

INVESTIGAȚII IMAGISTICE ASUPRA UNOR PIESE DE LUT ENEOLITICE

Theodor IGNAT *
Florin CONSTANTIN **
Roxana BUGOI **
Valentin PARNIC ***
Cătălin LAZĂR ****

Abstract: *This paper is about the use of X-ray Computed Tomography (CT) employed to investigate the manufacturing techniques of Eneolithic clay artefacts and pottery. This study was triggered by the archaeological research conducted at some tell settlements in Southeastern Romania that belong to the Kodjadermen – Gumelnița - Karanovo VI culture (c. 4500-3800 BC). Our investigations represent the accounts of a research project that aims to identify the chaîne opératoire used for manufacturing these ceramic objects using X-ray imaging techniques.*

Rezumat: *Articolul de față este despre folosirea tomografiei computerizate cu raze X (CT) în investigarea tehnicilor de modelare și manufacturare a unor obiecte de lut și vase ceramice eneolitice. Studiul a avut ca punct de pornire cercetările arheologice întreprinse într-o serie de așezări de tip tell din sud-estul României ce aparțin culturii Gumelnița (4500-3800 BC). Investigațiile noastre reprezintă o parte din rezultatele unui proiect de cercetare ce are ca scop identificarea lanțului operatoriu de producție a obiectelor de lut și a vaselor ceramice eneolitice prin utilizarea de tehnici imagistice cu raze X.*

Keywords: *X-ray Computed Tomography; chaîne opératoire; clay artefacts; Eneolithic.*

Cuvinte cheie: *tomografie computerizată cu raze X; chaîne opératoire; obiecte de lut; eneolitic.*

Introducere

Problematika ceramicii în general și cea a obiectelor din lut (statuetelor antropomorfe și zoomorfe, fusaiole, greutăți etc.) în particular, reprezintă un subiect aparte în preocupările arheologilor, fiind îndelung dezbătută în literatura de specialitate, mai ales la nivel de metode și tehnici de investigație. Urmărirea aspectelor care țin de modalitățile de manufacturare, cu precădere, a vaselor ceramice, a determinat un interes mai scăzut, din nefericire, pentru celelalte tipuri de obiecte confecționate din lut. Astfel, în mare, studiarea acestor categorii de piese a rămas la un stadiu de investigație sumar, bazat pe descriptivism și aspectele tipo-dimensionale, dublate de decelarea unor presupuse atribute funcționale (de exemplu greutatea de lut - de plasă de pescuit sau de război de țesut) sau semnificații artistice, simbolice și religioase (mai ales în cazul plasticii antropomorfe).

Setul de date furnizat de diverse analize interdisciplinare, pe diferite categorii de problematici (pentru compoziția pastei - secțiuni subțiri, analize fizico-chimice, studii petrografice și mineralogice etc.) este extrem de valoros, dar din păcate, pentru ceramica descoperită în siturile arheologice din România studiile din această categorie sunt puțin numeroase.

Tomografia computerizată cu raze X (CT) reprezintă o metodă de investigație a obiectelor confecționate de lut ce poate oferi date suplimentare, ce completează pe cele obținute prin alte metode. Tocmai de aceea, în cadrul studiului de față vom prezenta o serie de obiecte de lut, provenite din situri eneolitice, ce au fost investigate prin această tehnică imagistică, pentru a sublinia potențialul acestei metode de a furniza date importante privind modul și tehnicile de manufacturare.

* Muzeul Municipiului București, Bd. I.C. Brătianu, 2, sect. 3, București, 030167, România; Universitatea București, Bd. M. Kogălniceanu, nr. 34-36, București, 050107, România; theodor_ignat@yahoo.com

** Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară Horia Hulubei, str. Reactorului, nr. 30, Măgurele, 077125, jud. Ilfov, România; fconst@nipne.ro, bugoi@nipne.ro

*** Muzeul Dunării de Jos Călărași, Str. Progresului, nr. 4, Călărași, 91008, jud. Călărași România; vgmelnita@yahoo.com

**** Muzeul Național de Istorie a României, Calea Victoriei, nr. 12, sect. 3, 030026, București, România; Universitatea București, Bd. M. Kogălniceanu, nr. 34-36, sect. 5, București, 050107, România; lazarc@arheologie.ro

Aspecte metodologice

Tomografia computerizată cu raze X (CT) este o tehnică de examinare imagistică nedistructivă larg răspândită în zilele noastre, fiind folosită cu succes în diverse domenii de activitate precum medicină, control nedistructiv industrial, știința materialelor sau arheometrie. În comparație cu tehnica radiografiei în urma căreia se generează imagini bidimensionale - proiecții în plan, avantajul tomografiei computerizate este acela că poate furniza zeci, sute sau chiar mii de felii/ imagini ale corpului de studiat, imagini care pot fi vizualizate individual/ serial, conducând la o înțelegere aprofundată a structurii tridimensionale a corpului supus investigației.

