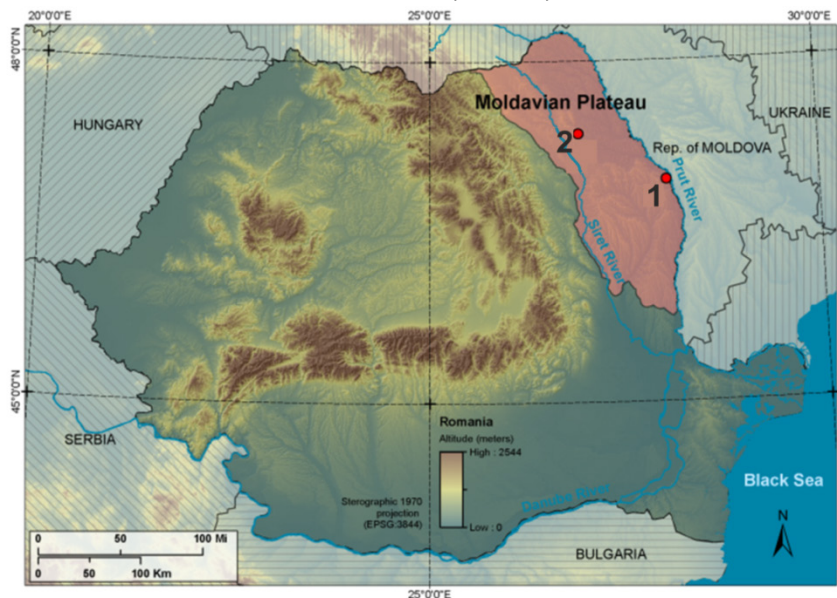


Figura 8. Amplasarea fizico-geografică a sitului arheologic Isaiia-Balta Popii în cadrul României (1)

Descrierea sitului:

Evoluția reliefului corespunde cu deplasarea succesivă a confluenței Jijia-Prut spre aval, pe direcția nord-sud, ceea ce a dus la formarea unei lunci comune pe o distanță de cca. 60 km. În acest context, paralelismul celor două cursuri de apă, separate doar de un grind longitudinal cu înălțimi reduse (cca. 0.5 – 1 m) a permis dezvoltarea unui șes aluvial de 4 – 5 km lățime, fragmentat de numeroase meandre și cursuri de apă părăsite, grinduri de dimensiuni mai reduse, bălți temporare și zone cu exces de umiditate. Ca rezultat al revărsărilor repetate ale Jijiei, la racordul dintre versantul drept și câmpia aluvială s-a format o treaptă de eroziune fluvială, pe unele sectoare încă activă, cu o amplitudine relativă de cca. 3 – 5 m. În prezent, datorită îndiguirilor efectuate ca măsură de protecție împotriva inundațiilor, scurgerea lichidă este asigurată doar de cursul pâraului Cozia pe direcția nord-vest – sud-est și de doi torenți laterali, tributari Coziei. Aceștia din urmă drenează așezarea Isaiia-Balta Popii pe direcția sud-vest – nord-est și dezvoltă o activitate erozională semnificativă în sezoanele cu excedent de precipitații (fig. 9).

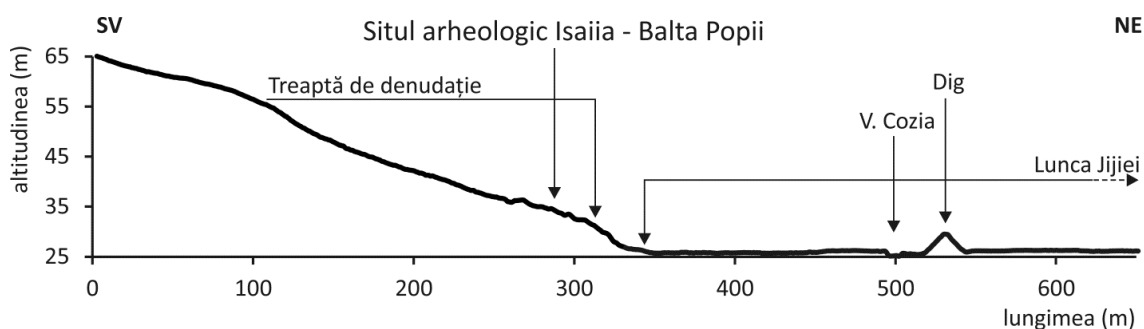


Figura 9. Profil transversal cu evidențierea poziției sitului arheologic Isaiia-Balta Popii



Versantul corespunzător arealului cercetat (Pădurea Curățitura – Dl. Surpa - alt. 180.6 m), prezintă un profil ușor convex și o morfologie complexă (lungime = 1.0 – 1.1 km; declivitatea max. = 55°, energie de relief = 140 m/km²; densitatea rețelei potențiale de drenaj = 1.5 – 2.0 km/km²). Partea superioară a culmii deține o energie de relief mai mare, indusă de prezența unor trepte litologice pleistocene. Acestea au fost deschise în placa de calcar oolitic basarabean, rocă ce susține pe considerente structural-petrografice culmile interfluviale din zonă. În prezent, desprinderile gravitaționale se prezintă sub forma unor cornișe înierbate sau stabilizate cu vegetație forestieră. De asemenea, materialele deluviale rulate pe versant și corpul unor alunecări de teren ce apar până în partea inferioară a culmii atestă o mai veche activitate a acestor procese. Cel mai probabil, materialele deluviale din prejma așezării au fost mobilizate gravitațional ante-locuire. Baza profilului se prezintă sub forma unui glacis ce face racordul cu șesul aluvial Cozia-Jijia unde, pe o microterasă corespunzătoare unei trepte fluvio-denudaționale, a fost descoperită așezarea de la Isaiia-Balta Popii (fig. 10). Aria în care apar materialele de natură arheologică deține o suprafață de cca. 1 ha și are o repartiție altitudinală cuprinsă între 30 – 40 m.

