



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ ΣΥΜΠΟΣΙΟΥ



7^ο Συμπόσιο Αρχαιομετρίας της ΕΑΕ

Αρχαιολογία - Αρχαιομετρία

30 Χρόνια μετά

Αθήνα, 9-12 Οκτωβρίου 2019

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

7^ο ΣΥΜΠΟΣΙΟ ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ - ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΡΙΑ: 30 ΧΡΟΝΙΑ ΜΕΤΑ

Αθήνα, 9-12 Οκτωβρίου, 2019

Βυζαντινό και Χριστιανικό Μουσείο

ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ ΣΥΜΠΟΣΙΟΥ

ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Αρτέμιος Οικονόμου
Μεταξία Παπαγεωργίου
Μαρία Καπαρού

ΣΥΝΤΑΞΗ ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΥ

Ερατώ Βέμου
Αθηνά Νικολοπούλου
Κατερίνα Σιδηροπούλου

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ

Αρτέμιος Οικονόμου

Αθήνα
2019

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Γ. Μπασιάκος	ΕΚΕΦΕ “Δημόκριτος”
Γ. Φακορέλλης	Πανεπιστήμιο Δ. Αττικής
Ε. Φιλιππάκη	ΕΚΕΦΕ “Δημόκριτος”
Α. Οικονόμου	The Cyprus Institute
Μ. Παπαγεωργίου	The American College of Greece, DERE
Π. Λουκοπούλου	Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού
Γ. Θεοδώρου	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μ. Καπαρού	ΕΚΕΦΕ “Δημόκριτος”

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Prof. C. Renfrew, (Πρόεδρος Ε.Ε.)	Cambridge University
Δρ. Ε. Αλούπη-Σιώτη	ΘΕΤΙΣ Authentics
Prof. J. Buxeda i Garrigós	University of Barcelona
Δρ. Αικ. Δελλαπόρτα	Βυζαντινό-Χριστιανικό Μουσείο
Καθηγ. Ν. Ζαχαριάς	Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Prof. R. Jones	University of Glasgow
Δρ. Π. Καρκάνας	Wiener Laboratory ASCSA
Δρ. Α.-Γ. Καρύδας	ΕΚΕΦΕ “Δημόκριτος”
Καθηγ. Β. Κασσιανίδου	Πανεπιστήμιο Κύπρου
Καθηγ. Δ. Κοντοπούλου	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Καθηγ. Αικ. Κούλη	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Δρ. Β. Κυλίκογλου	ΕΚΕΦΕ “Δημόκριτος”
Καθηγ. Ι. Λυριτζής	Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Δρ. Γ. Μανιάτης	ΕΚΕΦΕ “Δημόκριτος”
Δρ. Έ. Μαργαρίτη	The Cyprus Institute
Καθηγ. Σ. Μπογιατζής	Πανεπιστήμιο Δ. Αττικής
Δρ. Χαρ. Μπρεκουλάκη	Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών
Καθηγ. Σ. Παυλίδης	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Dr. E. Photos-Jones

Prof. Th. Rehren

Δρ. Μ. Ρούμπου

Καθηγ. Απ. Σαρρής

Dr. Stos-Gale

Καθηγ. Γρ. Τσόκας

Scottish Analytical SAA

The Cyprus Institute

Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Πανεπιστήμιο Κύπρου

f. University of Oxford

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΧΟΡΗΓΟΙ

Βυζαντινό και Χριστιανικό Μουσείο



ΒΥΖΑΝΤΙΝΟ & ΧΡΙΣΤΙΑΝΙΚΟ ΜΟΥΣΕΙΟ
Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού

ΕΚΕΦΕ 'Δημόκριτος'



ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»

Art e Solutions



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	i
Introduction	iii
Προσκεκλημένη ομιλία Exclusion and the 'matter of luck': how to get most of lead isotope data for the provenance studies of prehistoric metals. Z. Stos-Gale	1
Θεματική Συνεδρία I: Απόλυτες Χρονολογήσεις-Παλαιοπεριβάλλον-Αρχαιοσεισμολογία Προφορικές ανακοινώσεις	3
Archaeoseismology: Constraints in identifying historical earthquakes. S. Pavlides	5
Isothermal Thermoluminescence vs Electron Spin Resonance dating of fault gouge from palaeo-earthquakes: recent advances. E. Tsakalos, G. Mitrikas, M. Kazantzaki, T. Nishiwaki, A. Lin, Y. Bassiakos and E. Filippaki	7
Progressive sea transgression during the Late Holocene in Vatika Bay (S. Laconia, Peloponnese, Greece). E. Kolaiti	9
Φυσικογεωλογική εξέλιξη του Ελλαδικού χώρου και δυνατότητα κατά προσέγγιση χρονολόγησης μυθολογικών «γεγονότων» ή μία μέθοδος γεωμυθολογικής χρονολόγησης. H. Μαριολάκος και Ε. Καπουράνη	11
Υπολογισμός της επίδρασης του διαμερίσματος της θάλασσας της δεξαμενής ανταλλαγής του άνθρακα C- 14 στο Βορειανατολικό Αιγαίο κατά την προϊστορική περίοδο. Γ. Φακορέλλης	13
Μικροστρωματογραφία και γεωχημεία του Μυκηναϊκού λακκοειδούς «τάφου του Γρύπα πολεμιστή» στην Πύλο: συμβολή στην μελέτη της ταφονομίας και των ταφικών πρακτικών του μνημείου. Π. Καρκάνας, S. Stocker και J. Davis	15
TA-OSL for luminescence age limit extension beyond 1Ma; methodological aspects and preliminary dating results. G. Polymeris	17
Το ταφικό μνημείο της Αμφίπολης μέσα από τις απόλυτες χρονολογήσεις των επιχώσεων και τη στρωματογραφία του λόφου Καστά. Ε.Μ. Καμπούρογλου και Ε.Ε. Καμπούρογλου	19
Ο εποικισμός του Αιγαίου κατά την Αρχή της Νεολιθικής και Πρώιμης Εποχής του Χαλκού όπως ανιχνεύεται με χρονολογήσεις Ραδιοάνθρακα. Συσχέτιση με αποτελέσματα aDNA. Γ. Μανιάτης	21
56 χρόνια μετά: η πρόσφατη ανασκαφή του Σπηλαιού Πανός Μαραθώνα και η χρονολόγηση των ανθρωπογενών επιχώσεών του. Α. Μαρή και Γ. Φακορέλλης	23

Θεματική Συνεδρία I: Απόλυτες Χρονολογήσεις-Παλαιοπεριβάλλον-Αρχαιοσεισμολογία Αναρτημένες ανακοινώσεις	25
Absolute dating of paleo-earthquakes: Luminescence dating of fault rock related material. M. Kazantzaki, E. Tsakalos, Y. Bassiakos, E. Filippaki, T. Rondoyanni and Ch. Georgiou	27
Aegean beachrocks as relative sea level change index point. E. Kolaiti and N. Mourtzas	29
Εκτίμηση ηλικίας θαλάσσιων αποθέσεων του Αργολικού πεδίου, δια της χρονολόγησης με ESR απολιθωμένων γαστερόποδων <i>Strombus bubonius</i> . I. H. Μαργαρίτης, I. E. Μπασιάκος, Γ. Θεοδώρου και Μ. Δερμιτζάκης	31
Absolute scientific Dating of early Mortuary behavior in Crete using ultrafiltration AMS radiocarbon (ADAM). A. Nafplioti	33
Geochronology and Paleogeography of Akrotiri Salt Lake, Lemesos, Cyprus. M. Polidorou, N. Evelpidou, H. Drinia, T. Tsourou, F. Salomon and L. Blue	35
Defining the time frame of a prehistoric site near Ioannina, using OSL dating method. K.C. Stamoulis and V. K. Siozou	37
New evidences of the time frame of the architectural remains of the archaeological site at Vathy, Astypalaia. K.C. Stamoulis, A. Vlachopoulos, I. Tsodoulos and I. Pappas	39
Potential of OSL and ITL signal resetting of experimentally sheared quartz from natural gouge at varying slip rates and normal stresses. E. Tsakalos, M. Kazantzaki, T. Nishiwaki, A. Lin, Y. Bassiakos and E. Filippaki	41
Θεματική Συνεδρία II: Γεωφυσικές διασκοπήσεις Προφορικές ανακοινώσεις	43
Η γεωφυσική διασκόπηση ως εργαλείο μεθοδικής αποτύπωσης της πολεοδομικής οργάνωσης αρχαίων οικιστικών συνόλων στην Περιφερειακή Ενότητα Κιλκίς. Γ. Τσόκας και Γ. Στρατούλη	45
3-Dimensional mapping of Ploutos Cave - a 59 m deep vertical cave. What can we gain from that? I. Kampolis, Y. Psaltakis and S. Triantafyllidis	47
A comprehensive study of the ancient mine of Esperanza in Lavrion district, Attica, Greece. M. Vaxevanopoulos, J. Ross, P. Voudouris, A. Kapetanios, V. Melfos and Z. Papadopoulou	49
Side scan sonar and subbottom profiling data in detecting ancient wooden hull wrecks: a case study the “Fiskardo” wreck Kefallinia island, Ionian Sea. G. Ferentinos, M. Geraga, D. Christodoulou, E. Fakiris, X. Dimas, N. Georgiou, S. Kordella, G. Papatheodorou, M. Prevenios and M. Sotiropoulos	51
Ένα Καινοτόμο Μοντέλο Πρόβλεψης Θέσεων στην Αρχαιολογία: Το Μοντέλο Τάσης Κατοίκησης (MTC). Γ. Μαλαπέρδας και Ν. Ζαχαριάς	53

Astronomical dating of the Trojan War-Complements to Homer. S.P. Papamarinopoulos	55
Φωτοερμηνεία-Τηλεπισκόπηση και Γεωφυσική Διασκόπηση, Όρμος Βοϊδοκουλιάς Νομού Μεσσηνίας: Εντοπισμός θαμμένων αρχαιολογικών καταλοίπων. Α. Χρόνη	57
Θεματική Συνεδρία II: Γεωφυσικές διασκοπήσεις Αναρτημένες ανακοινώσεις	59
Γεωφυσικές έρευνες εντός μνημείων: Δυνατότητες και Αδυναμίες. Γ. Τσόκας και Ν. Διαμαντή	61
Θεματική Συνεδρία III: Βιοϋλικά-Βιοαρχαιολογία Προφορικές ανακοινώσεις	63
Kean miltos, Lemnian miltos: The significance of a place-name in Greco-Roman craft and industry. E. Photos- Jones	65
Storage practices in the Late Bronze Age Aegean: investigation of molecular signatures in storage vessels through organic residue analysis. M. Roumprou and N. Kalogeropoulos	67
Αρχαιομετρικές αναλύσεις σε σκελετικά υπολείμματα από μια δευτερογενή ταφή στο Καστρούλι, Δελφοί. Ι. Κοντόπουλος, Ι. Λυριτζής, Μ. Alexander, Κ. Penkman και Μ. J. Collins	69
Κερασφόρα, κέρατα και κερατίνη: Κόκκινη χρωστική σε γόμφους κεράτων από το Ακρωτήρι Θήρας. Γ. Αλεξόπουλος	71
Histotaphonomy and Mineral Content of Bone: A Case Study from Vraona. M.S. Mallouchou, E.T. Stathopoulou and G.E. Theodorou	73
Study of “black” pygmy bones from the site of Aetokremnos in Cyprus. E. Stathopoulou, E. Filippidi and G. Theodorou	75
Θεματική Συνεδρία III: Βιοϋλικά-Βιοαρχαιολογία Αναρτημένες ανακοινώσεις	77
Microbial activity in excavated bone: examples from Greece & Cyprus. E. Stathopoulou and M. Mallouchou	79
Θεματική Συνεδρία IV: Αρχαιομεταλλουργία Προφορικές ανακοινώσεις	81
Η καταγραφή των αρχαίων μεταλλείων χαλκού της Κύπρου μέσα από διεπιστημονική έρευνα. Β. Κασσιανίδου	83
Αστέρια Γλυφάδας. Προϊστορική εργαστηριακή εγκατάσταση μεταλλουργικών δραστηριοτήτων. Κ. Καζά, Κ. Καραϊνδρου, Ι. Γκουρτζιούμη, Γ. Μαστροθεόδωρος, Α. Hein, Ε. Φιλιππάκη και Ι. Μπασιάκος	85