În particular, studiul obiectelor de patrimoniu folosind metodele imagistice cu raze X (radiografia și tomografia computerizată) a cunoscut un avânt deosebit în ultimele decenii (Casali 2006, Ghysels 2003, Haneca *et al.* 2012, Harvig *et al.* 2012, Lehmann *et al.* 2010, Morigi *et al.* 2010, Niemeyer *et al.* 2015, Re *et al.* 2014, Sanger 2016, Tuniz *et al.* 2012).

Structura și parametrii de funcționare caracteristici dispozitivelor tomografice sunt în acord cu tipul de aplicație pentru care sunt destinate - în particular, trebuie ținut cont de dimensiunile și densitatea corpului de studiat prin metode imagistice și de rezoluția spațială care se dorește a fi atinsă. Totodată, tomograful cu raze X folosit la analiza obiectelor descrise în această lucrare a fost special construit pentru investigații arheometrice, fiind unic în România. Atât aparatul, cât și *software*-ul asociat au fost dezvoltate în cadrul Departamentului de Fizică Nucleară Aplicată al Institutului de Fizică și Inginerie Nucleară 'Horia Hulubei', Măgurele (Constantin *et al.* 2010).

Echipamentul este compus dintr-o sursă de raze X Monoblock® produsă de firma Spellman High Voltage Electronics Corporation (160 kV tensiunea maximă pe tub, 3 mA valoare maximă a intensității curentului), un sistem de deplasare a probelor - permițând sub control computerizat mișcări de translație și de rotație ale obiectului supus analizei - și un detector PaxScan de siliciu amorf de suprafață mare (40×30 cm²) și dimensiuni ale pixelului de 127 μm, furnizat de compania Varian, care măsoară razele X emise de tub și atenuate la trecerea lor prin artefactul supus investigației. Detectorul planar PaxScan este un detector ce face parte din generația nouă de detectori bazați pe tehnologii ce combină viteza, calitatea imaginii, compactitatea și ușurința în operare. Fascicolul de raze X este emis de către tub în geometrie-evantai, ieșind printr-o fereastră de aluminiu cu deschidere maximă de 80° și unghi de deschidere de 10°. Această caracteristică este importantă pentru procesul de reconstrucție a imaginilor tomografice, care se bazează pe un algoritm special dezvoltat pentru acest aparat.

Pentru obținerea unei tomografii în procedura operațională standard sunt preluate 60 de proiecții (câte o proiecție la fiecare 3° pe un interval de la 0° la 180°). Aceste proiecții reprezintă materia primă pentru reconstrucția imaginii tridimensionale a obiectului tomografiat.

Aplicațiile software pentru conducerea experimentului, achiziția și prelucrarea datelor au fost dezvoltate în Microsoft Visual C++ și rulează pe un calculator desktop PC. Aplicația de conducere și achiziție controlează sursa de raze X Monoblock®, motorul pas cu pas care servește la poziționarea obiectului de studiat, dar și transferul datelor de la detectorul PaxScan către computer. O interfață prietenoasă permite controlul parametrilor de operare ai tubului de raze X, ajustarea poziționării obiectului, stabilirea contrastului imaginilor achiziționate, preluarea de imagini ale proiecțiilor și aplicația master de ridicare a tomografiei.

Timpul de scanare este de cinci minute, iar prelucrarea datelor achiziționate durează circa patru minute. Rezoluția spațială ce poate fi obținută cu acest aparat este de 300 μm, iar dimensiunea maximă a obiectelor ce pot fi scanate este de 20 × 20 × 20 cm³. Ținând cont de caracteristicile hardware descrise mai sus, aparatul este în principal destinat tomografierii artefactelor construite din matrici ușoare (lut, lemn, os, fildes).

Tomograful descris mai sus este unul cu preț de cost scăzut, fiind ușor de operat și având o viteză de lucru superioară. Până în prezent, echipamentul a fost utilizat în realizarea de tomografii asupra unui număr considerabil de obiecte de lut din patrimoniul cultural din țara noastră, deschizând o direcție nouă de cercetare în peisajul arheometriei din România (Pavel *et al.* 2013, 2014a, 2014b; Vintilă *et al.* 2013).