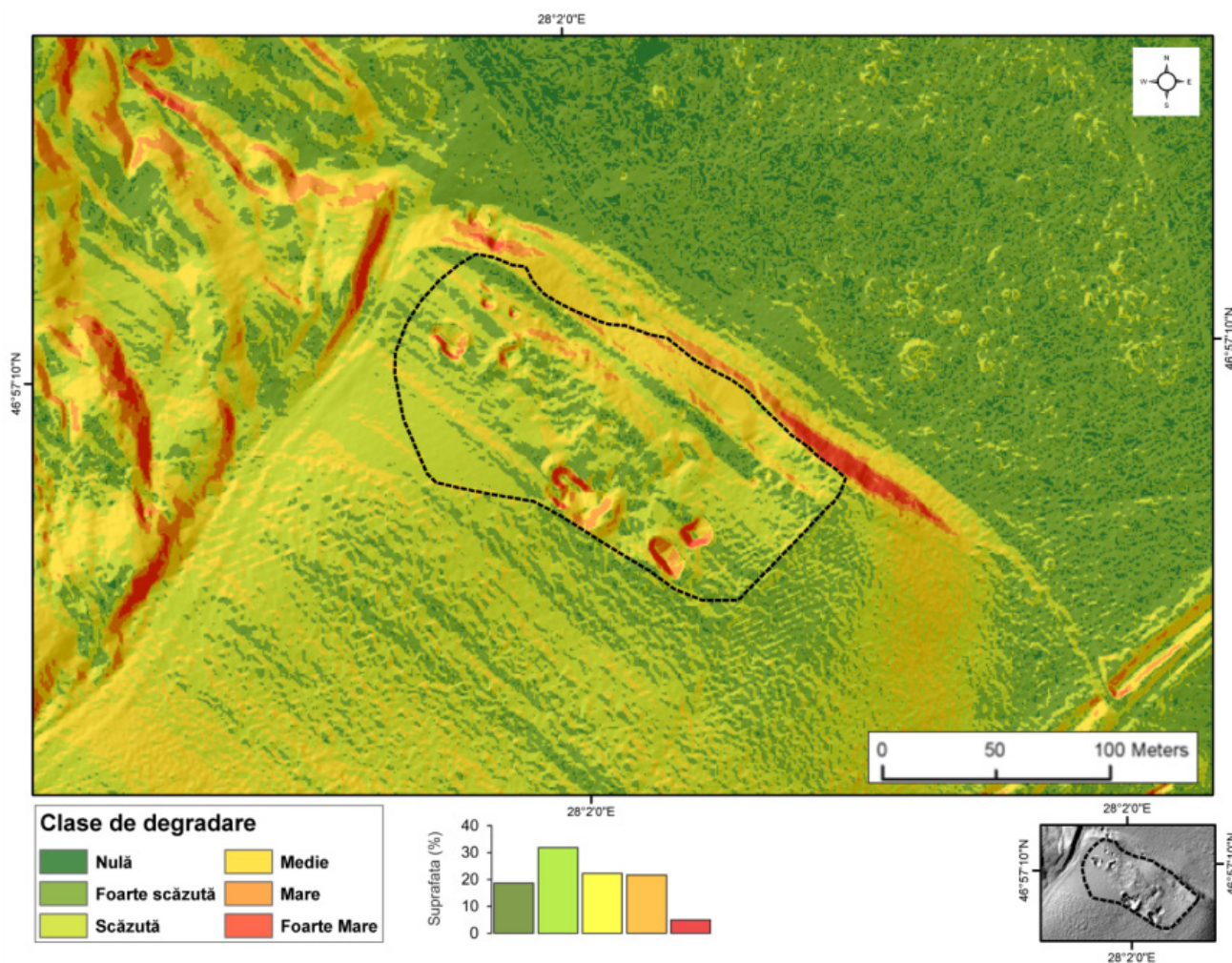


Figura 10. Harta riscurilor hidro-geomorfologice și a impactului antropic din aria sitului arheologic Isaiia – Balta Popii



IV.6. Analize arheobotanice

În cadrul proiectului au fost inițiate și analize arheobotanice (palinologie și studiul fitolitelor). Scopul acestora a fost de a obține informații despre paleomediul corespunzător zonei din care face parte fiecare sit luat în studiu. Aspecte privind compoziția floristică a covorului vegetal (arbori și arbuști, precum și plante erbacee) pot fi puse în evidență prin cercetările arheobotanice. De asemenea, informații ce se referă la diferite practici rituale ar putea fi evidențiate.

IV.6.1. Material și metodă

Activitățile de cercetare din anul 2016 s-au desfășurat atât pe teren, cât și în laboratorul de Arheobotanică din cadrul Facultății de Biologie - Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași. Mai multe probe punctuale au fost prelevate din situl de la Isaiia-Balta Popii, din situl de la Războieni-Dealul Mare, respectiv din situl de la Bălțați-Dealul Mândra.

Eșantioanele palinologice au fost tratate cu acid clorhidric (35%), hidroxid de sodiu (10%), acid fluorhidric (40%), clorură de zinc și au fost supuse acetolizei (8 minute). Preparatele palinologice au fost montate și ulterior analizate la microscopul optic. S-a realizat simultan analiza calitativă (determinarea fiecărui grăuncior de polen) și analiza cantitativă (numărarea grăuncioarelor de polen pentru fiecare eșantion). Grăuncioarele de polen au fost determinate cu ajutorul determinatoarelor (Beug H.-J., 2004; Reille M., 1995), dar și cu ajutorul colecției de referință din cadrul laboratorului.

Fitolitele au fost extrase prin aplicarea unui protocol standard, fiind tratate cu acid clorhidric (35%), apă oxigenată, hexametafosfat de sodiu, polytungstat de sodiu. Nomenclatura a fost cea adoptată pe plan internațional (ICPN, 2005). Toate preparatele au fost observate la microscopul optic cu transmisie (x400).

IV.6.1.1. Analiza palinologică

Datele obținute din analiza unor eșantioane prelevate din situl de Isaiia-Balta Popii permit evidențierea unor aspecte ale paleomediului (fig. 11, 12). Arbori cu frunze căzătoare (*Quercus*, *Tilia*) erau prezenți în zonă. Este foarte probabil să fi existat o pădure, nu prea departe de sit. Grăuncioare de polen care provin de la taxoni spontani, dar și de la taxoni care ar fi putut fi cultivați, sunt prezente în cele două eșantioane (Fabaceae, Chenopodiaceae). Sunt prezenți taxoni indicatori de activitate antropo-zoogenă: *Plantago major/media* type, *Plantago lanceolata* type, *Rumex*, *Artemisia* etc. Specii din familia Chenopodiaceae pot indica în același timp activitate antropică, dar nu trebuie omis faptul că unii taxoni pot fi și indicatori ai salinității solului.