Study of a necklace with silver and steatite beads from the EM I Gournes Cemetery. V. Perdikatsis, S. Sotiropoulou, Chr. Apostolaki, E. Filippaki and Y. Bassiakos	87
Χημική ανάλυση χάλκινων αντικειμένων της Μέσης Εποχής του Χαλκού από τη θέση Λάπηθος-Βρύση του Πάρπα (Κύπρος). Α. Χαραλάμπους και J.M. Webb	89
Metal types of Late Geometric bronze tripod cauldrons. M. Bode, M. Kiderlen, G. Mastrotheodoros, E. Filippaki and Y. Bassiakos	91
Processing of mineral resources and the organization of metal production in Thasos from the Late Neolithic to the Early Iron Age. N. Nerantzis and S. Nodine	93
Η ελληνιστική περίοδος (3ος έως 1ος π.Χ) στη Λαυρεωτική, ως περίοδος τεχνολογικών ανακαλύψεων και μεταφοράς τεχνολογίας στην Αίγυπτο των Πτολεμαίων. Γ.Δ. Παπαδημητρίου	95
Tracing casting procedures in Stavros, Chalandritsa LBA settlement, Western Achaea, Greece. I. Iliopoulos and K. Soura	97
Νέα δεδομένα για την αρχαιομεταλλουργία στην Αντίπαρο. Ζ. Παπαδοπούλου, Ε. Νικολακοπούλου, Ε. Φιλιππάκη και Γ. Μαστροθεόδωρος	99
Τεχνικές εξέτασης (pXRF / SEM-EDS) σε χάλκινα ευρήματα από το Μινωικό Ιερό Κορυφής των Κυθήρων. Αικ. Παναγοπούλου	101
Διάτρητες «αιγαιακές» μεταλλουργικές κάμινοι των Πρώιμων Χρόνων: Νέα δεδομένα από την Ακρόπολη της Αθήνας. Β.Ε. Δημητρίου, Ε. Φιλιππάκη και Ι. Μπασιάκος	103
Η συμβολή και αναγκαιότητα της αρχαιομετρίας στην ελληνική μνημειακή χαλκοπλαστική: το παράδειγμα των αρχαίων χαλκών στα ελληνικά μουσεία. Κ.Α. Δάφας	105
Θεματική Συνεδρία IV: Αρχαιομεταλλουργία Αναρτημένες ανακοινώσεις	107
Searching for metal-processing activities at prehistoric Thorikos. A. Charalambous, E. Philippaki, M. Manataki, V. Kassianidou, S. Déderix, N. Papadimitriou, A. Sarris, M. Kayafa and Y. Bassiakos	109
Αρχαιομεταλλουργικές δραστηριότητες στους πρωτοελλαδικούς οικισμούς της Ραφήνας και του Ασκηταριού, Αττικής από τις ανασκαφές Δ. Θεοχάρη. Προκαταρκτικές παρατηρήσεις. Κ. Καραϊνδρου, Ε. Φιλιππάκη και Ι. Μπασιάκος	111
Τεχνολογική μελέτη (OM, μXRF, SEM/EDS) μεταλλικών τέχνηργων από ιερά της Τεγεάτιδας (10ος-7ος αιώνας π.Χ.). Ν. Κ. Κλαδούρη, Α.Γ. Καρύδας, Β. Κανταρέλου, Β. Ορφανού και Ν. Ζαχαριάς	113
A preliminary study of Non - Destructive Physicochemical Analysis on Islamic Metallic Objects. Ch.-K. Kousouni, Th. Gkanetsos, A. Panagopoulou, D. Kotzamani, A. Foka and M. Zacharia	115

Instrumental analysis of Greek bronze helmets –methodological concerns and solutions for the characterization of tinning. P. Manti and D. Watkinson	117
Μη καταστροφική p-XRF εξέταση προϊστορικών μεταλλικών αντικειμένων από θέσεις της Καρυστίας (Ν. Εύβοια): προκαταρκτικά αποτελέσματα. Γ. Μαστροθεόδωρος, Ε. Φιλιππάκη, Ž. Tankosić και Φ. Μαυρίδης	119
Sapaion Oros (Σαπαίων Όρος): a Thracian tribe's metallurgical district? N. Nerantzis, E. Photos-Jones and S. Papadopoulos	121
Metalworkers' workshops at Gonur and other Bactria-Margiana Archaeological Complex (BMAC) sites. O.A. Papachristou	123
Ανακάλυψη Αρχαίας Καμίνου φρύξης στην Λαυρεωτική και το πρόβλημα της εκμετάλλευσης του γαληνίτη για παραγωγή αργύρου. Γ. Δ. Παπαδημητρίου και Η. Κατσαρός	125
Θεματική Συνεδρία V: Κεραμικές και υαλώδεις ύλες Προφορικές ανακοινώσεις	127
Το αρχαιολογικό πείραμα, η πειραματική αρχαιολογία και η εμπειρία της αναπαραγωγής με αρχαιομετρικά κριτήρια. Α. Μουνδρέα-Αγραφιώτη και Ε. Αλούπη-Σιώτη	129
Compositional variation of Clay Raw Materials in the Dodecanese in view of Pottery Production and Provenance Studies. A. Hein, E. Nodarov, L. Betina and V. Kilikoglou	131
Καινοτόμες Εφαρμογές Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Διέλευσης (TEM) στην Αρχαιολογική Έρευνα Υάλων και Χρωστικών. Ν. Ζαχαριάς, Ε. Παλαμάρα, P.P. Das και Σ. Νικολόπουλος	133
Αρχαιομετρική ανάλυση κεραμικής από την Κεφάλα Βασιλικής, Ιεράπετρα Κρήτη. Ε. Πανταζή, Ι. Ηλιόπουλος και Ε. Νοδάρου	135
Προέλευση και χαρακτηρισμός της κεραμικής από την Προϊστορική θέση «Καστρούλι» στη Δεσφίνα Φωκίδος, πλησίον Δελφών. Τ. Τσουρούνη	137
Production technology of tin coated vessels: an archaeometric and experimental study of tin coated vessels from Deiras cemetery. K. Christodoulou, A. Hein and V. Kilikoglou	139
Θεματική Συνεδρία V: Κεραμικές και υαλώδεις ύλες Αναρτημένες ανακοινώσεις	141
Ανάλυση χρωστικών διακοσμημένης κεραμικής της πρώιμης Τελικής Νεολιθικής από το Μεγάλο Νησί Γαλάνης, Κίτρινη Λίμνη (Σαριγκιόλ) Κοζάνης. Ε. Αλούπη-Σιώτη και Α. Καλογήρου	143
Archaeometric characterization of the Renaissance tiles in Palace of the Dukes of Medinaceli (Cogolludo, Guadalajara). J. Buxeda i Garrigós, M. Madrid i Fernández, J. G. Iñáñez and I. Ramírez González	145

Shared technological milieus: defining the borders between wheel-made and hand-made production in Early Helladic Argolis. M. Choleva, E. Kiriati, N. Petropoulos and Noemi S. Müller	147
Analytical survey of Roman ceramics discovered in East Phokis and East Lokris using portable energy-dispersive X-ray fluorescence analysis (pEDXRF). A. Hein and D. Grigoropoulos	149
Egyptian blue from Kos: examination of successfully and unsuccessfully produced pellets by pXRF and XRD. A. Kostomitsopoulou Marketou, K. Kouzeli, F. Caruso and S. Handberg	151
Ceramic kiln infrastructures in Roman Patras, province of Achaea: an archaeometric approach. N. Kougia, H. Simoni and I. Iliopoulos	153
Experimenting with clays: towards the definition of local pottery production in prehistoric southern Samos. Σ. Μενελάου και Ο. Κουκά	155
A preliminary study of the production technology of porcelains in Mytilene (Greece). A.P. Panagopoulou, J. Vroom, A. Hein and V. Kilikoglou	157
Study of glazed ceramics dated to the byzantine & postbyzantine periods from the ancient Agora at Athens. A.P. Panagopoulou, J. Vroom, A. Hein and V. Kilikoglou	159
From Mycenaeans to Romans: Reflecting on early glass technology in Greece. M. Papageorgiou, M. Kaparou and A. Oikonomou	161
A geochemical evaluation of Roman-Late Roman wares of surface survey in Sphakia area, Crete, Greece. A.-M. Pollatou, I. Iliopoulos and E. Nodarou	163
An experimental interpretation of the presence of female genitalia in Early Bronze Age "Frying Pan" type ceramics from the Cyclades. I. Siotis and E. Aloupi-Siotis	165
Microscopic and analytical studies of late Classical and Hellenistic pottery from ancient Messene, Greece. E. Triantafyllidi, E. Palamara, E. Zimi and N. Zacharias	167
Θεματική Συνεδρία VI: Λίθινα-Κονιάματα-Χρωστικές Προφορικές ανακοινώσεις	169
Applications of in-situ non-destructive techniques regarding documentation, identification of pigments, authentication and promotion of our culture heritage, in the Library of Halki Theological School. Th. Gkanetsos, S. Akyüz, Archimandrite Kaisarios Chronis and S. Celik	171
Μελέτη της διακόσμησης του μαρμάρινου κοσμήτη στο Καθολικό της Μονής Δαφνίου. Π. Λουκοπούλου, Σ. Μπογιατζής και Γ. Φακορέλλης	173
The marbles of the quarries Abu Hayat and Ahmet Beyli in the area of Ephesos. V. Anevlavi, W. Prochaska and S. Ladstätter	175

Ανάπτυξη μεθόδου HPLC-DAD για τον ποσοτικό προσδιορισμό οργανικών χρωστικών. Α. Βασιλειάδου, Ι. Καραπαναγιώτης και Α.Σ. Ζώτου	177
Δυνατότητες και περιορισμοί στη διερεύνηση της τεχνολογίας και των υλικών κατασκευής λάκας αντικειμένου από τη Κινέζικη συλλογή του Μουσείου Μπενάκη. Ε.Β. Φαρμακαλίδου, Σ. Μπογιατζής και Α. Σαμπατάκος	179
Διερεύνηση τεχνολογίας κατασκευής υδραυλικών κονιαμάτων από αρχαίες δεξαμενές στο Βρυόκαστρο της Κύθνου. Α. Παπουτσάκη, Γ. Φακορέλλης και Α. Μαζαράκης-Αινιάν	181
Το Αρχαίο Θέατρο της Ηφαιστίας Λήμνου (Ελλάδα): Χαρακτηρισμός και Προέλευση των Δομικών Λίθων. Μ. Βαρτή-Ματαράγκα, Γ. Κατσίκης και Δ. Ματαράγκας	183
Ορυκτολογικός και πετρογραφικός και χαρακτηρισμός πετρωμάτων της νήσου Αστυπάλαιας με σκοπό τη διερεύνηση προέλευσης λίθινων προϊστορικών τεχνέργων από το Βαθύ. Μ. Κοκκαλιάρη, Ι. Ηλιόπουλος, Ε. Αδάμ και Α. Βλαχόπουλος	185
Macroscopic XRF imaging in unravelling polychromy on Mycenaean wall-paintings from the Palace of Nestor at Pylos. Ε. Kokiasmenou, C. Caliri, V. Kantarelou, A.G. Karydas, F.P. Romano and H. Brecoulaki	187
Κιννάβαρη από το Λαύριο Αττικής- νέα ευρήματα επιτάσσουν την επαναπροσέγγιση του Περί λίθων του Θεόφραστου του Ερέσιου. Θ. Κατσαρός	189
Θεματική Συνεδρία VI: Λίθινα-Κονιάματα-Χρωστικές Αναρτημένες ανακοινώσεις	191
Ανθεμωτή ανάγλυφη επίστεψη από τον κυκλικό τάφο Δερβενίου Θεσσαλονίκης, Ελλάδα. Σ. Βιβντένκο, Αικ. Τζαναβάρη και Α. Βασιλειάδου	193
Μελέτη πολύτιμων λίθων της συλλογής του Ιστορικού Μουσείου Ιωαννίνων. Θ. Γκανέτσος, Ε. Μπορμπόλη και Χ. Νικολάου	195
F.P. Romano, Advanced micro-XRF scanning methodologies applied for the characterization of Roman wall-paintings. S. Fotiou, A.G. Karydas, N. Zacharias and C. Caliri	197
Εξαλείφοντας τη λαδιά: η συμβολή της φασματοσκοπίας Raman στην άμεση αποκατάσταση των εκθεσιακών χώρων του Βυζαντινού και Χριστιανικού Μουσείου. Θ. Κατσαρός	199
Lapis Lazuli από μίαν «άγνωστη» γεωλογική εμφάνιση στα νότια περίχωρα της Ρώμης Ερωτήματα για την αιγιματική σιωπή των αρχαίων και μεσαιωνικών γραπτών πηγών. Θ. Κατσαρός, Β. Σκληρός, Π. Παπαζώτος και Μ. Περράκη	201
Αρχαιομετρικές παρατηρήσεις σε μια σαρκοφάγο του Διαχρονικού Μουσείου Λάρισας. Ν. Λάσκαρης, Θ. Γκανέτσος, Μ. Ντούγκα και Β. Τούλη	203
Διερεύνηση υλικών & τεχνικών κατασκευής όψιμων μεταβυζαντινών φορητών εικόνων με τεχνικές ακτίνων Χ. Γ. Μαστροθεόδωρος, Α. Ασβεστάς, Δ. Δριστιλιάρης, Ε. Φιλιππάκη, Κ. Μπέλτσιος, και Δ. Αναγνωστόπουλος	205