Obiectele ceramice supuse investigațiilor imagistice prezentate în acest articol au impus folosirea următorilor parametri pentru sursa de raze X: tensiune de 70 kV și intensitate a curentului de 0,7 mA.

În general, studiului imaginilor tomografice poate să contribuie în mod esențial la înțelegerea structurii interne a obiectelor investigate, obținându-se indicii referitoare la modul de manufacturare - spre exemplu, se pot identifica obiecte formate din mai multe bucăți ce au fost lipite ulterior între ele. În anumite cazuri, se pot pune în evidență crăpături sau fisuri în structura artefactelor, indicii ce pot fi folosite și în procesele de restaurare și de conservare a artefactelor supuse investigațiilor structurale.

De asemenea, analiza imaginilor tomografice poate releva discontinuități în compoziția materialului - spre exemplu pietricele aflate în compoziția lutului; în anumite cazuri, unele dintre ele fiind plasate în poziții cu totul speciale, cel mai probabil în mod deliberat de către meșterii care au modelat respectivele statuete (Pavel *et al.* 2013).

În cazul zornăitoarelor, se pot identifica și număra bilele aflate în interiorul acestora, fără a afecta în vreun fel integritatea fizică a obiectului tomografiat (Pavel *et al.* 2014a, 2014b).

Nu în ultimul rând, în cazul obiectelor complete, imaginile tomografice mai pot fi folosite la evaluarea nedistructivă a unor dimensiuni (de exemplu, grosimi de pereți), altfel inaccesibile măsurătorilor directe.

Rezultate

Echipa de cercetare a supus unor astfel investigațiilor tomografice și radiografice o serie de artefacte din lut (statuete antropomorfe, zoomorfe, avimorfe, vase de mici dimensiuni), dintre care vom prezenta cinci piese, provenite dintr-o serie de *tell* - uri eneolitic din sud-estul României, aparținând culturii Gumelnița. Piese selectate reflectă pe deplin aplicativitatea tehnicilor imagistice în decelare unor elemente structurale sau de manufacturare, invizibile altfel la nivel macroscopic.

1. Statuetă avimorfă

Piesa din inventarul Muzeului Dunării de Jos, Călărași a fost descoperită la Cunești, în jud. Călărași într-un context ce aparține culturii Gumelnița, parte a complexului cultural Kodjadermen – Gumelnița - Karanovo VI. Această statueta avimorfă este confecționată din ceramică de culoare cărămizie, pastă cu aspect nisipos, aspru la atingere. Are 3,7 cm înălțime, 4,5 cm de la cap la coadă și o deschidere a aripilor de 6,2 cm (Figura 1).

O caracteristică a acestui tip de piesă, întâlnită și la descoperiri similare din situl de la Vidra (Rosetti 1939: 39, Tafel 26/9-12) este prezența pedestalului, probabil o reprezentare a picioarelor păsării. Aripile sunt ascuțite cu vârful și sunt îndreptate în jos, iar capul plat este orientat în sus. Obiectul nu prezintă nici un fel de decor, iar caracteristicile anatomice redate sunt caracteristice mai degrabă pentru păsări tericole.

Corpul păsării este gol, în interior sunt prezente o serie de corpuri ce produc sunet atunci când obiectul este mișcat. În acest sens figurina a fost interpretată ca zornăitoare. Prezența obiectelor în interior, dar și aspectul exterior al piesei sugerează că a fost confecționată din două jumătăți modelate separat și unite ulterior. Investigațiile tomografice au permis identificarea corectă a numărului de incluziuni (patru bucăți) a căror densitate nu pare să fie diferită de cea a materialului din care este confecționată piesa, ceea ce sugerează că sunt de asemenea din lut. Mai mult, la interior se observă cum jumătatea inferioară a fost modelată mai neglijent față de cea superioară (Ignat *et al.* 2018).

2. Statuetă avimorfă

O altă statueta avimorfă ce aparține culturii Gumelnița provine de la Măriuța 'La Movilă', din nivelul de distrugere al locuinței nr. 3. Este, de asemenea, reprezentarea unei păsări tericole, fiind asemănătoare din punct de vedere tipologic cu cea prezentată anterior. Are 4,4 cm înălțime și 3,8 cm de la cap la coadă (Figura 2). Arsă într-un mediu oxidant, pasta este fină și degresată cu o cantitate redusă de cioburi pisate. Capul și coada sunt orientate în sus, iar aripile sunt în poziție orizontală.