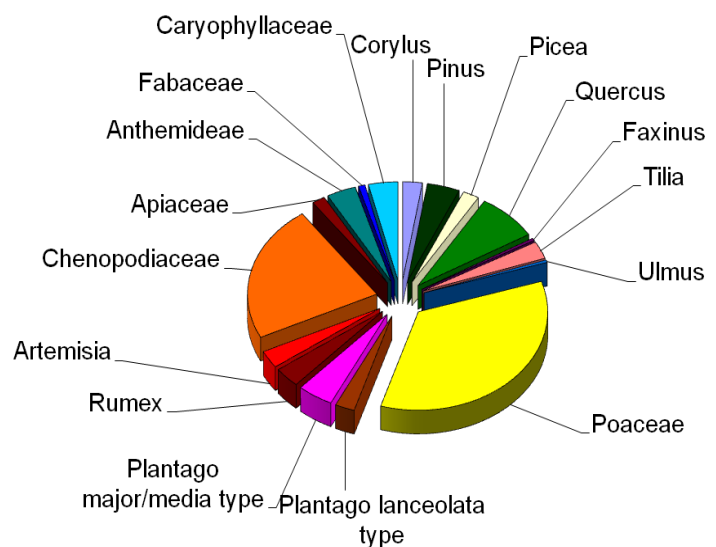


Figura 11. Analiza palinologică – vas – Isaiia-Balta Popii

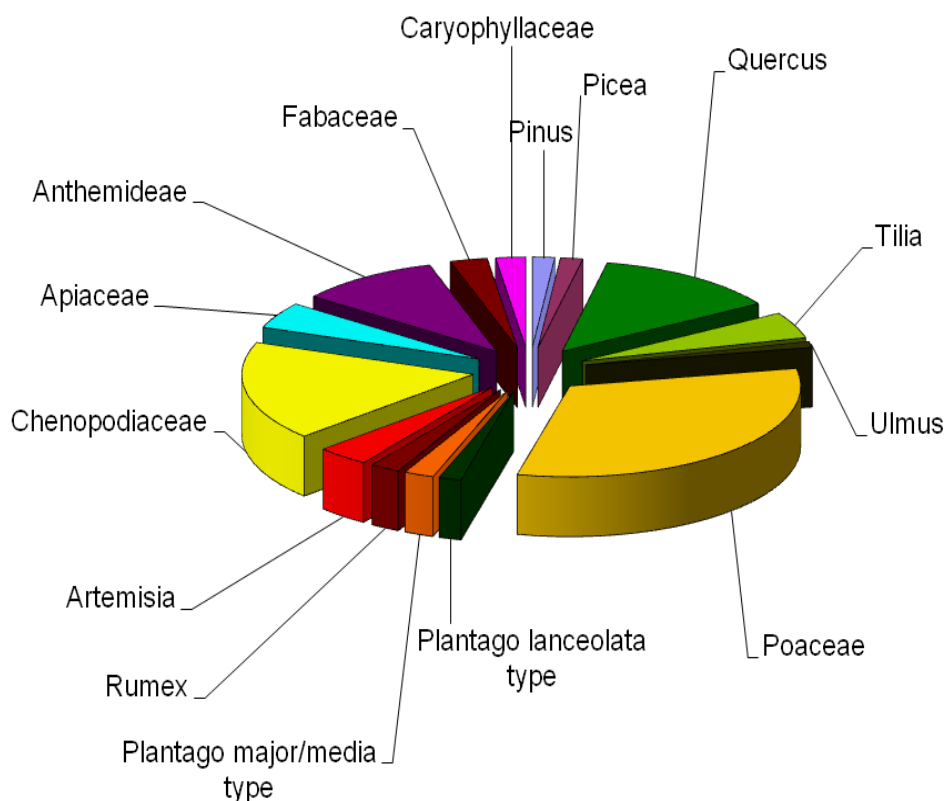


Figura 12. Analiza palinologică – strat cultural – Isaiia-Balta Popii

IV.6.1.2. Analiza fitolitelor

Rezultatele preliminare evidențiază faptul că în eșantioanele prelevate de la Războieni-Dealul Mare (fig. 13), respectiv din situl de la Bălțați-Dealul Mândra (fig. 14), fitolitele sunt abundente și foarte bine conservate.

IV.6.1.2.a. Războieni-Dealul Mare - analiza fitolitelor

Eșantionul conține 7 morfotipuri: conical (rondel și trapeziform), elongate, elongate dendritic, bilobate, polylobate, point-shaped.

Dominante sunt fitolitele de tip rondel și trapeziform. Astfel, dintre graminee, taxoni încadrați în familia Poaceae erau dominanți. Acestea sunt urmate de fitolitele de tip elongate, precum și de cele dendritice (elongate dendritic). În timp ce fitolitele elongate provin din celulele epidermice lungi ale gramineelor, fitolitele de tip dendritic provin din inflorescența gramineelor (de multe ori fiind vorba despre cereale).

Fitolitele de tip bilobate pot proveni de la frunze de Panicoideae, dar și de la Arundinoideae, precum *Phragmites australis*.

Granule de amidon au fost identificate în eșantionul prelevat de la Razboieni-Dealul Mare. Acestea sunt localizate în majoritatea țesuturilor vegetale, însă în particular se găsesc în organe de depozitare precum rizomi, tuberculi, precum și cariopsele cerealelor.

Un procentaj mic de diatomee s-a înregistrat în acest eșantion. Deocamdată prezența acestora nu se poate corela cu celelalte date pe care le avem la dispoziție până acum.

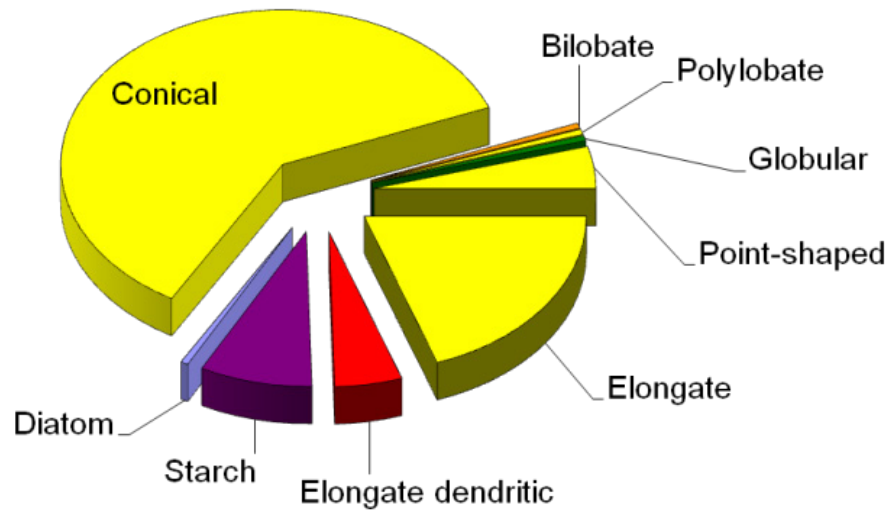


Figura 11. Războieni-Dealul Mare - spectrul fitolitelor

IV.6.1.2.b. Bălțați-Dealul Mândra - analiza fitolitelor

Analiza fitolitelor a evidențiat aceleași tipuri de fitolite, în acest eșantion apărând însă și tipul cross.