Οι τοιχογραφίες του καθολικού της Ιεράς Μονής Στρατηγοπούλου, νήσου λίμνης Ιωαννίνων: διερεύνηση με εφαρμογή αναλυτικών τεχνικών. Γ. Μαστροθεόδωρος, Κ. Μπέλτσιος, Δ. Αναγνωστόπουλος, Ε. Φιλιππάκη και Β. Παπαδοπούλου	207
Μελέτη ιζήματος από το εσωτερικό Μυκηναϊκής τριποδικής χύτρας από τη Σαλαμίνα με συνδυαστικές τεχνικές XRD, XRF, SEM, Raman. Α. Οικονόμου, Χρ. Μαραμπέα, Χρ. Παπαχριστοδούλου και Δ. Παλλές	209
Χαρακτηρισμός τοιχογραφιών του Βυζαντινού παρεκκλησίου των Αγίων Αναργύρων Ιεράς Μονής Βατοπαιδίου: μια συνθετική μελέτη. Α. Οικονόμου, Ε. Κουλουμπή, Χ. Καρύδης και Ε. Παπαϊωάννου	211
Physicochemical analysis of a Macedonian Tomb's mortars: A case study of the Macedonian Tomb Saint Varvara Site, in Veria, Greece. Α. Panagoroulou, I. Zisekas and Ch.-K. Kousouni	213
Χαρακτηρισμός των δομικών υλικών και εντοπισμός της φθοράς τους στους «Τάφους των Βασιλέων» της Πάφου, Κύπρος. Ζ. Πανταζοπούλου, Ν. Καντηράνης, Β. Μαρίνος και Ε. Χαραλάμπους	215
Φυσικοχημικές αναλύσεις Ιεροσολυμίτικου ζωγραφικού έργου: Ι. Μονή Παμμεγίστων Ταξιαρχών Πηλίου. Α. Χατζόγλου, Χ. Καρύδης και Δ. Κανελλοπούλου	217
Θεματική Συνεδρία VII: Ανοιχτή θεματική ενότητα Προφορικές ανακοινώσεις	219
Η αρχαιομετρία στην Ελλάδα: 100 και πλέον χρόνια πριν. Γ. Μωραΐτου	221
The XRF laboratory at NCSR "Demokritos": Contribution to Cultural Heritage Research. Α.Γ. Karydas, V. Kantarelou, D. Sokaras, Ch. Zarkadas, E. Aloupi, V. Argyropoulos, H. Brecolaki, N. Zacharias, M. Kaparou, E. Kokiasmenou, M. Kontimpa, G. Mastrotheodoros, K. Tsampa, C. Caliri and F.P. Romano	223
Γεωφυσική διερεύνηση του Αρχαίου Οικισμού του Λεχαίου. Α. Σαρρής, Τ. Kalayci, Ν. Παπαδόπουλος, J. Donati, Ν. Αργυρίου, Γ. Κακουλάκη, Μ. Kucukdemirci, G. Cantoro, F. Di Biase, Μ. Μανατάκη, Μ. Παπαδάκης, Ν. Νίκας, Ρ. Scotton και Κ. Κίσσας	227
Παλαιοπεριβάλλον στον προϊστορικό οικισμό στη θέση Κοίμηση Θηρασίας και νέα στοιχεία για την έκρηξη του ηφαιστείου της Σαντορίνης από την ανασκαφή. Κ. Σμπόνιας, Ι. Τζαχίλη, G. Hodgins, C. Pearson και T. Wazny	229
Early Bronze Age Manika on Euboea. A Cycladic Colony or not? Α. Nafplioti	231
The origins of archaeometry in Greece: A narrative from the recent past. Μ. Deli	233
Εκτίμηση της επίδρασης των συντελεστών μετατροπής στην ακρίβεια των χρονολογήσεων με τη μέθοδο της οπτικά διεγερόμενης φωταύγειας. Νέοι συντελεστές μετατροπής. Ι. Χριστοδουλάκης	235

Towards a dialogic perpetuation of cultural heritage. D. Makris	237
Endoscopy and qualitative archaeometric material analysis from microns to meters using ultrasounds. G. Karagiannis	239
Θεματική Συνεδρία VII: Ανοιχτή θεματική ενότητα Αναρτημένες ανακοινώσεις	241
On the scaling of the global average surface temperature during last two million years. J. Christodoulakis, G. Kouremadas and C. Varotsos	243
Οδοιπορικό στον Μυστρά: Ψηφιακή Αφήγηση της Πολεοδομικής Εξέλιξης της Καστροπολιτείας. B. Παναγιωτίδη και N. Ζαχαριάς	245
Ερευνητικές δομές-Χορηγοί	247
IPERION-CH.gr: Καινοτόμες μέθοδοι, τεχνικές και εργαλεία με εφαρμογές στην ανάλυση, διάγνωση, τεκμηρίωση, μελέτη, προστασία και ανάδειξη αρχαιολογικών αντικειμένων, έργων τέχνης, ιστορικών μνημείων και αρχαιολογικών χώρων. Π. Πουλή, Σ. Σωτηροπούλου και Δ. Άγγλος	249
Ίδρυμα “ΟΡΜΥΛΙΑ”, έξυπνη εξειδίκευση-καινοτομία για την τεκμηρίωση της πολιτιστικής μας κληρονομιάς. Γ. Καραγιάννης	251
Modern TEM Applications on Cultural Heritage Materials: How to Access in Greece. Ε. Παλαμάρα	253
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ	255
ΛΙΣΤΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ	269

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αγαπητοί Συνάδελφοι,

Σας καλωσορίζουμε στο 7^ο Συμπόσιο Αρχαιομετρίας της Ελληνικής Αρχαιομετρικής Εταιρείας (ΕΑΕ) που πραγματοποιείται από την Τετάρτη 9 Οκτωβρίου μέχρι και το Σάββατο 12 Οκτωβρίου 2019 στους χώρους του Βυζαντινού και Χριστιανικού Μουσείου της Αθήνας, ύστερα από ευγενή χορηγία και υποστήριξη της Διευθύντριας του, Δρος Αικ. Δελλαπόρτα.

Το Συμπόσιο έχει τίτλο **“Αρχαιολογία-Αρχαιομετρία: 30 χρόνια μετά”**, καθώς επίκειται η συμπλήρωση, τριάντα χρόνων από τη διοργάνωση του 1^{ου} Συμποσίου Αρχαιομετρίας της ΕΑΕ, 26-28/01/1990, που έφερε τον εμβληματικό τίτλο (αλλά και επιδίωξη) “Σύνδεση Αρχαιολογίας και Αρχαιομετρίας”.

Περισσότερες από 100 πρωτότυπες και ενδιαφέρουσες εργασίες, υπογραφόμενες από περίπου 240 ερευνητές, Έλληνες και ξένους, παρουσιάζονται στο Συμπόσιο και κατανέμονται στις εξής θεματικές ενότητες:

- α) Απόλυτες Χρονολογήσεις, Παλαιοπεριβάλλον και Αρχαιοσεισμολογία
- β) Γεωφυσικές Διασκοπήσεις
- γ) Βιοϋλικά και Βιοαρχαιολογία
- δ) Αρχαιομεταλλουργία
- ε) Κεραμικές και Υαλώδεις Ύλες
- στ) Λίθινα, Κονιάματα και Χρωστικές
- ζ) Ανοιχτή θεματική

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των εργασιών, που παρουσιάζονται σε προφορικές και αναρτημένες ανακοινώσεις, είναι ότι συμμετέχουν σε αυτές ως συγγραφείς, όχι μόνο ειδικοί από τις Θετικές Επιστήμες αλλά και Αρχαιολόγοι, έτσι ώστε η “Σύνδεση Αρχαιολογίας και Αρχαιομετρίας” να αποτελεί, πλέον, γεγονός στην Ελλάδα. Εξίσου σημαντική είναι και η παρουσία νέων επιστημόνων που παρουσιάζουν υψηλού επιπέδου εργασίες, αναφερόμενες σε ζητήματα πολιτιστικής κληρονομιάς και σε υλικό προερχόμενο από τον Ελλαδικό χώρο και από την ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου.

Την Επιστημονική Επιτροπή (ΕΕ) του Συμποσίου απαρτίζουν κορυφαίοι ερευνητές, οι περισσότεροι εκ των οποίων, έχουν επανειλημμένα εργασθεί σε αρχαιομετρικά προγράμματα της Ελλάδας και της Κύπρου, ενώ παράλληλα συμμετέχουν στο Συμπόσιο και οι ίδιοι με την παρουσίαση σημαντικών εργασιών τους. Η συμβολή της ΕΕ και η συνεργασία των μελών της με την Οργανωτική Επιτροπή κατά την πρώτη αξιολόγηση και ταξινόμηση των περιλήψεων που υποβλήθηκαν ήταν ήδη σημαντική, και προβλέπεται να είναι περισσότερο ουσιαστική στην επακόλουθη φάση της επιστημονικής κρίσης των εργασιών που θα υποβληθούν προς δημοσίευση στα Πρακτικά του Συμποσίου.



Απευθύνουμε θερμές ευχαριστίες στους χορηγούς, στους εθελοντές, αλλά και στους σπουδαστές που υποστήριξαν ουσιαστικά το Συμπόσιο. Πρωτίστως, όμως, ευχαριστούμε τους ερευνητές-συγγραφείς και τους παριστάμενους συνέδρους που ανταποκρίθηκαν μαζικά στην πρόσκληση της ΕΑΕ και υπέβαλαν εργασίες υψηλής επιστημονικής ποιότητας προς παρουσίαση και γόνιμη επιστημονική συζήτηση. Ως εκ τούτου, το 7^ο Συμπόσιο Αρχαιομετρίας αναμένεται να είναι αντάξιο των προηγούμενων αντίστοιχων διοργανώσεων της Ελληνικής Αρχαιομετρικής Εταιρείας.

Η Οργανωτική Επιτροπή και το ΔΣ της ΕΑΕ

INTRODUCTION

Dear Colleagues,

We welcome you to the 7th Symposium on Archaeometry of the Hellenic Society for Archaeometry (HSA) taking place from Wednesday 9 October until Saturday 12 October 2019 at the premises of the Byzantine and Christian Museum, Athens, kindly sponsored and supported by the Museum's director, Dr. Aik. Dellaporta. The Symposium is entitled "Archaeology - Archaeometry: 30 years later", as it is about thirty years since the organization of the first Symposium on Archaeometry of the HSA, 26-28 / 01/1990, bearing the emblematic title (but also pursuit) " Linking Archaeology and Archaeometry".

More than 100 original and interesting papers, authored by almost 240 researchers, Greeks and foreigners, are presented at the Symposium and are classified into the following thematic units:

- a) Absolute Dating, Palaeoenvironment and Archaeoseismology
- b) Geophysical Prospection
- c) Biomaterials and Bioarchaeology
- d) Archaeometallurgy
- e) Ceramic and Vitreous Materials
- f) Stones, Plasters and Pigments
- g) Open Session

The particular characteristic of the papers presented in oral and poster sessions is that they are authored, not only by specialists in Physical Sciences but also by Archaeologists, so that the "Link between Archaeology and Archaeometry" is now a fact in Greece. Equally important is the presence of early career scientists who present high quality studies. Their research concerns issues on cultural heritage and material remains originating in Greece and the wider Mediterranean region.

The Symposium's Scientific Committee (SC) consists of leading scholars in their field, most of whom have repeatedly participated in archaeometric programs in Greece and Cyprus. They also participate in the Symposium themselves presenting important papers. The SC's contribution and the cooperation of its members with the Organizing Committee during the first evaluation and classification of the abstracts submitted has been already significant, and it is expected to be more substantial in the subsequent phase of the reviewing of the works to be published in the Symposium's Proceedings.

We would like to express our heartfelt gratitude to the sponsors, volunteers and students who support the Symposium. First and foremost, however, we would like to acknowledge the researchers-authors and the Symposium's participants who responded massively to the HSA's invitation by submitting papers of high scientific quality for presentation and fruitful scientific discussions.