Caracteristicile pastei au fost confirmate de examinarea tomografică. Pasta este omogenă cu puține incluziuni în matrice. Între corpul piesei și pedestal se observă o mică anomalie, reprezentând un gol de aer. Acesta este un indicator pentru confecționarea separată a celor două părți componente ale piesei (Ignat *et al.* 2018).

3. Statuetă antropomorfă

Din nivelul superior al așezării de la Măriuța 'La Movilă', din locuința nr. 1 provine o altă piesă, o statueta antropomorfă. Aceasta este modelată dintr-o pastă omogenă, iar ca degresant s-a folosit o cantitate mică de materie organică. Suprafața exterioară are o culoare albicioasă, superficial netezită, iar miezul are culoare neagră, indicând o ardere incompletă. Figurinei îi lipsește capul, având 5,4 cm înălțime, iar brațele dispuse orizontal măsoară 4,7 cm (Figura 3). Corpul statuetei are figurate o serie de elemente anatomice bine individualizate precum sânii, fesele și șoldurile, dar și o cocoasă, încadrându-se tipologic în această categorie (cea a statuetelor cu cocoasă) (Andreescu 2002; Parnic și Lazăr 2005: 358). Șoldurile sunt dispuse asimetric, cel din stânga fiind mai jos față de cel din dreapta, lăsând impresia unei persoane care cu probleme la piciorul stâng. Coroborând această observație cu prezența cocoșei putem sugera că avem reprezentarea unei persoane în vârstă și probabil bolnavă.

În urma examinării tomografice am identificat ca posibilă manufacturarea piesei în două etape separate. O primă etapă de confecționare a corpului piesei cu punerea în evidență a sânilor, feselor și a cocoasei, pentru ca brațele să fie adăugate ulterior. Acest aspect este sugerat de mici goluri de aer dispuse vertical în zona de intersecție a brațelor cu corpul (Ignat *et al.* 2018).

4. Statuetă antropomorfă

O altă statueta antropomorfă de la Măriuța aduce o situație extrem de interesantă (Figura 4). A fost descoperită în nivelul superior al așezării (faza B1), într-o locuință cu două camere (Locuința nr. 2). Capul statuetei (acum restaurată) a fost descoperit pe podeaua camerei 1, iar corpul lângă vatra situată în camera 2, la șapte metri distanță presupunându-se o fragmentare și depune deliberată a celor două fragmente ale acestei piese (Parnic și Lazăr 2005: 357).

Statueta este modelată dintr-o pastă omogenă, fără degresant. Are 9,7 cm înălțime și 6,7 cm lățime, măsurată la vârful brațelor. Corpul are formă rectangulară, brațele perforate sunt dispuse orizontal, fesele sunt figurate prin două mici proeminențe aplicate pe când sâni sunt executați prin ciupirea pastei. Triunghiul pubian este redat prin incizie, la fel ca și alte motive ce decorează corpul piesei și care ar putea reprezenta obiecte de vestimentație. Capul de formă romboidală este bogat decorat. Fiecare dintre urechi prezintă câte patru perforații, ochii sunt scoși în evidență prin două linii incizate, iar gura este marcată prin patru împunsături umplute cu pastă albă.

Imaginile tomografice indică faptul că tipul de comportament ce a condus la descoperirea celor două fragmente în camere separate ale aceleiași locuințe ar fi putut fi anticipat de cei care au modelat această statueta. O linie verticală de culoare mai deschisă împarte corpul acestei statuete în două. De asemenea, goluri de aer sunt vizibile la intersecția brațelor cu corpul, ceea ce sugerează adăugarea acestora într-o etapă ulterioară. Putem presupune chiar că și capul statuetei a fost modelat separat de restul corpului, însă fractura maschează acest aspect (Ignat *et al.* 2018).

5. Vas Bitronconic miniatural

Vasul descoperit în așezarea de la Sultana 'Malu Roșu' este confecționat din pasta semifină, ars oxidant, fiind bine netezit la exterior (Figura 5). Deschiderea mică a gurii poate indica folosirea acestui tip de vas pe post de opaiț. Imaginea tomografică a scos în evidență nu doar presupusa metoda de manufacturare prin modelarea separată a două jumătăți unite ulterior, dar a condus și la obținerea de informații asupra grosimii pereților (Ignat *et al.* 2018).