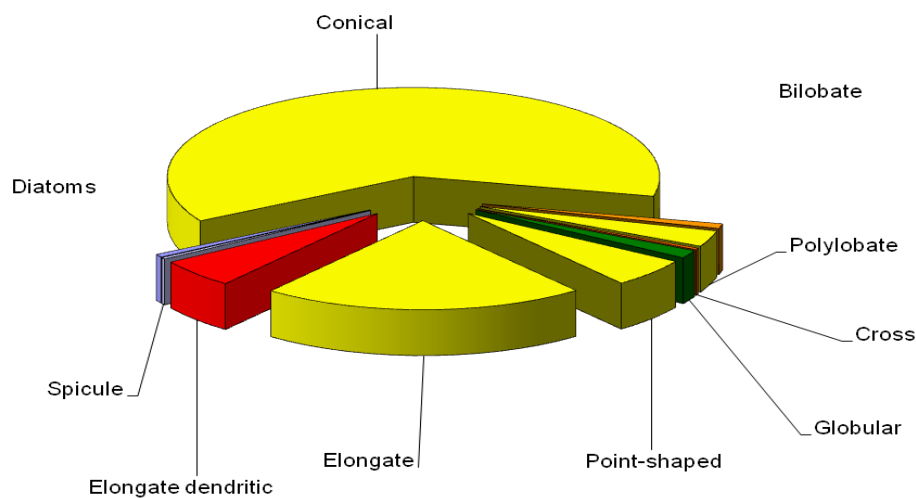


Figura 12. Bălțați-Dealul Mândra - spectrul fitolitelor

Dominante sunt fitolitele de tip conical (rondel și trapeziform). De altfel, proporțiile fiecărui de tip de fitolite sunt cam aceleași ca și în eșantionul de la Războieni-Dealul Mare.

Așadar, analiza preliminară a fitolitelor din cele două situri evidențiază prezența dominantă a gramineelor, mai ales a celor din subfamilia Pooideae. Foarte probabil erau prezente și cerealele, acest aspect fiind sugerat de prezența în procentaj însemnat a fitolitelor de tip dendritic. Alte eșantioane ar putea confirma existența cerealelor, precum și prelucrarea acestora. Fitolitele de tip globular sunt, în ambele eșantioane, în cantitate redusă, ceea ce sugerează prezența modestă a dicotiledonatelor (arborilor).



IV.7. Datare radiocarbon

Date fiind atât obiectivele specifice ale proiectului, cât și anumite rigori impuse de viitoarele publicări ale rezultatelor cercetării, s-a considerat necesară obținerea unor datări pe materiale arheologice provenind din unele situri arheologice din zonele vizate. Metoda ^{14}C (radiocarbon) este o procedură standard de a data obiecte arheologice și formațiuni geologice mai vechi de circa 50 de ani. Laboratorul Radiocarbon de la Poznan (Polonia), cu peste 80.000 de măsurători radiocarbon efectuate până în prezent, este prima instituție din Europa centrală și estică care a realizat datări prin tehnica spectroscopiei de masă cu accelerator (AMS). Rezultatele lor de până acum (în domeniul arheologiei) sunt, conform părerii unanime a specialiștilor din țară și din străinătate, foarte sigure și prompt livrate. Având în vedere ponderea pe care investigațiile în așezări ale complexului cultural Precucuteni-Cucuteni o are în cadrul proiectului, s-au propus pentru datare zece probe din patru situri aparținând unor faze și etape diferite ale civilizației cucuteniene, după cum urmează: trei fragmente osoase din așezarea Precucuteni II de la *Isaia-Balta Popii*, jud. Iași; trei fragmente osoase din așezarea Precucuteni III de la *Târgu Frumos-Baza Pătule*; două fragmente osoase din așezarea Cucuteni A de la *Hoisești-Pod* și două fragmente osoase din așezarea Cucuteni A-B de la *Ripiceni-Holm*. Probele provin din complexe clar încadrate stratigrafic – locuințe, gropi –, având potențialul de a indica poziția cronologică clară a fiecărui sit/complex, dar și de a clarifica anumite probleme ale cronologiei generale a culturii Cucuteni, care nu beneficiază încă de un număr de datări pe măsura amplitudinii sale în cadrul eneoliticului european. Mai jos sunt prezentate rezultatele datărilor, exprimate atât în ani radiocarbon (BP), cât și în ani calendaristici (BC). Calibrarea datelor BP s-a realizat cu ajutorul programului OxCal, versiunea 4.2.

Sample name	Lab. no.	Age 14C	Remark
S ISA 1	Poz-84452	5680 ± 40 BP	1,7%N 6,7%C, 3.3%coll
S ISA 2	Poz-84453	5660 ± 40 BP	1,1%N 5,4%C, 1.8%coll
S ISA 3	Poz-84454	3705 ± 35 BP	5,7%N 17,9%C, 7.2%coll
S TF 1	Poz-84427	5480 ± 40 BP	3,5%N 10,3%C, 8.5%coll
S TF 2	Poz-84428	5590 ± 40 BP	3,0%N 9,4%C, 3.4%coll
S TF 3	Poz-84429	5490 ± 30 BP	2,7%N 9,0%C, 3.7%coll
S HOS 1	Poz-84456	5340 ± 40 BP	0,6%N 4,1%C, 0.8%coll
S HOS 2	Poz-84457	4370 ± 40 BP	0,8%N 3,7%C, 0.5%coll
S RIP 1	Poz-84430	5170 ± 40 BP	1,6%N 6,5%C, 3.2%coll
S RIP 2	Poz-84451	5210 ± 40 BP	1,4%N 5,8%C, 3%coll