Hence, the 7th Symposium on Archaeometry is expected to be worthy of the previous relevant venues of the Hellenic Society for Archaeometry.

The Organizing Committee and the Board of the HSA



Exclusion and the ‘matter of luck’: how to get most of lead isotope data for the provenance studies of prehistoric metals.

Z. A. Stos-Gale

Independent Researcher, formerly the University of Oxford and the University of Gothenburg

Abstract

Since 1982 when the first suggestion of a possibility of using lead isotope to provenance copper-based prehistoric metals was published (Gale and Stos-Gale 1982), numerous papers have appeared arguing for and against the use of this method for solving archaeological problems. Igor Villa (2016) summarised his opinion by saying that: *‘The unique identification of provenance at the present time is a matter of luck. A much more frequent result is the narrowing down of possible sources by exclusion.’* It is difficult to argue with the latter, but the former belittles the scientific strength of the lead isotope and geochemical characterisation of the minerals from different deposits. The most frequently raised argument against provenance studies based on isotope and chemical compositions is re-using and melting together metals from different sources. Ernst Pernicka discussed at length the ways of testing the metal compositions for the possibility of mixing metals from different sources and his arguments, in particular the statement that: *‘...if mixing and reuse of metal would regularly occur, then there would be a tendency towards a homogenisation of the composition and no metal groups would be identifiable at all..’* is strongly supported by the growing number of analytical data on the copper-based artefacts from around Europe dated to the Bronze Age.

It is quite obvious that the availability of the exhaustive database of elemental and lead isotope data for ore deposits and well dated artefacts, underpinned by archaeometallurgical surveys, is a necessary base for the interpretation of any new sets of data, and a possibility of drawing archaeological conclusions. For the time being the only open access database is the OXALID (<http://oxalid.arch.ox.ac.uk>) listing the data from the former Isotrace Laboratory at the University of Oxford. This database includes several thousands of lead isotope and some chemical analyses, relevant mostly to the Eastern Mediterranean Bronze Age. However, many more thousands of data have been published and researchers share privately their digital databases. Also, recently some publishers have started publishing the data relevant to the papers in the Excel format. The geochemical database for the European ore deposits and metal artefacts is growing steadily and this also brings the question of the best methodology for interpretation of these data. In my presentation I am going to discuss the current position of the archaeometallurgical lead isotope research, as well as its problems and advantages. I will also suggest the ways of using the available data to make most of this scientific method of looking into the earliest exploitation of ζ sources and the European trade routes.



Bibliography

- Gale N.H. and Stos-Gale Z.A., 1982. "Bronze Age Copper Sources in the Mediterranean: A new approach", *Science*, Vol. 216, 11-9.
- Pernicka E., 2014. "Provenance Determination of Archeological Metal Objects", in B.W. Roberts, C. Thornton (eds.), *Archaeometallurgy in Global Perspective. Methods and Syntheses*, Springer Science+Business Media New York, 239-68.
- Villa I.M., 2016. "Provenancing Bronze: Exclusion, Inclusion, Uniqueness and Occam's Razor", in G. Grupe, G.C. McGlynn (eds.), *Isotopic Landscapes in Bioarchaeology*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 141-54.

ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΕΙΣ-ΠΑΛΑΙΟΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ-ΑΡΧΑΙΟΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ



Archaeoseismology: Constraints in identifying historical earthquakes

S. Pavlides

Dpt. of Geology, Aristotle University of Thessaloniki

Abstract

Archaeoseismology is the study of palaeo-earthquakes through indicators in the archaeological record by multidisciplinary research, such as archaeological, seismotectonic and archaeometry. In this review presentation examples are given from Mikri Doxipara-Zoni archaeological site (NW Evros), Troy (NW Anatolia), Butrint (S. Albania), Kamena Vourla (C. Greece), and scepticisms for their identification.

Mikri Doxipara-Zoni consists of a tumulus (2nd c. AD). One of two brick-built altars has been heavily deformed by a system of normal faults, which clearly affect the ground surface. Secondary faulting also affecting the Roman ground surface, has been detected in other sites of the excavation. Taking into account the seismotectonic information of normal faults in Greece during historical earthquakes, as well as in paleoseismological research, it is estimated that the earthquake that formed this fault system was stronger than 6.5 and possibly 7.0. Radiocarbon dating of selected soil samples define the temporal occurrence of this event.

The late Holocene geomorphological evolution of Troy plain (Biga, Turkey), has been examined. Special emphasis is given in the normal fault of the northern hillside of Troy (Hisarlik). The morphotectonic characteristics were studied, its activity and the possibility to be responsible for the disastrous earthquake during the end of the Bronze Age (ca. 12th century BC), as the archaeological data evidence for Troy VI. Taking under consideration all the existing geological data in relation to new ones derived from the Greek-Turkish palaeoseismological collaboration, the skepticism remains, because despite the large amount of existing data, it is very difficult to propose a model for the landscape evolution and in many open issues remain, such as: When was Troy fault reactivated last? Are the archaeologically documented earthquake damages of Troy settlements (Troy III and VI) associated with Troy fault, or a distant one? Is the observed rising of the area (documented in boreholes as well as geomorphologically) a widespread event or a local one caused by the activity of local active faults (Dardanelles? Offshore Aegean?)

Acknowledgment

Thanks are due to Turkish colleagues of Onsekiz Mart Chanakkale University, Tutkun Z., Ateş Ö., Kürçer A., Özden S., also to Dr A. Ganas. Prof. R. Caputo, the archaeologists D. Triantaphylos and M. Papakostantinou and my colleagues of the Earthquake Geology Team, Auth.





Isothermal Thermoluminescence vs Electron Spin Resonance dating of fault gouge from palaeo-earthquakes: recent advances

E. Tsakalos ^(1, 2), G. Mitrikas ⁽³⁾, M. Kazantzaki ⁽¹⁾, T. Nishiwaki ⁽²⁾, A. Lin ⁽²⁾, Y. Bassiakos ⁽¹⁾ and E. Filippaki ⁽¹⁾

(1) Laboratory of Luminescence dating, Institute of Nanoscience and Nanotechnology, National Centre for Scientific Research, N.C.S.R. "Demokritos", Aghia Paraskevi, Athens 153 10, Greece

(2) Department of Geophysics, Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan

(3) EPR Laboratory, Institute of Nanoscience and Nanotechnology, National Centre for Scientific Research, N.C.S.R. "Demokritos", Aghia Paraskevi, Athens 153 10, Greece

Abstract

Deciphering the absolute age of past fault-generated seismic events is of fundamental importance in evaluating the seismicity and earthquake hazards of an area. As such, geochronology tries to address this subject using various techniques for dating earthquake-generated materials within fault zones. This study is part of a comprehensive palaeoseismic study in the Nojima Fault Zone (NFZ)-Japan, which explores the use of the luminescence and Electron Spin Resonance (ESR) dating, focusing on methodological aspects of the techniques and reports on a series of luminescence and ESR ages of fault gouge samples acquired from a deep borehole core. Our approach in this study is to date fine and medium size quartz and feldspar grains using the Isothermal-Thermoluminescence (ITL) and ESR dating techniques.

The derived results suggest that ITL may be a reliable method for direct dating of fault gouges, as it can produce dating results that may be consistent with gouge formation; the latter is considered contemporaneous with major seismic events. To this end, ITL gouge ages indicate the occurrence of neotectonic activity with repeated seismic slip events within the NFZ during the mid-late Pleistocene; however, ITL ages overestimation may be apparent. Nevertheless, even if we consider some degree of age overestimation, ITL gouge ages provide the upper age limit of formation (and/or resetting) of the different fault gouge layers. At the same time, ESR dating appears rather inappropriate for dating fault gouge material. It seems that the ITL signal can be reset at much lower temperatures than the signal of ESR, thus making ITL more appropriate for dating fault gouges in which heating conditions during fault slip along a fault plane could not be clearly established.





Progressive sea transgression during the Late Holocene in Vatika Bay (S Laconia, Peloponnese, Greece)

E. Kolaiti

Mining Engineer NTUA, PhD, AKTES NPO, 16 Kefallinias Str., 15231 Chalandri, Greece

Abstract

Five distinct beachrock generations between 5.10 m and 0.80 m below mean sea level (bmsl), found and mapped throughout the coast of Vatika bay, and stretching for 3km WSW-ENE, a tidal notch and several submerged erosional platforms up to 4.60 m bmsl, formed around the submerged rocky ridge that bounds on the east the prehistoric settlement of Pavlopetri on the Pounta coast, allowed us to determine five former sea levels, at 5.00 ± 0.25 m, 4.50 ± 0.25 m, 3.60 ± 0.10 m, 1.50 ± 0.15 m and 0.75 ± 0.05 m bmsl. Good archaeological sea level indicators, historical evidence and comparison with past sea levels identified along the eastern coast of the Peloponnese also enabled us to track the relative sea level (rsl) changes and the consequent sea transgression as well as its impact on the ancient settlement of Pavlopetri during the last 5,000 years.

With the sea level at 5.00 ± 0.25 m bmsl, Elafonisos was joined to the Laconic coast by a sandy isthmus, 2.2 km wide. A rocky NE-SW ridge protruding from the sea 2.30-2.80 m with three elevated parts at +4.40 m, +4.20 m and +8.60 m formed a protected location for the first inhabitants of the Early Bronze Age. Circular tombs were cut in the sandstone bedrock outside the boundaries of the settlement and at a higher level ($>+2.30$ m). Today, the lowest tomb is at 4.82 m bmsl. The subsequent rsl rise of at most 1 m during the Late Bronze Age did not affect the settlement, only the coastal part of the cemetery and the parts of the isthmus that were flooded. At the same time, two new tombs were cut in the rocky ridge, with the internal depth of the northernmost at 1.80 m above the mean sea level. At this sea level, the tidal notch, at 4.60 m bmsl, formed along the seaward side of the ridge. The subsequent sea transgression that occurred sometime between 1190 BC and 700 BC caused further flooding of the isthmus and shifted the sea level to 3.60 ± 0.10 m bmsl, which remained relatively stable until the late Roman times. Ancient sources attest that Elafonisos was still connected to the mainland until 2nd c. AD. The prehistoric settlement was still protected against the waves by the now-lowered ridge and only a wave height exceeding 0.90 m would inundate its northeastern side. As protective works do not seem to have been executed there, we assume that the settlement had been abandoned at some time prior to this, for reasons other than sea transgression. Elafonisos was detached from the Peloponnese when the sea level rose to 1.50 ± 0.15 m bmsl, inundating the isthmus, the prehistoric settlement and the major part of the rocky ridge, by now a reef, and its higher elevated part constituted the islet of Pavlopetri. The sea level remained at this position between 1389 and 1840. During the last 160 years, the sea transgression that gradually shifted the sea level to 0.75 ± 0.05 m bmsl, and subsequently to its present stand, further inundated the coastal landscape.





Φυσικογεωλογική εξέλιξη του Ελλαδικού χώρου και δυνατότητα κατά προσέγγιση χρονολόγησης μυθολογικών «γεγονότων» ή μία μέθοδος γεωμυθολογικής χρονολόγησης

Η. Μαριολάκος ⁽¹⁾ και Ε. Καπουράνη ⁽²⁾

(1) *Dr.rer.nat.*, Ομοτ. Καθηγητής Γεωλογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Παν/μιο Αθηνών

(2) *Εθνικό και Καποδιστριακό Παν/μιο Αθηνών, Τμ. Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος, Τομ. Δυναμικής – Τεκτονικής – Εφαρμ. Γεωλογίας*

Περίληψη

Είναι γνωστό ότι η περιοδική μεταβολή του κλίματος έχει προκαλέσει πολλές φυσικογεωλογικές μεταβολές στο περιβάλλον όλων ανεξαιρέτως των φυσικογεωγραφικών συστημάτων (ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα, ξηρά). Οι σημαντικότερες επιπτώσεις των κλιματικών μεταβολών στην παγκόσμια θάλασσα συνδέεται με τις μεταβολές της στάθμης της. Οι κινήσεις αυτές είναι γνωστές ως «κλιματο-ευστατικές», σε αντίθεση με αυτές που συνδέονται με κατακόρυφες μετατοπίσεις της ξηράς, που είναι γνωστές ως «κλιματο-ισοστατικές» κινήσεις (Σκανδιναβία, Ολλανδία κ.α.). Κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο, η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν γύρω στα 125 – 150 μ. χαμηλότερα από τη σημερινή. Με βάση τη θέση που είχε η στάθμη του Αιγαίου Πελάγους κατά τα διάφορα στάδια μεταξύ 18000 και 6000 χρόνια πριν από σήμερα (π.α.σ.), οριοθετήθηκε μεταξύ άλλων και η διαδοχική εξέλιξη των ακτογραμμών των σημερινών Κυκλάδων.