6. Statuetă antropomorfă

Statueta a fost descoperită la Vidra (Rosetti 1939: 31, Tafel 11/1) și este încadrată în faza A1 a culturii Gumelnița (Figura 6). Piesa este modelată din pastă fină, cu mică în compoziție, cu miezul negru și angoba (1,25 mm) de culoare maroniu-gălbuie având suprafața lustruită și netezită (se observă urmele acestui proces). Dimensiunile statuetei sunt de 9,7 cm înălțime și 4,7 cm lățime. Prezintă urme de ardere secundară pe toată suprafața. Capul a fost rupt din vechime, trunchiul este foarte subțire și plat. Brațul drept este rupt iar cel stâng este întins orizontal, terminându-se cu o ușoară curbura ce ar putea arăta că aceasta a fost ridicat în sus. Abdomenul bombat, este înscris unui triunghi incizat orientat cu vârful în sus și care are aplicate pe el trei linii incizate orizontal. Partea inferioară de formă trapezoidală, este plată, cu picioarele lipite (despărțite fin la bază). Steatopigia este foarte accentuată (șoldurile bine reliefate), fesele mari, bombate și bine delimitate.

În urma examinării imagistice am identificat că partea inferioară a piesei a fost executată din două jumătăți. O linie verticală de culoare mai deschisă împarte corpul acestei statuete în două.

7. Statuetă antropomorfă

Statuetă antropomorfă în stare fragmentară descoperită la Vidra (Figura 7). Piesa este modelată din pastă semifină, fără degresant. Dimensiunile păstrate ale statuetei sunt de 8,2 cm înălțime și 5,1 cm lățime, măsurat la șolduri. Suprafața este lustruită atent. Șolduri sunt late, bustul îngust, fesele proeminente, iar abdomenul este țuguiat. Picioarele sunt bine delimitate atât pe față cât și pe spate. Genunchii și laba piciorului drept sunt reprezentate. Piciorul stâng este rupt din vechime. Aproape întreaga suprafață este decorată prin incizii umplute cu pastă albă, cu motive liniare, spiralice și circulare. Piesa este asemănătoare cu alte statuete de la Vidra încadrate în faza A1 (Rosetti 1939).

Investigațiile tomografice scot în evidență faptul că piesa a fost executată din două jumătăți modelate separat și unite ulterior.

8. Statuetă antropomorfă

Statuetă antropomorfă în stare fragmentară descoperită la Vidra (Figura 8). Modelată din pastă semifină, piesa are suprafața atent netezită. Dimensiunile păstrate ale piesei sunt de 11 cm înălțime și 8,7 cm lățime. Este reprezentarea unui personaj feminin cu șoldurile late, bustul îngust, fesele proeminente și abdomenul ținut, sugerând starea de graviditate. Face parte din categoria statuetelor în poziție șezândă (Andreescu 2002), având picioarele bine delimitate atât pe față cât și pe spate, îndoite la genunchi la un unghi de circa 60 grade. Unele porțiuni păstrează urme de pastă albă.

Din punct de vedere al manierei de construcție, observăm similitudini cu piesele prezentate anterior, imaginea tomografică indicând acest lucru.

* * *

Cercetări anterioare asupra unor artefacte asemănătoare au mai fost făcute și cu alte ocazii (Vintilă, Pavel și Neagu 2013; Vintilă și Neagu 2016). Au fost supuse analizelor tomografice statuete antropomorfe, avimorfe, dar și piese de tip 'opaiț'. În cazul unei statuete antropomorfe de la Vidra a fost observată, în urma analizei tomografice, aceeași manieră de modelare din două jumătăți longitudinale, alipite ulterior (Vintilă, Pavel și Neagu 2013: 84, Fig. 7/ 4-5). Alte observații fac referire la prezența în interiorul statuetelor a unor goluri de aer, datorate, cel mai probabil, unei maniere asemănătoare de modelare a acestor tipuri de piese, dintr-una sau mai multe bucăți (Vintilă, Pavel și Neagu 2013: 86, Fig. 7/ 1, 3).

Tot de la Vidra a fost analizată și o statueta avimorfă - zornăitoare în interiorul căreia au fost identificate șase bile de lut, dar și două vase de tip opaiț, în cazul cărora a fost pozitiv identificată maniera de modelare din două jumătăți (Vintilă și Neagu 2016: 481-2: Fig. 3).

Concluzii

Investigațiile tomografice prezentate în aceste rânduri și-au propus să determine structura internă, din perspectivă tehnologică, a unei serii de artefacte atribuite culturii Gumelnița, descoperite în așezările de tip *te//* de la Cunești, Măriuța și Sultana. Totodată, s-a încercat identificarea pașilor de lucru urmați de meșterii preistorici în procesul de manufacturare al acestor piese. În demersul nostru am supus acestui tip de investigație arheometrică peste patruzeci de piese de lut, de mici dimensiuni, însă nu în toate cazurile am obținut informații relevante.