S ISA 1 R_Date(5680,40)
 68.2% probability
 4545BC (68.2%) 4461BC
 95.4% probability
 4669BC (0.6%) 4660BC
 4654BC (1.2%) 4639BC
 4618BC (91.7%) 4446BC
 4420BC (1.8%) 4400BC

S ISA 2 R_Date(5660,40)
 68.2% probability
 4537BC (68.2%) 4456BC
 95.4% probability

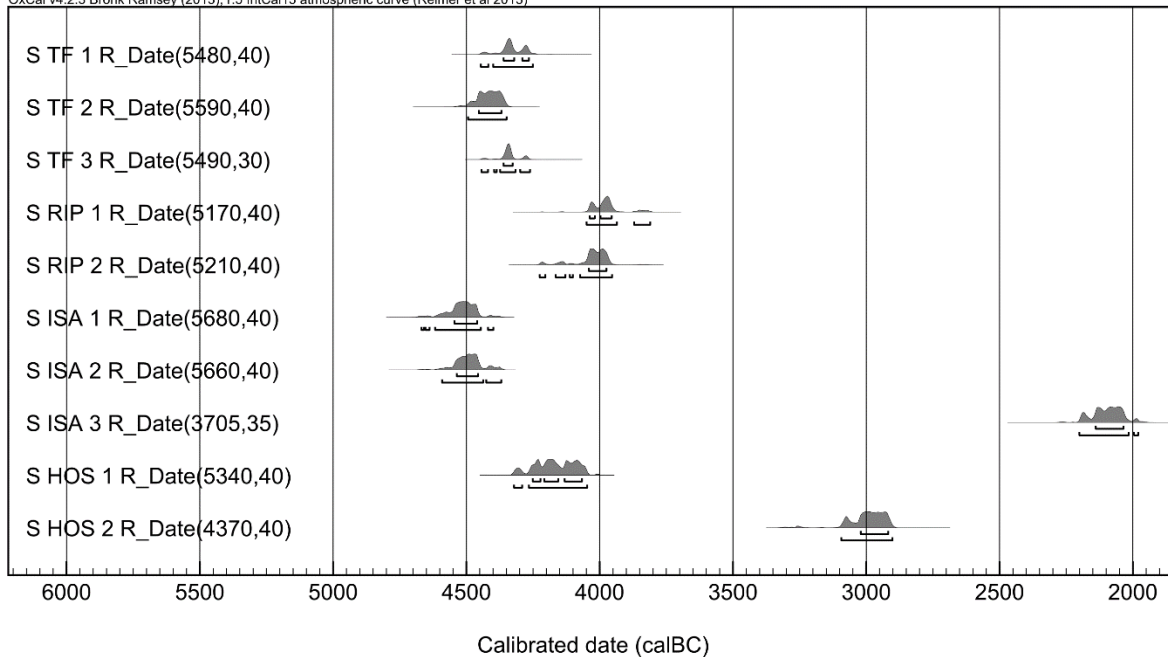
S TF 3 R_Date(5490,30)
 68.2% probability
 4361BC (68.2%) 4327BC
 95.4% probability
 4445BC (4.6%) 4420BC
 4397BC (1.0%) 4387BC
 4374BC (75.5%) 4317BC
 4299BC (14.3%) 4262BC

S HOS 1 R_Date(5340,40)
 68.2% probability
 4252BC (12.8%) 4223BC
 4209BC (25.7%) 4156BC



4592BC (85.3%) 4438BC	4132BC (29.6%) 4067BC
4426BC (10.1%) 4370BC	95.4% probability
S ISA 3 R_Date(3705,35)	4322BC (6.4%) 4292BC
68.2% probability	4266BC (89.0%) 4048BC
2140BC (68.2%) 2036BC	S HOS 2 R_Date(4370,40)
95.4% probability	68.2% probability
2201BC (92.9%) 2016BC	3022BC (68.2%) 2918BC
1996BC (2.5%) 1980BC	95.4% probability
S TF 1 R_Date(5480,40)	3094BC (95.4%) 2903BC
68.2% probability	S RIP 1 R_Date(5170,40)
4361BC (48.2%) 4321BC	68.2% probability
4291BC (20.0%) 4266BC	4038BC (16.9%) 4019BC
95.4% probability	3998BC (51.3%) 3956BC
4446BC (5.4%) 4419BC	95.4% probability
4400BC (90.0%) 4251BC	4050BC (86.9%) 3936BC
S TF 2 R_Date(5590,40)	3871BC (8.5%) 3811BC
68.2% probability	S RIP 2 R_Date(5210,40)
4454BC (68.2%) 4369BC	68.2% probability
95.4% probability	4041BC (68.2%) 3975BC
4494BC (95.4%) 4350BC	95.4% probability
	4226BC (3.0%) 4205BC
	4165BC (5.8%) 4129BC
	4113BC (0.9%) 4101BC
	4074BC (85.6%) 3954BC

OxCal v4.2.3 Bronk Ramsey (2013); r5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al 2013)



În general, datele obținute se încadrează în limitele cunoscute pentru perioadele în discuție (Mantu 1998; Bem 2001). Excepție fac două probe (S ISA 3, de la Isaiia și S HOS 2, de la Hoisești), mult mai târzii, fapt explicabil mai curând prin infiltrarea în nivelul de cultură cucutenian a unor materiale din nivelurile arheologice ulterioare (probabil epoca bronzului), decât printr-o eroare de analiză.



IV.8. Investigații chimice

Implicarea unor tehnici moderne de investigare a fragmentelor din ceramică descoperite în siturile arheologice ne ajută în stabilirea naturii chimice a componentelor constructive, microstructurii și dispunerii elementelor mineralogice, a temperaturii și tipului de ardere, a modului de utilizare, a traseului parcurs de la punerea în operă până la descoperire (cu fixarea contextelor), a stării de conservare și a altor caracteristici arheometrice și ceramologice (Vasilache V. *et alii*, 2013; Vasilache V. *et alii*, 2014). Pentru studierea ceramicilor vechi, de obicei se apelează la metode de investigare nedestructive sau paradedestructive, neinvazive, care permit operarea directă pe obiect, de exemplu: analiza vizuală cu instrumente de mărit, reflectografia, profilometria, colorimetria prin reflexie, radiografia etc. De cele mai multe ori sunt necesare o serie de informații de natură chimică, mineralogică și cristalografică care necesită analize ale structurilor interioare (în spărtură și în secțiune stratigrafică sau sub formă de pudrete). Cele mai moderne metode din grupul cu prelevare și prelucrare de probe sunt cele care implică tehnici interdisciplinare în sistem de coasistare sau coroborare, ca de exemplu: SEM-EDX, micro-FTIR, micro-Raman, Colorimetria prin reflexie, Profilometria, Derivatografia termică, Gaz-cromatografia pirolitică, cuplată cu Spectrometria de masă și altele (Sandu I. *et alii*, 2010 a; Sandu I., *et alii*, 2010 b; Cotiugă V. *et alii*, 2012; Vasilescu M. *et alii*, 2012).