Επειδή, όπως αναφέρεται στην Ελληνική Μυθολογία, η Δήλος είναι η γενέτειρα της Αρτέμιδας και του Απόλλωνα, η λεπτομερής ανάλυση της φυσικογεωγραφικής εξέλιξης των Κυκλάδων προσφέρει τη δυνατότητα της κατά προσέγγιση χρονολόγησης της γέννησης των δύο αυτών μεγάλων θεών των αρχαίων Ελλήνων.

Εφαρμόζοντας παρόμοιες μεθόδους είναι δυνατόν να γίνουν ανάλογες χρονολογήσεις και για πολλές άλλες περιπτώσεις μυθολογικών αναφορών, πάντα βέβαια «κατά προσέγγιση».



Υπολογισμός της επίδρασης του διαμερίσματος της θάλασσας της δεξαμενής ανταλλαγής του άνθρακα στις ηλικίες ^{14}C στο Βορειοανατολικό Αιγαίο κατά την προϊστορική περίοδο

Γ. Φακορέλλης

Εργαστήριο Μελέτης και Συντήρησης Αρχαίων και Νεότερων Πολιτιστικών Αγαθών, Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αγίου Σπυρίδωνος, 122 43 Αιγάλεω

Περίληψη

Είναι γνωστό ότι δείγματα από είδη που ζουν ταυτόχρονα στην ατμόσφαιρα και σε θαλάσσια επιφανειακά ύδατα (βάθος <100 m) παρουσιάζουν διαφορετικές συμβατικές ηλικίες ^{14}C . Αυτή η διαφορά μεταξύ των ηλικιών ^{14}C τέτοιων ζευγών δειγμάτων ονομάζεται ηλικία του διαμερίσματος της θάλασσας $R(t)$ της δεξαμενής του άνθρακα, ή φαινόμενη ηλικία. Το $R(t)$ δεν είναι σταθερό (t = χρόνια BP) λόγω διαφορών στην περιεκτικότητα σε ^{14}C στο επιφανειακό στρώμα της θάλασσας και την ατμόσφαιρα. Οι διαφορές αυτές οφείλονται σε (1) διαδικασίες ωκεάνιας κυκλοφορίας που τείνουν να μεταφέρουν στο στρώμα αυτό νερό από ενδιάμεσα και μεγάλα βάθη, με μειωμένο περιεχόμενο σε ^{14}C , (2) διακυμάνσεις της παραγωγής ^{14}C στην ατμόσφαιρα και (3) διαδικασίες ανταλλαγής CO_2 μεταξύ αέρα και θάλασσας.

Για να εκτιμηθεί η ηλικία $R(t)$ χρησιμοποιείται ένα παγκόσμιο ωκεάνιο μοντέλο του διαμερίσματος της μικτής επιφάνειας θαλάσσιας επιφάνειας (Oeschger et al. 1975, Stuiver et al. 1986, 1998; Stuiver and Braziunas 1993). Το μοντέλο αυτό αναπαράγει τις εξαρτώμενες από το βάθος θαλάσσιες διακυμάνσεις του ^{14}C λόγω μεταβολών της παραγωγής του ^{14}C στην ατμόσφαιρα. Η ηλικία $R(t)$ βρέθηκε ότι είναι ~400 χρόνια μεγαλύτερη στις καλά αεριζόμενες περιοχές του κεντρικού, Βόρειου και Νότιου Ειρηνικού και του Ατλαντικού Ωκεανού (Bard 1988). Επιπλέον, η ηλικία $R(t)$ μπορεί επίσης να διακυμαίνεται συναρτήσει του χρόνου και να διαφέρει από περιοχή σε περιοχή λόγω π.χ. του μεγάλου χρόνου παραμονής των αναδυσόμενων βαθέων υδάτων, ο οποίος με τη σειρά του επηρεάζεται από τη μορφολογία των ακτών, το κλίμα και την τοπογραφία του θαλάσσιου πυθμένα και την επίδραση του σκληρού νερού στους θαλάσσιους οργανισμούς που έχουν αναπτυχθεί κοντά σε εκβολές ποταμών.

Οι τοπικές αυτές αποκλίσεις ΔR από την $R(t)$ μπορούν να προσδιοριστούν είτε με χρονολόγηση με ^{14}C (ζευγών δειγμάτων άνθρακα ή οστών/θαλάσσιων μαλακίων, που έχουν αποτεθεί ταυτόχρονα και συλλέγονται από αδιατάρακτα αρχαιολογικά στρώματα (Facorellis et al. 1998, Facorellis, Vardala-Theodorou 2015).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού των τιμών $R(t)$, που κυμαίνονται από -85 ± 70 έως 1286 ± 42 χρόνια BP και των αντίστοιχων αποκλίσεων ΔR , που



κυμαίνονται από -460 ± 131 έως 942 ± 104 χρόνια BP από τις ηλικίες ^{14}C δέκα ζευγών δειγμάτων οστών ζώων/κελυφών θαλάσσιων μαλακίων που προέρχονται από την ανασκαφή της Τούμπας του προϊστορικού οικισμού στο Μικρό Βουνί (Μάτσας 2013) της Σαμοθράκης ($46^\circ 28' 48''$ B, $25^\circ 28' 58''$ A) από την 5^η έως και την 3^η χιλιετία π.Χ. και θα συσχετισθούν με αντίστοιχες τιμές από άλλες θέσεις στο Αιγαίο.

Βιβλιογραφία

- Bard E., 1988. "Correction of AMS ^{14}C ages measured in planktonic foraminifera: Paleoceanographic implications", *Paleoceanography* 3, 635-45.
- Facorellis Y., Maniatis Y. and Kromer B., 1998. "Apparent ^{14}C ages of marine mollusks shells from a Greek island- Calculation of the marine reservoir effect in the Aegean Sea", *Radiocarbon* 40, 963-74.
- Facorellis Y. and Vardala-Theodorou E., 2015. "Sea surface radiocarbon reservoir age changes in the Aegean Sea from about 11,200 BP to present", *Radiocarbon* 57 (3), 493-505.
- Μάτσας Δ., 2013. *Η Σαμοθράκη και η Νεώτερη Νεολιθική στο ΒΑ Αιγαίο*. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας της Φιλοσοφικής Σχολής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, 201-10.
- Oeschger H., Siegenthaler U., Schotterer U. and Gugelmann A., 1975. "A box-diffusion model to study the carbon dioxide exchange in nature", *Tellus* 27, 168-92.
- Stuiver M. and Braziunas T.F., 1993. "Modeling atmospheric ^{14}C influences and ^{14}C ages of marine samples to 10,000 BC", *Radiocarbon* 35 (1), 137-89.
- Stuiver M., Pearson GW. and Braziunas T., 1986. "Radiocarbon age calibration of marine samples back to 9,000 calyr BP", *Radiocarbon* 28 (2B), 980-1021.
- Stuiver M., Reimer PJ. and Braziunas T.F., 1998. "High-precision radiocarbon age calibration for terrestrial and marine samples", *Radiocarbon* 40 (3), 1127-51.

Μικροστρωματογραφία και γεωχημεία του Μυκηναϊκού λακκοειδούς «τάφου του Γρύπα πολεμιστή» στην Πύλο: συμβολή στην μελέτη της ταφονομίας και των ταφικών πρακτικών του μνημείου.

Π. (Τάκης) Καρκάνας ⁽¹⁾, Sh. Stocker ⁽²⁾ και J. Davis ⁽²⁾

(1) *Malcolm H. Wiener Laboratory for Archaeological Science, American School of Classical Studies at Athens, Soudias 54, 10676 Athens*

(2) *Department of Classics, University of Cincinnati*

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη αναφέρεται στη μικροστρωματογραφική και γεωχημική ανάλυση του Μυκηναϊκού λακκοειδούς «τάφου του Γρύπα πολεμιστή» στην Πύλο. Η μικρομορφολογική μέθοδος ανάλυσης ιζημάτων και εδαφών χρησιμοποιήθηκε για την μελέτη της διαμόρφωσης του εσωτερικού του τάφου, τον τρόπο εναπόθεσης του νεκρού, και της ταφονομίας του μνημείου. Εντοπίστηκαν κατασκευαστικές λεπτομέρειες στο δάπεδο του τάφου με σκοπό την τοποθέτηση του νεκρού καθώς και διάφορα επεισόδια επίχωσης, αποτέλεσμα τόσο φυσικών όσο και ανθρωπογενών διαδικασιών. Επιπλέον, ανακαλύφθηκαν αυθιγενή ορυκτά των οποίων η χημική τους σύσταση φαίνεται να συνδέεται με τις διαδικασίες αλλοίωσης των ανθρώπινων ιστών και πιθανώς των μεταλλικών κτερισμάτων του τάφου. Η δημιουργία αυτών των ορυκτών φάσεων και ο συνακόλουθος εμπλουτισμός σε κλαστική άργιλο αντανακλά τη διαδικασία των φάσεων ανοίγματος και επιχωμάτωσης του τάφου και ως εκ τούτου συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση της ιστορίας του μνημείου. Περαιτέρω, η ανακάλυψη αυτών των χημικών αλλοιώσεων έχει σημαντικές επιπτώσεις στην μελλοντικό εντοπισμό και διαχωρισμό πρωτογενών και δευτερογενών ταφών.



TA-OSL for luminescence age limit extension beyond 1Ma; methodological aspects and preliminary dating results

G. S. Polymeris

Institute of Nuclear Sciences, Ankara University, Beşevler 06100, Ankara, Turkey

Abstract

Optically stimulated luminescence (OSL) was first measured in natural quartz 35 years ago. A specific measurement protocol has been developed in which the effective dose received by quartz grains in nature, can be measured for a single aliquot of quartz; this protocol is widely applied nowadays known as the Single Aliquot Additive (SAR) procedure. Although laboratory experiments imply more than adequate thermal stability of the fast OSL signal for dating back to a million years, experimental ages determined in the laboratory are well below this upper limit (Wintle and Adamiec, 2017).

Towards extending the luminescence dating age limits beyond 1 Ma, several alternative signals were suggested. These include thermally assisted OSL (TA-OSL) signal from very deep traps with delocalization temperature higher than 500 °C. Preliminary results on naturally occurring minerals such as quartz, feldspars and apatites indicate these deeper traps as a source of intense TA-OSL signal (Polymeris, 2016). For the case of quartz especially, a number of promising TA-OSL features were revealed, including a fast decaying signal after both natural and artificial irradiations, a slow bleaching under sunlight, along with a high characteristic dose, D_0 , at which saturation begins occurring, being almost one order of magnitude larger than the corresponding values for conventional OSL signals (Şahiner et al., 2017).

Nevertheless, its' application for dating quartz has not been extensively tested yet. The SAR TA-OSL protocol was applied in order to date different geological samples collected from sites of Anatolia-Turkey, including the volcanic geopark of Kula, a protected area of geological heritage by UNESCO in Manisa, Western Turkey. All these samples were independently dated previously, based on their geological context, indicating ages ranging from 1 up to 2.5 Ma.

The present speech will (a) present the aforementioned TA-OSL promising properties in many naturally occurring minerals and specifically quartz, (b) present for the first time in the literature ages over 1Ma obtained using the SAR TA-OSL as well as compare these SAR TA-OSL age results with those indirectly obtained based on the geological context, in order to study the feasibility of the SAR-TA-OSL technique and (c) discuss methodological concepts, in order to select the optimum protocol parameters, such as the test dose, the stimulation duration and the stimulation temperature applied, as relative large scattering in the individually obtained D_e values was monitored (Şahiner et al., 2017).



Bibliography

- Polymeris G.S., 2016. "Thermally assisted OSL (TA-OSL) from various luminescence phosphors; an overview", *Radiat. Meas.* 90, 145-52.
- Wintle A.G. and Adamiec G., 2017. "Optically stimulated luminescence signals from quartz: A review", *Radiat. Meas.* 98, 10-33.
- Şahiner E., Meriç N. and Polymeris G.S., 2017. "Comparison of multiple equivalent dose values as well as saturation levels determined by luminescence and ESR techniques for a sedimentary sample collected from a fault gouge", *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B* 392, 21-30.