Prin completarea propriilor rezultate din cadrul acestei investigații, cu cele identificate bibliografic, se pot extrage o serie de concluzii. Astfel, s-a observat în suficient de multe cazuri tehnica modelării, atât a vaselor, cât și a statuetelor antropomorfe sau zoomorfe în mai multe etape, din elemente construite separat, în momente diferite, iar ulterior unite pentru obținerea obiectului propus. Considerăm că aceste date conferă semnificații tehnologice particulare pieselor investigate, ce completează setul de informații obținut pe baza altor metode de analiză a artefactelor respective, mai ales că majoritatea pieselor respective nu prezintă macroscopic astfel de elemente constructive vizibile. Cel puțin în cazul statuetelor, majoritatea au fost modelate dintr-o singură bucată de lut. Diferă evident gradul de omogenitate, dar și rețeta pastei prin identificarea în matrice a unor constituenți antropici sau naturali. Prin folosirea tomografiei se pot observa cu precădere incluziuni precum pietricelele, dar nu și cioburile pisate întrucât au aceeași densitate cu cea a pieselor analizate.

Potențialul metodelor de investigație imagistică de a oferi informații suplimentare despre tehnicile de modelare folosite de meșterii neolitici este evidentă, dar acestea trebuie să fie întotdeauna dublate și de alte metode de analiză (de exemplu, analize fizico-chimice și petrografice sau studii de arheologie experimentală), în vederea verificării și confirmării datelor imagistice decelate.

Mulțumiri

Acest articol a fost realizat prin intermediul unui grant de cercetare, proiect nr. PN-III-P2-2.1-PED-2016-0742 finanțat de CNCS - UEFISCDI.