IV.8.1. Partea experimentală

Analizele prezentului studiu s-au făcut pentru un vas recuperat în urma cercetărilor perieghetice din așezarea din faza A (subfaza A₃) de la Războieni, Dealul Mare. Din vas s-au prelevat o serie de probe reprezentative care au fost notate P1 – P5 și o proba din interiorul corpului ceramic care a fost numită *miez*.



Figura 13. Vas cucutenian recuperat din situl Războieni, Dealul Mare

IV.8.1.1. Tehnica de analiza – SEM-EDX

În analiză s-a utilizat un microscop electronic cu scanare, SEM model VEGA II LSH, produs de firma TESCAN Cehia, cuplat cu un detector EDX tip QUANTAX QX2, produs de firma BRUKER/ROENTEC Germania. Microscopul, controlat integral prin computer, dispune de un tun de electroni cu filament din tungsten, ce poate obține o rezoluție de 3nm la 30kV, având putere de mărire între 30X și 1.000.000X în modul operare „rezoluție”, tensiunea de accelerare între 200 V la 30 kV, viteza de scanare între 200 ns și 10 ms pe pixel. Presiunea de lucru este mai mică de 1×10^{-2} Pa. Imaginea obținută poate fi constituită de electronii secundari (SE) sau electroni retrodifuzăți (BSE). Probele de față au fost analizate la mărimi de 200X, 500X și 1000X, imaginea fiind constituită de electroni retrodifuzăți (BSE). Quantax QX2 este un detector EDX folosit pentru micro-analiza calitativă și cantitativă. Detectorul EDX este de generația a III-a, tip X-flash, care nu are nevoie de răcire cu azot lichid și este de cca. 10 ori mai rapid decât detectorii convenționali Si(Li).

Tehnica, alături de vizualizarea microfotogramei, permite redarea imaginii cu maparea (dispunerea) atomilor pe suprafața cercetată, iar în baza spectrului de raze X determinarea compoziției elementale (în procente gravimetrice sau molare), a unei microstructuri sau a unei zone selectate și evaluarea variației compoziției de-a lungul unui vector dispus în aria sau secțiunea analizată.



IV.8.2. Rezultate și discuții

În urma analizelor s-a stabilit compoziția elementală a probelor conform tabelului 3 și cea oxidică prezentată în tabelul 4.

Tabelul 3. Compoziția elementală a probelor analizate

Proba	Compoziția elementală – procente gravimetrice										
	Si	Al	Fe	Ca	Mg	K	Na	P	Ti	C	O
Miez	35.054	10.503	4.687	4.806	2.716	2.724	1.244	-	1.319	-	36.946
P1	13.534	7.099	3.092	35.843	1.186	2.921	0.617	0.538	1.048	0.259	33.863
P2	5.934	3.031	1.803	50.166	0.687	3.438	0.193	0.436	-	+	34.311
P3	18.497	6.753	3.099	22.188	1.458	3.103	0.621	-	1.247	0.810	42.223
P4	18.132	6.713	3.679	23.452	1.474	3.110	0.943	-	1.205	0.849	40.443
P5	21.650	8.259	3.597	13.468	1.396	2.447	0.823	-	0.811	0.881	46.667

+ elemental este prezent, dar sub limita de detecție a aparatului

Tabelul 4. Compoziția oxidică a probelor analizate

Proba	Compoziția oxidică – procente gravimetrice									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	CO ₂
Miez	62.884	16.641	5.056	5.639	3.777	2.751	1.406	-	1.845	-
P1	27.125	12.567	3.727	46.983	1.842	3.297	0.779	1.155	1.637	0.887
P2	12.695	5.727	2.320	70.192	1.139	4.141	0.260	0.999	-	+
P3	39.808	12.836	4.010	31.231	2.433	3.760	0.843	-	2.092	2.986
P4	38.176	12.483	4.659	32.295	2.405	3.687	1.25	-	1.979	3.065
P5	48.072	16.198	4.804	19.557	2.403	3.059	1.152	-	1.404	3.351

Din compoziția elementală/oxidică a miezului se poate spune că matricea de bază are un conținut ridicat de SiO₂. Ferul în concentrație de peste 4% pune în evidență o argilă feruginoasă, iar lipsa carbonului demonstrează că vasul a fost ars la o temperatură de peste 850°C. Arderea acestuia s-a desfășurat în condiții oxidante constante, dovadă stând culoarea omogenă, roșie – portocalie, a vasului ceramic datorată prezenței hematitului (Nodari *et alii*, 2007).

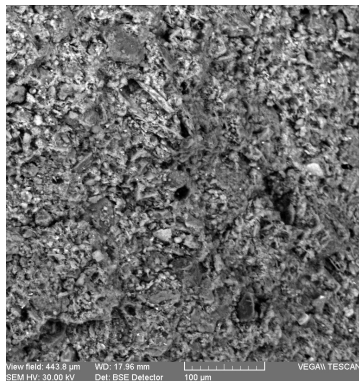
Proba P1 a fost prelevată dintr-o zonă cu alb și analizată pe suprafața de la interfața cu vasul. S-a constatat că prezintă un conținut ridicat de calciu, dovadă că s-a format carbonatul de calciu în timpul zacerii în sol, sub influența factorilor pedologici. Acesta se formează printr-un mecanism acido-bazic, de schimb ionic, în care ionii de Ca²⁺ din mediul de zacere reacționează în medii slab alcaline formate în situ, cu anionii de hidrocarbonat HCO₃⁻. În compoziția elementală (Tabelul 1) sunt prezente o serie de elemente (Si, Al, Fe, Mg, K, Na, P, Ti), care provin din mediul de zacere și din solubilizarea structurilor centrale interne ale ceramicii. Astfel, formarea carbonatului de calciu s-a datorat condițiilor create de ceramica fină, microporoasă, de prezența ionilor de Ca²⁺ și a unor specii ionice cu rol de precursori cu reactivitate alcalină (K⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, HPO₄²⁻ etc.), precum și a unor cristalite de aluminosilicat ca germeni de cristalizare (Cotiugă *et alii*, 2012).