Το ταφικό μνημείο της Αμφίπολης μέσα από τις απόλυτες χρονολογήσεις των επιχώσεων και τη στρωματογραφία του λόφου Καστά

Ε. Μ. Καμπούρογλου ⁽¹⁾ και Ε. Ε. Καμπούρογλου ⁽²⁾

(1) *Επ. Προϊστάμενος του Τμήματος Αρχαιολογικών Έργων και Μελετών, Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας της Ε.Π.Σ του ΥΠ.ΠΟ.Α. Λ. Μπέλλου 2, 11524 Αθήνα*

(2) *Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Σχολή Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αγ. Σπυρίδωνος, 12243 Αιγάλεω*

Περίληψη

Η ανεύρεση του μνημείου το 2014 προκάλεσε συζητήσεις και προβληματισμό στην αρχαιολογική κοινότητα, σχετικά με τη χρονολόγηση των φάσεων κατασκευής, την προέλευση των ιζημάτων πλήρωσης του εσωτερικού του, τη δημιουργία (τεχνητή ή φυσική) του λόφου Καστά κλπ.

Στόχος της έρευνάς μας είναι να απαντήσει σε ορισμένα από τα δημιουργηθέντα ερωτήματα. Η έρευνα ξεκίνησε το 2013 και συνεχίστηκε το 2014 κατά τη διάρκεια ανασκαφής του ταφικού μνημείου μέχρι και το 2017.

Η μεθοδολογία περιελάμβανε: εργασίες πεδίου, όπως μακροσκοπικές παρατηρήσεις κατά μήκος των εκσκαφών για την αποκάλυψη του περιβάλλοντος – αναλληματικού τοίχου, των εσωτερικών επιχώσεων του ταφικού μνημείου, δειγματοληπτικές γεωτρήσεις στις επιχώσεις του νεκρικού θαλάμου, δειγματοληψία ιζημάτων, φωτογραφική τεκμηρίωση και βιβλιογραφική ενημέρωση όλων των προηγούμενων ανασκαφικών ερευνών από το 1964.

Αναζητήσαμε αντίστοιχους στρωματογραφικούς ορίζοντες με τον λόφο Καστά στην ευρύτερη περιοχή και συγκρίναμε τα δικά μας στοιχεία με τα αντίστοιχα των ανασκαφών του Δ. Λαζαρίδη, της Κ. Περιστέρη και του γεωλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ (φύλλο Ροδολίβος).

Πραγματοποιήθηκαν ορυκτολογικές αναλύσεις με τη μέθοδο XRD και ιζηματολογικές με στόχο να οριστούν, η δομή, ο χαρακτήρας και η ορυκτολογική ταυτοποίηση των δειγμάτων και η ερμηνεία των συνθηκών εναπόθεσής τους. Οι απόλυτες χρονολογήσεις με ¹⁴C βοήθησαν στην αποσαφήνιση της χρονικής απόθεσης των ιζημάτων στο εσωτερικό του ταφικού μνημείου και στο χρόνο κατασκευής του.

Το σύνολο των στοιχείων της έρευνάς μας, καταδεικνύει ότι ο λόφος Καστά είναι φυσικός και όχι τύμβος, με πολλές διαχρονικές έντονες επεμβάσεις εξ αιτίας της χρήσης εκσκαφικών μηχανημάτων. Οι εκτεταμένες αποχωματώσεις και επιχωματώσεις του 2014 και 2015 δημιούργησαν έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση της φυσικής του δομής. Οι μόνες αρχαίες επιχώσεις βρίσκονται ακριβώς πάνω από το ταφικό μνημείο και οριοθετούνται από τα πρηνή του ορύγματος που διανοίχτηκε για την κατασκευή του. Είναι το μόνο τμήμα του λόφου που είναι τύμβος.

Η εσωτερική επίχωση του μνημείου έγινε με ιζήματα υπερκείμενα του λόφου στις αρχές του δεύτερου τέταρτου του 1^{ου} αιώνα π.Χ., περί το 70 π. Χ. αφού προηγουμένως είχαν αφαιρεθεί όλα τα πολύτιμα αντικείμενα και κτερίσματα, από το εσωτερικό του.

Τα θραύσματα ξυλάνθρακα μαζί με άμμο που εισχώρησαν από το σεισμογενές άνοιγμα του δυτικού τοίχου στο βορειοδυτικό άκρο του νεκρικού θαλάμου είναι αρχαιότερα του ταφικού μνημείου και χρονολογήθηκαν στο πρώτο τέταρτο του 7^{ου} αιώνα π.Χ., στην Αρχαϊκή περίοδο, περί το 620 π.Χ.

Οι διαστάσεις του ορύγματος που φιλοξενεί το ταφικό μνημείο, καθώς και η θέση και οι διαστάσεις του κιβωτιόσχημου τάφου στο βόρειο και βαθύτερο άκρο του, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο κιβωτιόσχημος τάφος είναι μεταγενέστερος του ταφικού μνημείου.

Η απόλυτη χρονολόγηση της καύσης που εντοπίσθηκε πάνω από την καμάρα του μνημείου και κάτω από την αργιλική επικάλυψή του, μας δίνει ένα *terminus* για τον χρόνο της κατασκευής. Βρίσκεται πιθανότερα μεταξύ δευτέρου και τρίτου τετάρτου του 3^{ου} π. Χ. αιώνα, στο χρονικό όριο 271–231 π. Χ. Εξ άλλου κατά το συσχετισμό του ταφικού μνημείου με το Μακεδονικό τάφο Γ', του 3^{ου} π. Χ. αιώνα, που βρίσκεται στις νότιες παρυφές του Καστά παρουσιάστηκαν σημαντικά κοινά στοιχεία.

Ο εποικισμός του Αιγαίου κατά την Αρχή της Νεολιθικής και Πρώιμης Εποχής του Χαλκού όπως ανιχνεύεται με χρονολογήσεις Ραδιοάνθρακα. Συσχέτιση με αποτελέσματα aDNA

Γ. Μανιάτης

Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», 153 10 Αγία Παρασκευή, Αττική

Περίληψη

Η εμφάνιση της γεωργίας και της κτηνοτροφίας θεωρείται ως ένα κορυφαίο γεγονός στην ανθρώπινη εξέλιξη και ιστορία και δικαίως καλείται μερικές φορές η «Νεολιθική Επανάσταση». Εκδηλώνεται με την πρώτη εμφάνιση οργανωμένων οικισμών, καθώς η νέα αυτή εφεύρεση απαιτούσε σταθερή κατοίκηση για καλλιέργεια φυτών και εκτροφή ζώων. Είναι πλέον σαφές ότι η "Νεολιθική Επανάσταση" εμφανίστηκε αρχικά στην περιοχή της Σύρο-Παλαιστίνης και Μεσοποταμίας την 10^η χιλιετία π.Χ. και αργότερα εξαπλώθηκε στο Αιγαίο σαν αποτέλεσμα μετανάστευσης πληθυσμών όπως φαίνεται από την εμφάνιση μεγάλου αριθμού οικισμών και αύξηση του πληθυσμού στο Αιγαίο και από μελέτες αρχαίου DNA.

Το ερώτημα που προσπαθούμε να διερευνήσουμε χρησιμοποιώντας την μέθοδο του Ραδιοάνθρακα ως εργαλείο απόλυτου χρόνου σύγκρισης παγκοσμίως είναι ο τρόπος με τον οποίο αυτοί οι πληθυσμοί μετανάστευσαν και εγκαταστάθηκαν στο Αιγαίο. Ακολούθησαν χερσαίους δρόμους ή θαλάσσιες διαδρομές; Επίσης, έρχονται σε ένα κύμα μετανάστευσης ή σε πολλαπλά κατά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα; Πού εγκαθίστανται πρώτα-πρώτα; Επιλέγουν συγκεκριμένες τοποθεσίες για τους πρώτους οικισμούς τους και γιατί; Τέλος, είχε το κλίμα και οι αλλαγές του κάποιο συγκεκριμένο ρόλο σε αυτή την μαζική μετακίνηση?

Την πρώτη αυτή επανάσταση στον τρόπο ζωής των ανθρώπων με την ανακάλυψη της γεωργίας-κτηνοτροφίας και της κεραμικής τεχνολογίας ακολούθησε η τεχνολογική επανάσταση της ανακάλυψης των μεταλλικών κραμάτων, κάπου 3000 χρόνια αργότερα. Πού και πως εμφανίστηκε αυτή η νέα τεχνολογία και πως διαδόθηκε στο Αιγαίο;

Στα πλαίσια της ομιλίας θα δώσουμε τα νεότερα δεδομένα και θα προσπαθήσουμε να απαντήσουμε στα παραπάνω ερωτήματα.

Acknowledgements

This research has been supported by the Institute for the Aegean Prehistory (INSTAP).



56 χρόνια μετά: η πρόσφατη ανασκαφή του Σπηλαίου Πανός Μαραθώνα και η χρονολόγηση των ανθρωπογενών επιχώσεών του

Α. Μαρή ⁽¹⁾ και Γ. Φακορέλης ⁽²⁾

(1) Εφορεία Παλαιοανθρωπολογίας – Σπηλαιολογίας, Αρδηττού 34θ, 116 36 Αθήνα

(2) Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αγίου Σπυρίδωνος, 122 43 Αιγάλεω, Αθήνα

Περίληψη

Το Σπήλαιο Πανός σχηματίζεται στον λόφο της Οινόης, δυτικά του σημερινού Μαραθώνα. Σε αυτό πραγματοποιήσε διερεύνηση μικρής κλίμακας το 1958, ο Ιωάννης Παπαδημητρίου, Διευθυντής Αρχαιοτήτων και αρχαιολόγος της Εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας (Ορλάνδος 1959). Από την ανασκαφή προέκυψε η ταύτιση του μνημείου με αναφερόμενο και εκτενώς περιγραφόμενο από τον αρχαίο περιηγητή Παυσανία «σπήλαιον θέας άξιον» (Ι, 32, 7).

Πενήντα έξι χρόνια αργότερα, η Εφορεία Παλαιοανθρωπολογίας – Σπηλαιολογίας ενέταξε το σπήλαιο σε πρόγραμμα σωστικής ανασκαφής και πραγματοποίησε νέα διερεύνηση των επιχώσεών του, η οποία ολοκληρώθηκε σε πέντε ανασκαφικές περιόδους (από το 2014 έως και το 2018). Διαπιστώθηκε ότι το σπήλαιο χρησιμοποιήθηκε κατά την Νεολιθική, την Εποχή του Χαλκού, την Αρχαϊκή, Κλασική, Ελληνιστική και Ρωμαϊκή περίοδο, καθώς και την ύστερη αρχαιότητα.

Από τις επιχώσεις των τομών που ανοίχθηκαν, συλλέχθηκαν πολλά δείγματα άνθρακα, είκοσι πέντε από τα οποία αναλύθηκαν με την μέθοδο του C14, στα εργαστήρια ραδιοχρονολόγησης της Λυών και του Πανεπιστημίου της Arizona. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με την οικονομική υποστήριξη του INSTAP, του οποίου η συμβολή στην πρόσφατη ανασκαφή του σπηλαίου υπήρξε καθοριστική.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν, σε συνδυασμό με την συνεχιζόμενη μελέτη των υπολοίπων αρχαιολογικών ευρημάτων, επιβεβαιώνουν την συστηματική χρήση των πρώτων, κοντινών προς τις εισόδους αιθουσών του σπηλαίου, ήδη από την Αρχαιότερη Νεολιθική (περίπου 6600 π.Χ.). Φαίνεται όμως ότι επισκέψεις πραγματοποιούνταν σε όλη την έκταση του σπηλαίου τουλάχιστον από την Μέση Νεολιθική (πρβλ. Facorellis et al. 2017). Εντατικότερη είναι η χρήση όλων των χώρων κατά την Νεώτερη και Τελική Νεολιθική, αλλά και τους ιστορικούς χρόνους, οπότε το σπήλαιο λειτούργησε ως λατρευτικό, προς τιμήν κυρίως των Νυμφών και του Πανός. Η νεώτερη χρήση του ανάγεται στην ύστερη αρχαιότητα και συγκεκριμένα στο α' μισό του 6^{ου} αι. μ.Χ.

Βιβλιογραφία

Facorellis Y., Mari A. and Oberlin C., 2017. "The Cave of Pan, Marathon, Greece. AMS dating of the Neolithic phase and calculation of the regional marine reservoir effect", *Radiocarbon*, 59, (5), 2017, 1475-85.



Ορλάνδος Α., 1959. «Μαραθών. Σπήλαιον Πανός», *Έργον* 1958, 15-22.

Παυσανίας, *Ελλάδος Περιήγησις*. Αττικά.

ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΕΙΣ-ΠΑΛΑΙΟΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ-ΑΡΧΑΙΟΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ

Absolute dating of paleo-earthquakes: Luminescence dating of fault rock related material

M. Kazantzaki ⁽¹⁾, E. Tsakalos ^(1,2), Y. Bassiakos ⁽¹⁾, E. Filippaki ⁽¹⁾, Th. Rondoyanni ⁽³⁾ and Ch. Georgiou ⁽⁴⁾

(1) Laboratory of Luminescence dating, Institute of Nanoscience and Nanotechnology, National Centre for Scientific Research, N.C.S.R. "Demokritos", Aghia Paraskevi, Athens 153 10, Greece

(2) Department of Geophysics, Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan

(3) School of Mining and Metallurgical Engineering, National Technical University of Athens, N.T.U.A., Zografou Campus, Zografou 15 780, Athens

(4) Hellenic Survey of Geology and Mineral Exploration, H.S.G.M.E., Olympic Village settlement, Acharnes, Athens 13 677, Greece

Abstract

During the last decades, luminescence dating techniques have seen extensive developments, leading to their wide exploitation for geological and archaeological purposes. The application of luminescence dating techniques on fault-rock related materials are regarded as a great advancement for palaeoseismological studies, since they could be used for dating previous fault activations. This study is based on the premise that the luminescence signal which is generated in minerals crystal lattice, through time, can be affected and even zeroed when minerals are exposed to sunlight or intense heat. The same effect could also be observed in the case of earthquakes, as the friction caused by the relative motion of an active fault could reset the luminescence signal enclosed into the fault-rock material and thus use them as a chronometer to assess previous seismic activations in an area. However, the relevant research so far is limited, with the majority palaeoseismic studies investigating past earthquakes indirectly, using the buried soils that were originally formed on colluvial debris after a fault rupture event and in many cases lacking evidence of luminescence signal resetting. Therefore, a systematic effort in directly dating the material formed on the brittle zone of a fault, which is related to the faulting event itself, could provide reliable information on individual previous fault activations.

This study deals with dating of fault-rock formations (carbonate fault zones hosting fault mirror-like structures) collected from three different sites in Central Greece, an area of great palaeoseismological interest due to its intense seismic activity. The results indicated that the particular carbonate fault zones are very poor in quartz and feldspars, with only one site providing a limited quantity of quartz grains. Furthermore, the derived luminescence dating results showed some scatter, further perplexing the evaluation of palaeoseismicity in the area. Nevertheless, the produced results indicated that the luminescence techniques could be considered a promising tool for dating slickenside formations when



suitable minerals are present. A new collaboration between National Centre for Scientific Research “Demokritos”, Kyoto University, National Technical University of Athens and Hellenic Survey of Geology and Mineral Exploration, has recently been established aiming at advancing the luminescence dating techniques for paleoseismological studies, based on the multiple analysing of fault mirror-like structures, including the isolation of more datable material (quartz and feldspars).

Aegean beachrocks as relative sea level change index point

E. Kolaiti ⁽¹⁾ and N. Mourtzas ⁽²⁾

(1) Mining Engineer NTUA, PhD, AKTES NPO, 16 Kefallinias Str., 15231 Chalandri, Greece

(2) Geologist, PhD NTUA, AKTES NPO, 16 Kefallinias Str., 15231 Chalandri, Greece

Abstract

Beachrocks are cemented along the shoreline under a complex physicochemical and biological process in the intertidal/lowermost supratidal zone. Research approaches are mainly limited to the laboratory investigation of the cement of exposed beachrocks, lacking systematic field observation of the submerged beachrocks that predominate in the Aegean and the Eastern Mediterranean Sea. Detailed investigation of more than 200 beachrocks in the Aegean has demonstrated the direct relationship between the depth of the seaward base of beachrocks with former sea levels, during which other accurate geomorphological and archaeological relative sea level (rsl) change indicators were formed and used, respectively. In the microtidal Aegean environment (with mean tidal range ≤ 0.30 m) the cementation of coastal sediments involves a zone of an average width of 10 m, whereas the average difference in elevation between the mean low tide and the uppermost part of the swash and backwash zone is 1.50 m. As the lowest part of cementation is at the mean low tide, the depth of the seaward base of a beachrock represents the mean sea level that formed it assuming an uncertainty of ± 0.15 m.

At 25 locations along the coast of central and eastern Crete the depths of the seaward base of four distinct beachrock generations that formed during the last 6,000 years show a deviation ± 0.30 m to ± 0.55 m. At 38 locations along the coast of seven islands of the Northern Cyclades the maximum depth deviation of the seaward base of five dated beachrock generations does not exceed ± 0.25 m. At 49 locations along the eastern coast of the Peloponnese the depths of the seaward base of six beachrock generations show a maximum deviation ± 0.20 m. Furthermore, at seven locations in the Aegean the seaward base of the beachrock coincides with the base of the corresponding tidal notch, clearly proving that both have formed in a different time during the relative stability of the same sea level.

The radiometric dating of biomaterial or archaeological remains embedded in a beachrock constitutes a *terminus post quem* for the beachrock formation, which is subsequent to the inclusions. Luminescence dating of beachrock cements from the Aegean has often failed and it does not seem to have been an appropriate method for dating beachrocks, whereas in environments without carbonate pollution, radiocarbon dating of cements could provide the beachrock age with relative accuracy. In comparison with the current elevation of other precise geomorphological (i.e. tidal notches) and archaeological (i.e. fish tanks, slipways, breakwaters) rsl indicators of known age, the dating of beachrocks can be more precisely determined, rendering beachrocks an accurate dated geomorphological indicator of former sea levels.





Εκτίμηση ηλικίας θαλάσσιων αποθέσεων του Αργολικού πεδίου, δια της χρονολόγησης με ESR απολιθωμένων γαστερόποδων *Strombus bubonius*

Ι. Η. Μαργαρίτης ⁽¹⁾, Ι. Μπασιάκος ⁽¹⁾, Γ. Ε. Θεοδώρου ⁽²⁾ και Μ. Δερμιτζάκης ⁽²⁾

(1) Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης & Νανοτεχνολογίας/Ε.Κ.Ε.Φ.Ε.
"ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ", Πατριάρχου Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341 ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

(2) Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας
Ιστορικής Γεωλογίας & Παλαιοντολογίας, Πανεπιστημιούπολη, 15784 ΖΩΓΡΑΦΟΥ

Περίληψη

Το ζήτημα του χρονοστρωματογραφικού προσδιορισμού των θαλάσσιων αποθέσεων του Αργολικού πεδίου, έχει απασχολήσει την επιστημονική κοινότητα αρκετές δεκαετίες πριν (Keraudren 1971, 1972; Kelletat 1977), με τις προτεινόμενες ηλικίες να βασίζονται κυρίως σε γεωλογικές, στρωματογραφικές και παλαιοντολογικές μελέτες. Η χρήση όμως αυτών των κλασικών μεθόδων, δεν κατάφερε να προσδιορίσει με την απαιτούμενη ακρίβεια την ηλικία δημιουργίας των προαναφερόμενων θαλάσσιων σχηματισμών, οδηγώντας σε γενικεύσεις ακόμη και αντιφάσεις.

Συγκεκριμένα, ο Keraudren (1971, 1972) διαπιστώνει την εμφάνιση του καθοδηγητικού απολιθώματος του Τυρρηνίου *Strombus bubonius* στην περιοχή του Ναυπλίου Αργολίδας, αποδίδοντας στους φιλοξενούντες τα απολιθώματα σχηματισμούς Νεοτυρρήνια ηλικία, αναφέροντας παράλληλα ότι αυτοί ανταποκρίνονται στο ισοτοπικό στάδιο MIS 5a το οποίο και προσδιορίζει στα 80 kyr, προκαλώντας έτσι σχετική ασάφεια δεδομένου ότι σύμφωνα με τις επικρατούσες αντιλήψεις το Νεοτυρρήνιο αντιστοιχεί στο ισοτοπικό στάδιο MIS 5c (110-93 kyr περίπου).

Αντίστοιχα ο Kelletat (1977) χαρακτηρίζει ως Ευτηρρήνιας ηλικίας τις θαλάσσιες αποθέσεις που παρατηρούνται σε υψόμετρο +15 m στο Κυβέρι Αργολίδας, και ως Νεοτυρρήνιας ηλικίας τις θαλάσσιες αποθέσεις που παρατηρούνται στην ίδια περιοχή και σε χαμηλότερο υψόμετρο (+2 έως +2.5 m) στις οποίες εντοπίζει αντιπροσώπους *Strombus bubonius*. Κανείς εκ των αναφερόμενων συγγραφέων, ωστόσο, δεν επιτυγχάνει την ακριβή χρονολόγηση των θαλάσσιων σχηματισμών με *Strombus bubonius*.

Ως συνέπεια, προκύπτει η ανάγκη επαναξιολόγησης των δεδομένων προηγούμενων επιστημονικών εργασιών που αφορούν στη μελέτη του Τυρρηνίου, ο εντοπισμός τυχόν δυσχερειών όσον αφορά στην ορθότερη απόδοση των ηλικιών, και η εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων απόλυτης χρονολόγησης που να επιτυγχάνουν τον περιορισμό των σχετικών σφαλμάτων και τη διάκριση των υποσταδίων του Τυρρηνίου. Σε αυτή την κατεύθυνση συνέβαλε η εφαρμογή της χρονολόγησης με τη φασματοσκοπία ESR, η οποία εφαρμόστηκε σε κελύφη *Strombus bubonius* από την περιοχή του Ναυπλίου Αργολίδας και άλλων περιοχών του Ελληνικού χώρου (Μαργαρίτης κ.ά., 2001, 2008), στο

πλαίσιο διδακτορικής διατριβής που εκπονείται στο Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, η οποία δεικνύει ηλικίες Επιμοναστήριου (ισοτοπικό στάδιο MIS 5a, 86-74 kyr περίπου) καθώς και ηλικίες του ισοτοπικού σταδίου MIS 3 (60-25 kyr περίπου) για τις παράκτιες αποθέσεις του Ναυπλίου, οι οποίες σχολιάζονται στην παρούσα εργασία και βάσει των οποίων προσεγγίζονται ακριβέστερα τα υποστάδια του Τυρρηνίου σε αυτή τη γεωγραφική περιοχή.

Βιβλιογραφία

- Kellett D., 1977. "Ein neotyrren mit *strombus bubonius* lmk an der NW-küste des Argolischen golfes (Kiveri, Peloponnes)", *Δελτίον της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, 13 (1), 44-8.
- Keraudren B., 1971. "Les formations Quaternaires marines de la Grèce", *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, (17), 87-169.
- Keraudren B., 1972. "Les formations Quaternaires marines de la Grèce", *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, (18), 245-79.
- Μαργαρίτης Ι.Η., Μπασιάκος Ι.Ε., Θεοδώρου Γ. και Δερμιτζάκης, Μ., 2008. «Μελέτη του Ανωτέρου Πλειστοκαίνου της Ελλάδας μέσω της χρονολόγησης με ESR απολιθωμένων κελυφών.» *Πρακτικά 5^{ου} Συμποσίου Ελληνικής Αρχαιομετρικής Εταιρείας, Αθήνα, 8-10 Οκτωβρίου 2008*, 231-36.
- Μαργαρίτης Ι., Μπασιάκος Ι., Κόρδας Γ., Μήτρικας Γ. και Σταματελάτος Ι., 2001. «Συμβολή της φασματοσκοπίας EPR και της Νετρονικής Ενεργοποίησης στην παλαιοδοσιμετρία περιβάλλοντος και την χρονολόγηση γεωλογικών υλικών», *1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ραδιενέργεια Περιβάλλοντος», Αθήνα, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», 23-24/11/2001*, 213-18.

Absolute scientific DAting of early Mortuary behaviour in Crete using ultrafiltration AMS radiocarbon (ADAM).

A. Nafplioti

Homerton College, University of Cambridge, Hills Road, Cambridge, CB2 8PH

IMBB-FORTH, N. Plastira 100, Vasilika Vouton, Heraklion, GR-70013

Abstract

ADAM used ultrafiltration Accelerator Mass Spectrometry (AMS) radiocarbon (^{14}C) analysis of human skeletal remains from Crete to establish a reliable absolute chronology for major early prehistoric funerary sites on the island dating to the Neolithic and the Early Bronze Age.

Radiocarbon determinations from Neolithic and Early Bronze Age sites on Crete, with the exception of Knossos, are of rather small number and have so far been sporadic. By generating a significant number of high quality measurements, ADAM aimed to add to this record, fill in existing gaps, provide data for new sites that are significant to the Neolithic Transition, and thus significantly refine our current absolute chronologies of the early human occupation of Crete.

In relation to Crete's Early Bronze Age funerary contexts, ADAM aimed to investigate the duration of their use. Tholos tombs in particular are thought to have been used for hundreds, and up to one thousand, years. Yet, despite extensive scholarship on the subject and the discourse on the duration of tomb use in particular, our knowledge of the absolute dating and the duration of tomb use remains sporadic. This paper will present and discuss results from this project in relation to the issues outlined above.