Bibliografie

- Andreescu, R.R. (2002) *Plastica antropomorfă gumelnițeană. Analiză primară*, Monografii III, București: Ed. Daim.
- Casali, F. (2006) 'X-ray digital radiography and computed tomography for cultural heritage', *Archaeometriai Műhely* 1: 24-28.
- Constantin, F., Pavel, C., Bugoi, R. și Toderaș, M. (2010) 'An X-ray tomograph based on a flat panel detector', *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A* 621: 685-9.
- Ghysels, M. (2003) 'CT Scans in Art Work Appraisal', *Art Tribal* 4: 116-31.
- Haneca, K., Deforce, K., Boone, M. N., Van Loo, D., Dierick, M., Van Acker, J. și Van Den Bulcke, J. (2012) 'X-Ray sub-micron tomography as a tool for the study of archaeological wood preserved through the corrosion of metal objects', *Archaeometry* 54: 893-905.
- Ignat, T., Bugoi, R., Constantin, F., Parnic, V. și Lazăr, C. (2018) 'Identifying the chaîne opératoire of prehistoric clay figurines using imaging methods and experimental archeology', *International Journal of Modern Physics: Conference Series*: submitted.
- Harvig, L., Lynnerup, N. și Amsgaard Ebsen, J. (2012) 'Computed tomography and computed radiography of Late Bronze Age cremation urns from Denmark: an interdisciplinary attempt to develop methods applied in bioarchaeological cremation research', *Archaeometry* 54: 369-87.
- Lehmann, E., Deschler-Erb, E. și Ford, A. (2010) 'Neutron tomography as valuable tool for the non-destructive analysis of historical bronze sculptures', *Archeometry* 52: 272-85.
- Morigi, M.P., Casali, F., Bettuzzi, M., Brancaccio, R. și D'Errico, V. (2010) 'Application of X-ray computed tomography to cultural heritage diagnostics', *Applied Physics A - Materials Science and Processing* 100: 653-61.
- Niemeyer, H.M., Zapata, V., Cantillana, P., Missene, A., Aguilera, J. și Torres, A. (2013) 'Computed tomography study of snuff trays from San Pedro de Atacama (Northern Chile)', *Journal of Archaeological Science* 40: 2036-44.
- Parnic, V. și Lazăr, C. (2005) 'Considerații preliminare asupra plasticii antropomorfe de lut din nivelul Gumelnița B1 de la Măriuța - La Movilă', *Cultura și Civilizație la Dunărea de Jos. In Honorem Silvia Marinescu - Bîlcu 70 de ani XXII*: 351-70.
- Pavel, C., Suciuc, C., Constantin, F. și Bugoi, R. (2013) 'X-ray computed tomography investigations of Cucuteni ceramic statuettes', *Documenta Praehistorica* XL: 323-32.
- Pavel, C., Constantin, F., Suciuc, C. și Bugoi, R. (2014a) 'X-ray tomographic examinations of Teleac, Cicău and Apulum rattles', R.B. Scott, D. Braekmans, M. Carremans și P. Degryse (ed.) *Proceedings of the 39th International Symposium on Archaeometry, 28 May – 1 June 2012, Leuven, Belgium (ISA 2012)*, pp. 193-7, Leuven: Centre for Archaeological Sciences.
- Pavel, C., Constantin, F., Suciuc, C. și Bugoi, R. (2014b) 'X-ray tomography studies of prehistoric ceramic artefacts', *International Journal of Modern Physics: Conference Series* 27: 1460135-1 - 1460135-8.
- Re, A., Albertin, F., Avataneo, C., Brancaccio, R., Corsi, J., Cotto, G., De Blasi, S., Dughera, G., Durisi, E., Ferrarese, W., Giovagnoli, A., Grassi, N., Giudice, A.Lo, Mereu, P., Mila, G., Nervo, M., Pastrone, N., Prino, F., Ramello, L., Ravera, M., Ricci, C., Romero, A., Sacchi, R., Staiano, A., Visca, L. și Zamprota, L. (2014) 'X-ray tomography of large wooden artworks: the case study of 'Doppio corpo' by Pietro Piffetti', *Heritage Science* 2(9): 1-9.
- Rosetti, D.V. (1939) 'Steinkupferzeitliche Plastik aus einem Wohnhügel bei Bukarest', *Jahrbuch für Prähistorische und Ethnographische Kunst* 12/1938: 29-50.
- Sanger, M. (2016) 'Investigating pottery vessel manufacturing techniques using radiographic imaging and computed tomography: Studies from the Late Archaic American Southeast', *Journal of Archaeological Science Reports* 9: 586-98.
- Tuniz, C., Bernardini, F., Turk, I., Dimkaroski, L., Mancini, L. și Dreoss, D. (2012) 'Did Neanderthals play music? X-Ray Computed Micro-Tomography of The Divje babe 'Flute'', *Archeometry* 54: 581-90.
- Vintilă, C.M., Pavel, C. și Neagu, M. (2013) 'Noi aspecte ale plasticii antropomorfe descoperite la Dunărea de Jos', *Materiale și Cercetări Arheologice (serie nouă)* IX: 83-96.
- Vintilă, C.M. și Neagu, M. (2016) 'Aspects de la plastique de la Culture Gumelnița: Pièces de mobilier et d'autres éléments de ritual', în A. Panaite, R. Cîrjan și C. Căpiță (ed.) *Moesica et Christiana, Studies in Honorem of Professor Alexandru Barnea*, pp. 481-7, Muzeul Brăilei 'Carol I': Ed. Istros.

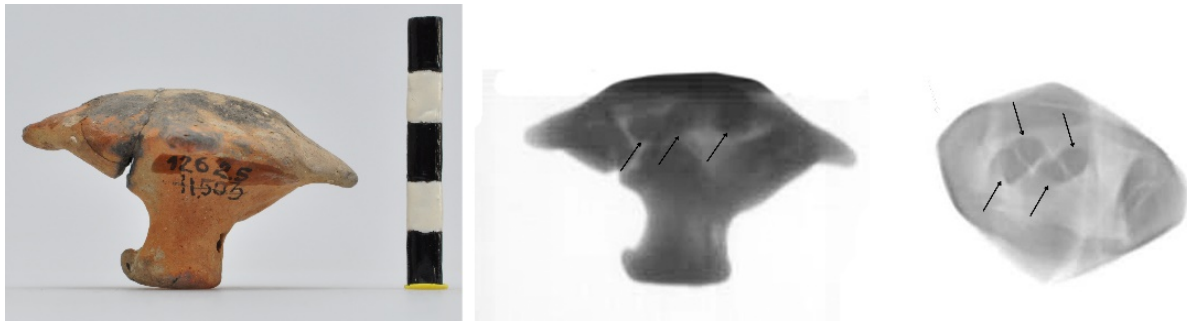


Figura 1. Statuetă avimorfă, Cunești (România) - a) Fotografie; b) Imagine tomografică (săgețile indică bilele de lut).

Bird like shaped statuette, Cunești (Romania) - a) Photography; b) Tomography (the arrows indicate the clay balls).