Proba P2 este prelevată tot dintr-o zonă cu alb, dar analiza s-a făcut pe suprafața albă curată. După cum se observă din compoziția elementală (Tabelul 3), și așa cum era de așteptat, concentrația calciului este mai mare, iar a celorlalte elemente mai mică. Probele P3 și P4 sunt prelevate de pe

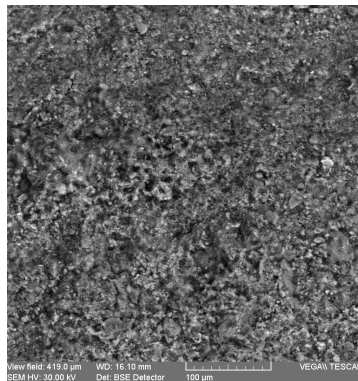


exteriorul și, respectiv, interiorul vasului din zone de aceeași culoare (gri deschis). Din Tabelul 3 se poate observa că depunerile analizate au aproximativ aceeași compoziție, iar calciul se regăsește în concentrație mare (peste 22%). Proba 5 a fost prelevată de la exteriorul vasului dintr-o zonă cu gri închis, iar compoziția confirmă prezența solului din mediu de zacere.

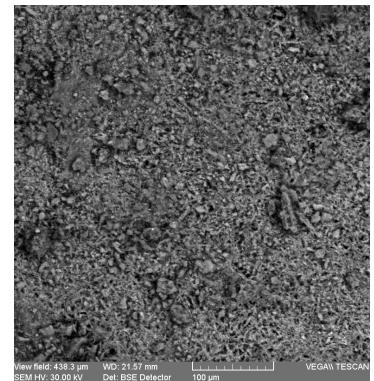
Miez - mărire de 500X



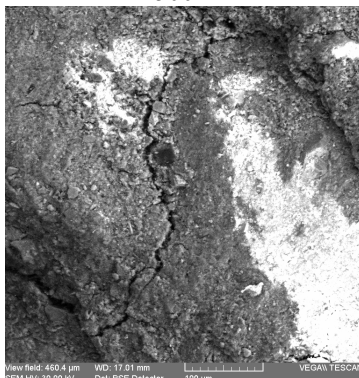
P1- Alb de la interfața cu ceramica 500X



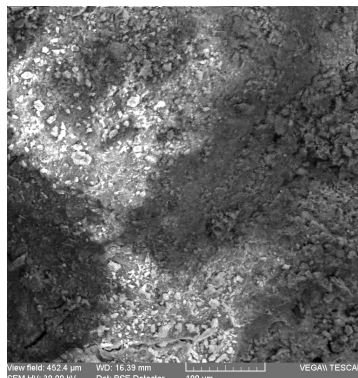
P 2 Zona cu alb mărită de 500X



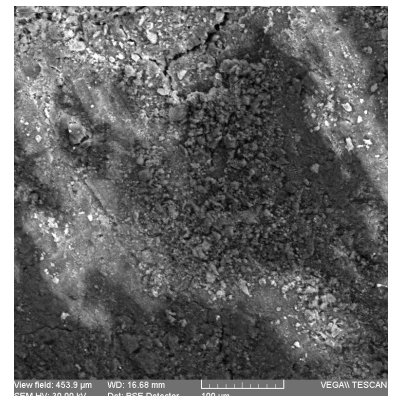
P3 Gri de la exteriorul vasului 500X



P 4 Gri de la fundul vasului din int 500X

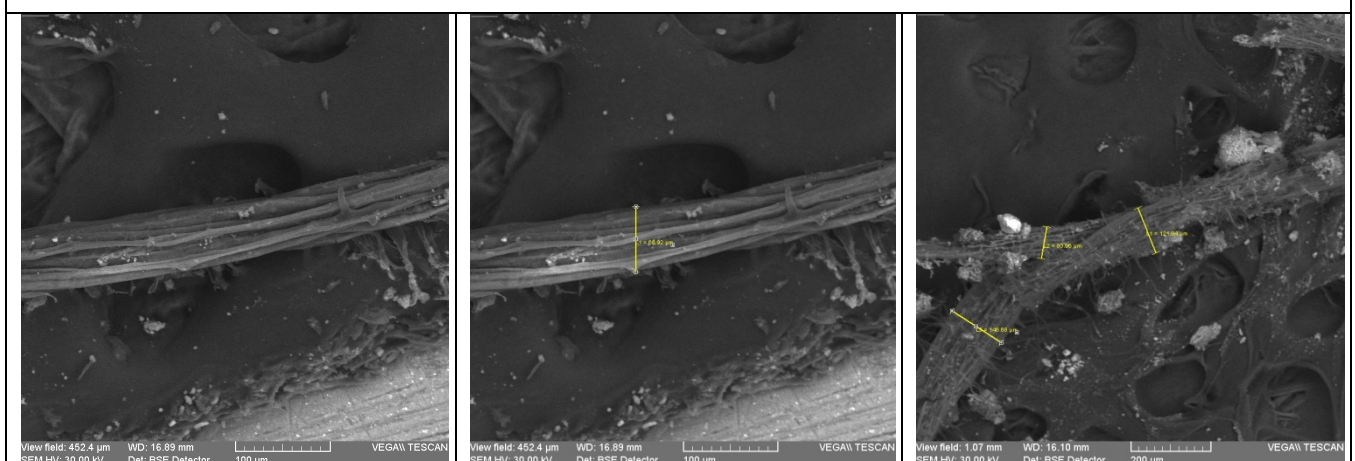


P5 gri închis - exteriorul vasului 500X



În interiorul vasului s-au găsit niște firisoare extrem de fine, care în urma analizei s-au dovedit a fi resturi vegetale. Acestea sunt contaminate cu elemente din sol.

Planta mărită de 500X





Tabelul 5. Compoziția elementală în procente gravimetrice și atomice pentru plantă

Element	[norm. wt.-%]	[norm. at.-%]	Error in %
Carbon	15.19688	20.44864	6.399886
Calcium	2.978242	1.201	0.14345
Potassium	3.776872	1.561218	0.169722
Aluminium	2.565067	1.53646	0.186701
Silicon	0.718201	0.413288	0.077314
Sulfur	0.216607	0.109173	0.044435
Phosphorus	0.16976	0.088579	0.043329
Sodium	0.98085	0.689537	0.143139
Magnesium	0.551455	0.366694	0.085343
Oxygen	72.84607	73.58541	24.73264
	100	100	

IV.8.3. Concluzii

Din rezultatele experimentale se pot face următoarele mențiuni:

- ✓ matricea de bază a materialului ceramic prezintă un conținut ridicat de cuarț (SiO_2);
- ✓ concentrație de peste 4% în Fe demonstrează că argila este feruginoasă;
- ✓ vasul a fost ars la temperatură de peste 850°C în atmosferă oxidantă;
- ✓ din cauza condițiilor din mediul de zacere s-a format carbonat de calciu atât în interiorul, cât și la exteriorul vasului;
- ✓ în interiorul vasului s-au găsit resturi vegetale din contaminare.