Figura 2. Statuetă avimorfă, Măriuța (România) - a) Fotografie; b) Imagine tomografică (săgețile indică punctul de joncțiune dintre corp și pedestal).

Bird like shaped statuette, Măriuța (Romania) - a) Photography; b) Tomography (the arrows indicate the junction point between body and pedestal).

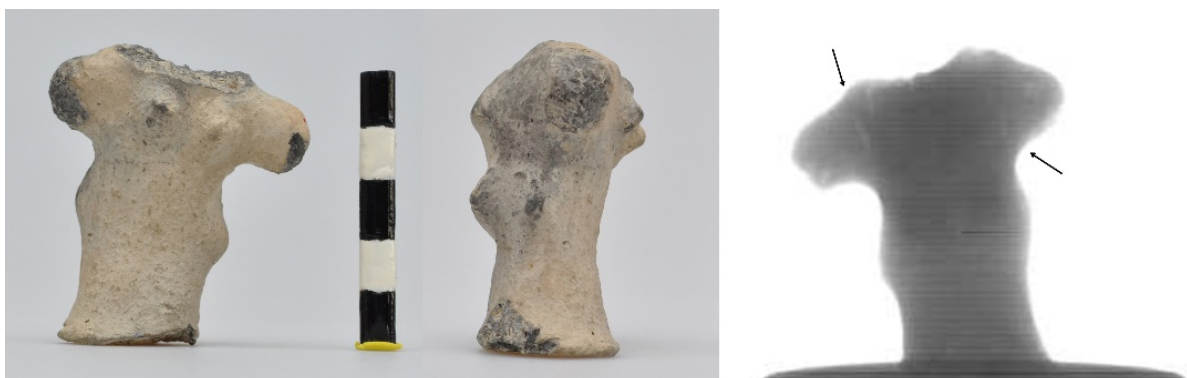


Figura 3. Statuetă antropomorfă, Măriuța (România) - a) Fotografie; b) Imagine tomografică (săgețile indică punctul de joncțiune dintre brațe și corp).

Anthropomorphic statuette, Măriuța (Romania) - a) Photography; b) Tomography (the arrows indicate the junction point between arms and body).



Figura 4. Statuetă antropomorfă, Măriuța (România) - a) Fotografie; b) Imagine tomografică (săgețile indică punctul de joncțiune dintre brațe și corp); Vedere frontală (stânga), Vedere dorsală (dreapta).

Anthropomorphic statuette, Măriuța (Romania) - a) Photography; b) Tomography (the arrows indicate the junction point between arms and body); Front view (left), Dorsal view (right).

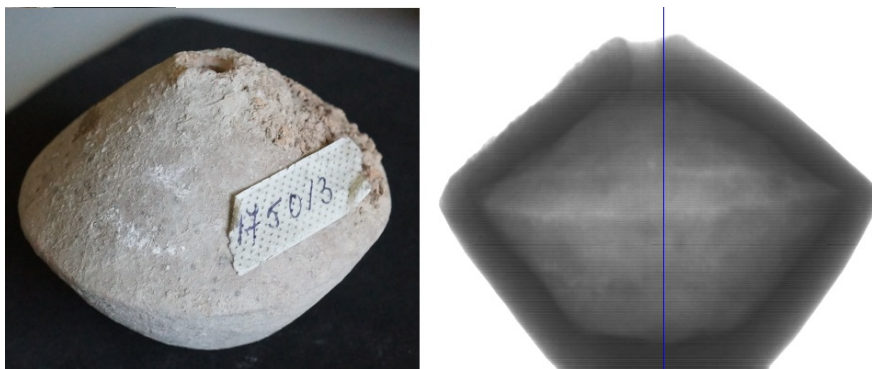


Figura 5. Vas bitronconic miniatural, Sultana 'Malu Roșu' (România) - a) Fotografie; b) Imagine tomografică.

Miniature bitronconic vessel, Sultana 'Malu Rosu' (Romania) - a) Photography; b) Tomography.



Figura 6. Statuetă antropomorfă, Vidra (România) - a) Fotografie; b) Imagine tomografică.

Anthropomorphic statuette, Vidra (Romania) - a) Photography; b) Tomography.



Figura 7. Statuetă antropomorfă, Vidra (România) - a) Fotografie; b) Imagine tomografică.
Anthropomorphic statuette, Vidra (Romania) - a) Photography; b) Tomography.



Figura 8. Statuetă antropomorfă, Vidra (România) - a) Fotografie; b) Imagine tomografică.
Anthropomorphic statuette, Vidra (Romania) - a) Photography; b) Tomography.