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 17 manifestări științifice naționale și 23 internaționale. De asemenea, la nivelul publicațiilor științifice apărute în cadrul grantului putem menționa articole publicate în reviste indexate ISI (**3**), proceedings ISI (**1**), lucrări apărute în volume ale unor conferințe (**3**), o lucrare BDI, precum și două capitole de carte apărute la edituri internaționale. În cadrul grantului a fost organizat un workshop despre arheologie non-invazivă destinat studenților, doctoranzilor și tinerilor cercetători. La acest eveniment au luat parte doi reputați specialiști de la universități de prestigiu din Europa: Prof. Dr. Joerg Fassbinder de la Universitatea Ludwig Maximilian din Munchen și arheolog Iskander Gaynullin de la Institutul de Arheologie din Kazan, Rusia.



Bibliografie

1. Asvadurov H., Florea N. 2002, *Unele constatări obținute prin corelarea datelor pedologice cu cele arheologice în România*, In: N. Florea, M. Dumitru (coord.), Știința solului în România în secolul al XX-lea, Editura “Cartea pentru Toți”, București.
2. Boroneanț V. 1992, *Date noi privind aspectul cultural Chitila-Fermă de la începutul primei epoci a fierului*, Cercetări arheologice în București, IV, p. 109-117.
3. Bem C. 2001. *Noi propuneri pentru o schiță cronologică a eneoliticului românesc*. Pontica, XXXIII-XXXIV, 2000-2001, p. 25-121.
4. Beug H-J. 2004. *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, Pfeil Verlag, München.
5. Cantacuzino G., Morintz S. 1968, *Descoperirile arheologice de la Cernica și importanța lor pentru cunoașterea vechilor culturi din țara noastră*, Cercetări arheologice I, Materiale de istorie și muzeografie, București, p. 7-9.
6. Chirica V., Tanasachi M. 1985, *Repertoriul arheologic al județului Iași*, I-II, Iași.
7. Cotiușă V., Sandu I., Vasilache V., Ursulescu N. 2012, *Atypical local accumulation of calcium carbonate deposits in prehistoric ceramics during underground lying*. In: V. Cotiușă, S. Caliniuc (eds.), *Interdisciplinarity Research in Archaeology*, BAR International Series 2433, Archaeopress, Oxford.
8. Madella M., Alexandre A., Ball T. (ICPN Working Group) 2005, *International code for phytolith nomenclature 1.0.* Annals of Botany, 96 (2), p. 253-260.
9. Mantu C.M. 1998, *Cultura Cucuteni. Evoluție, Cronologie, Legături*. Bibliotheca Memoriae Antiquitatis 5, Piatra-Neamț.
10. Mateescu C.N., Protopopescu-Pache Em. 1969, *L'apport de données géologiques et pédologiques aux recherches archéologiques*. Zepirus, XIX-XX (1968-1969), p. 27.
11. Mateescu C.N. 1971, *Centenarul săpăturilor arheologice de la Vădastra*, Studii și Cercetări de Istorie Veche, 22, 4, p. 643.
12. Munteanu I., Răușă C., Taină I., Parichi M., Râșnoveanu L., Jalbă M. 1997, *Datare cu 14^C a unor soluri, loessuri și depozite loessoide din Câmpia Română a Dunării*, Public. SNRSS, nr. 29 D, București, p. 59-69.
13. Nodari L., Marcuz E., Maritan L., Mazzoli C., Russo U. 2007, *Hematite nucleation and growth in the firing of carbonate-rich clay for pottery production*. Journal of the European Ceramic Society, 27, p. 4665-4673.
14. Pîrnău R. 2016, *Faeoziomurile din Șaua Ruginoasa -Strunga. Cercetări pedo-arheologice*, In: Volumul Simpozionului național cu participare internațională „Factori și procese pedogenetice din zona temperată: Știința solului și arheologia: metode și perspective de cercetare”, Ediția a XXVI-a, Iași, 16-18 septembrie 2016, p. 43-47.
15. Reille M. 1992, *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
16. Sandu I., Vasilache V., Tencariu F.A., Cotiușă V. 2010, *Conservarea Științifică a Artefactelor din Ceramică*, Editura Universității “Al. I. Cuza”, Iași.
17. Sandu I., Cotiușă V., Sandu A.V., Ciocan A.C., Olteanu G.I., Vasilache V. 2010, *New Archaeometric Characteristics for Ancient Pottery Identification*. International Journal of Conservation Science, ”Al. I. Cuza” University of Iași, 1(2), p. 75-82.
18. Ursulescu N., Cotiușă V., Tencariu F.A., Văleanu M., Striccoli R., Văcaru S., Moglan A., Moldovan I., Ungureanu C. 2002, *Movileni, com. Heleşteni, jud. Iași. Punct: La Movile*. Cronica cercetărilor arheologice din România. Campania 2001, București, p. 209-211.
19. Vasilache V., Sandu I., Enea S.C., Sandu I.G. 2014, *Determinări ceramografice pe loturi din siturile Costești și Giurgești*. In: D. Boghian, S.-C. Enea, S. Ignătescu, L. Bejenaru, S.M. Stanc (eds.) *Comunitățile cucuteniene din Zona Târgul Frumos – cercetări interdisciplinare în siturile de la Costești și Giurgești*, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” Iași, p. 138-147.
20. Vasilache V., Sandu I., Mircea O., Sandu A.V. 2013, *Tehnici non-invazive implicate în investigarea artefactelor din ceramică arheologică*. Simpozionul Internațional Cucuteni 5000 Redivivus, ediția a VIII-a.
21. Vasilescu M., Farcaș A.A., Vasilache V., Bolohan N. 2012, *A new approach: ^{29}Si mas NMR and EDX applied to the study of middle bronze age pottery*. Studia UBB Physica, 57(LVII), 2, p. 81-89.