Geochronology and Paleogeography of Akrotiri Salt Lake, Lemesos, Cyprus

M. Polidorou ⁽¹⁾, N. Evelpidou ⁽¹⁾, H. Drinia ⁽¹⁾, Th. Tsourou ⁽¹⁾, F. Salomon ⁽²⁾ and L. Blue ⁽³⁾

(1) Faculty of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens

(2) Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Université de Strasbourg, Faculté de Géographie et d'Aménagement

(3) Centre for Maritime Archaeology, Faculty of Humanities University of Southampton

Abstract

Akrotiri Salt Lake is located 5km west of the city of Lemesos, in the southern-most part of the island of Cyprus. The palaeogeographic evolution of the Akrotiri Salt Lake presents a great scientific interest, especially during the Holocene where the eustatic movements combined with local active tectonics and climate changes have developed a unique geomorphological environment. The Salt Lake, today a closed lagoon, which is depicted in Venetian maps (Bordon AD 1528) as being connected to the sea, can provide evidence of the geological settings and landscape evolution of the area. In this study, we investigate the development of Akrotiri Salt Lake through a series of cores which penetrated the Holocene sediment sequence. Sedimentological, micropaleontological (benthic foraminifera and ostracods) analyses and geochronological studies performed on deposited sediments, identifying the complexity of the evolution of the Salt Lake and the progressive change of the area from maritime space to an open bay and finally to a closed Salt Lake.



Defining the time frame of a prehistoric site near Ioannina, using OSL dating method

K. C. Stamoulis ^(1, 2) and V.K. Siozou ⁽³⁾

(1) *Department of Physics, University of Ioannina, 45110 Ioannina, Greece*

(2) *Archaeometry Centre, University of Ioannina, 45110, Ioannina, Greece*

(3) *Archaeologist, Postgraduate Program Ancient World: History and Archaeology, Prehistoric Archaeology, Department of History and Archaeology, University of Ioannina, 45110, Ioannina, Greece*

Abstract

The prehistoric site is located on the northern slope of Ayia Marina hill in Pedini, Ioannina. The results of the excavation research testify to the existence of a settlement with huts that would have been constructed with stone foundations and superstructure of perishable materials. During the excavation, a large amount of handmade pottery has been gathered, which is quite homogeneous (Adam 1998, Adam 1999). Dating pottery at a particular time is difficult because of the conservatism of the Epirus handmade pottery with the production of similar vessels for many centuries. The dating of the settlement at the end of the 4th millennium BC is based on the radiocarbon analysis of a single sample of coal (Adam 1999, Adam 2002).

In the above context, 9 sherds of handmade vessels from different depths and strata were chosen to be dated using the Optical Stimulated Luminescence (OSL) method. The method consists of two main procedures, the first of assessing the paleodose D_e absorbed by the quartz grains of the sherd due to the internal radioactivity of the sherd and the second of assessing the annual dose rate committed to the quartz grains due to the natural radioactivity of the sherd with the use of appropriate dose conversion factors (Liritzis et al. 2013). Paleodoses were measured using a Riso TL/OSL Reader DA-20 and radioactivity measurements were conducted using a Canberra BE HPGe detector of 26% relative efficiency, at the Archaeometry Centre of the University of Ioannina. Details of the method are presented elsewhere (Tsoudoulos et al. 2016). Preliminary results show that ages of the sherds are in the time frame from the Final Neolithic to the Bronze Age in Greece.

Bibliography

Adam E., 1998: «Πεδινή. Θέση Αγία Μαρίνα», *Αρχαιολογικό Δελτίο* 53, *Χρονικά* B2, 485-6.

Adam E., 1999: «Εντοπισμός αρχαιοτήτων κατά μήκος του άξονα της Εγνατίας Οδού. Δημοτικό Διαμέρισμα Πεδινής Δήμου Μπιζανίου, θέση Αγία Μαρίνα», *Αρχαιολογικό Δελτίο* 54, *Χρονικά* B1, 453-4.

Adam E., 2002. «Ραδιοχρονολογήσεις», *Αρχαιολογικό Δελτίο* 57, *Χρονικά* B2, 45-46.



- Liritzis I., Stamoulis K.C., Papachristodoulou C. and Ioannides K., 2013. "A re-evaluation of radiation dose-rate conversion factors", *Med. Archaeology and Archaeometry*, V13, 3, 1-15.
- Tsodoulos I., Stamoulis K., Caputo R., Koukouvelas I., Chatzipetros A., Pavlides S., Gallousi C., Papachristodoulou C. and Ioannides K., 2016. "Middle–Late Holocene earthquake history of the Gyrtoni Fault, Central Greece: Insight from optically stimulated luminescence (OSL) dating and paleoseismology", *Tectonophysics*, V687, 14-27.

New evidences of the time frame of the architectural remains of the archaeological site at Vathy, Astypalaia

K. C. Stamoulis ^(1, 2), A. Vlachopoulos ⁽³⁾, I. Tsodoulos ⁽⁴⁾ and I. Pappas ⁽⁵⁾

(1) Department of Physics, University of Ioannina, 45110 Ioannina, Greece

(2) Archaeometry Centre, University of Ioannina, 45110, Ioannina, Greece

(3) Department of History and Archaeology, University of Ioannina, 45110, Ioannina, Greece

(4) Department of Geography, Harokopio University, 17671, Kallithea, Athens, Greece

(5) Department of Geosciences, Eberhard Karls University of Tübingen, 72074, Tübingen, Germany

Abstract

Vathy, on the island of Astypalaia, is a naturally protected peninsula controlling the narrow access from the open sea to the gulf of the same name, thus ensuring full monitoring of a wide area of sea and land. Continuous occupation of the promontory Pyrgos over the millennia evidences that Vathy was an important harbour and surveillance point for sea routes in the central Aegean (Vlachopoulos 2018).

Earlier studies of dating outer parts of ancient wall remains stones and soil revealed that human activity is present in the site from about the Final Neolithic / Early Bronze Age (c. 4th / 3rd millennium BCE) up to Middle Byzantine times (11th c. AD) (Vlachopoulos et al. 2016), verifying the chronological phases that resulted from the study of the archaeological material. Further OSL dating studies regarding dating of sherds found in the Vathy archaeological site and soil samples from different archaeological strata were performed from 2016 to 2018.

In the above context, five (5) more sediment cores and surrounding soil from different depths and strata as well as three (3) sherds and two wall plaster samples from earlier excavation sites were chosen to be dated using the OSL method. Paleodoses D_e were measured using a Riso TL/OSL Reader DA-20 and radioactivity measurements were conducted using a Canberra BE HPGe detector of 26% relative efficiency, at the Archaeometry Centre of the University of Ioannina. Dose rates were calculated using proper conversion factors (Liritzis et al. 2013). Details of the method are presented elsewhere (Tsodoulos et al. 2016). Preliminary results show that ages of the sherds and plaster extend the time frame of the site up to the Byzantine Era while ages of the sediments show a time frame for the site at the promontory, dated to the Bronze Age.

Bibliography

- Vlachopoulos A., 2017. «Αρχαιολογικές έρευνες στο Βαθύ Αστυπάλαιας (2011-2015)», *Δωδώνη. Επιστημονική Επετηρίς της Φιλοσοφικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*, τόμος 43-44, Ιωάννινα, 371-411.
- Vlachopoulos A., Stamoulis K.C., Oikonomou A., Tsodoulos I., Papachristodoulou C. and Ioannides K.G., 2016. "OSL dating of Final Neolithic / Early Bronze Age wall remains at Vathy, Astypalaia", *41st International Symposium on Archaeometry (ISA)*, 15-20/5/2016.
- Liritzis I., Stamoulis K.C., Papachristodoulou C. and Ioannides K., 2013. "A re-evaluation of radiation dose-rate conversion factors", *Med. Archaeology and Archaeometry*, V13:3, 1-15.
- Tsodoulos I., Stamoulis K., Caputo R., Koukouvelas I., Chatzipetros A., Pavlides S., Gallousi C., Papachristodoulou C. and Ioannides K. 2016. "Middle–Late Holocene earthquake history of the Gyrtoni Fault, Central Greece: Insight from optically stimulated luminescence (OSL) dating and paleoseismology", *Tectonophysics*, V687, 14-27.

Potential of OSL and ITL signal resetting of experimentally sheared quartz from natural gouge at varying slip rates and normal stresses

E. Tsakalos ^(1, 2), M. Kazantzaki ⁽¹⁾, T. Nishiwaki ⁽²⁾, A. Lin ⁽²⁾, Y. Bassiakos ⁽¹⁾ and E. Filippaki ⁽¹⁾

(1) *Laboratory of Luminescence dating, Institute of Nanoscience and Nanotechnology, National Centre for Scientific Research, N.C.S.R. "Demokritos", Aghia Paraskevi, Athens 153 10, Greece*

(2) *Department of Geophysics, Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan*

Abstract

Absolute dating of past seismic events using intra-fault materials (e.g., fault gouge, mylonite and breccia) has been a major study of several scholars over the last years (e.g., Fukuchi, 2016; Tsakalos et al., 2018; 2019). Related research mainly focuses on trapped electron dating methods, namely luminescence and ESR dating. Both ESR and luminescence dating of fault gouge are based on the assumption of resetting of signal to zero -or near zero- level during a rupture event, either due to frictional heating or cataclastic deformation, or a combination of these. However, there has been much debate whether zeroing of the luminescence and ESR signals are a mechanical shearing effect or caused by frictional heating.

This study presents some recent results of an extensive series of stress-simulation experiments to test the variation in quartz luminescence signal resetting as a function of grain size. We report changes in the optically stimulated luminescence (OSL) and Isothermal thermoluminescence (ITL) signals in quartz fault gouge after stress-simulation experiments and assess whether the physical mechanism of signals is a mechanical shearing effect or caused by frictional heating. Stress-simulation experiments were performed on irradiated natural quartz samples from Nojima fault, Japan, using a low- to high-velocity rotary shear test apparatus, at varying slip rates and normal stresses, and report variations of the OSL and ITL signals using different grain sizes of the resulted quartz. In this regard, resetting of the luminescence could be investigated in comparison to temperature, pressure as well as grain size reduction due to friction and discuss the applicability of OSL and ITL methods to date the timing of fault slip events.

Bibliography

Fukuchi T., 2016. "Assessment of fault activity by ESR dating of fault gouge; the case of the Asano fault in Awaji city, Japan", in *Proceedings of the 123rd Annual Meeting Annual Meeting of the Geological Society of Japan, Tokyo, Japan*.



- Tsakalos E., Kazantzaki M., Lin A., Bassiakos Y., Filippaki E. and Takafumi N., 2018. "Seismic Moment and Recurrence: Microstructural and mineralogical characterization of rocks in carbonate fault zones and their potential for luminescence and ESR dating", *Journal of Structural Geology*, 117, 186-202.
- Tsakalos E., Lin A., Kazantzaki M., Bassiakos Y., Filippaki E. and Nishiwaki T., 2019. "Absolute Dating of Neotectonic Events: A Feasibility Study on Fault Gouge from the Nojima and Asano Faults, NW Awaji Island, Japan", *Bulletin of the Geological Society of Greece, Special Publication*, 7, 171-2.

ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΓΕΩΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ

Η γεωφυσική διασκόπηση ως εργαλείο μεθοδικής αποτύπωσης της πολεοδομικής οργάνωσης αρχαίων οικιστικών συνόλων στην Περιφερειακή Ενότητα Κιλκίς

Γ. Τσόκας ⁽¹⁾ και Γ. Στρατούλη ⁽²⁾

(1) Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής, Τομέας Γεωφυσικής, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη

(2) Εφορεία Αρχαιοτήτων Κιλκίς, Ουτσούνη & Ρεγγούκου, 611 00 Κιλκίς

Περίληψη

Οι γεωφυσικές μέθοδοι διασκόπησης του υπεδάφους συνίστανται στην καταγραφή ανωμαλιών σε τεχνητά ή φυσικά πεδία με τη χρήση κατάλληλων οργάνων. Ακολουθεί επεξεργασία των καταγραφών αυτών βάσει διεθνώς παραδεκτών μεθόδων χωρίς να υπάρχει συγκεκριμένο πρωτόκολλο, γιατί κάθε περίπτωση είναι μοναδική. Τελικά, παρουσιάζεται μια χαρτογράφηση των υπεδάφιων αρχιτεκτονικών λειψάνων, η οποία ομοιάζει με την κάτοψη, που θα σχεδιαζόταν, αν είχε προηγηθεί ανασκαφή και αποκάλυψη των οικοδομικών λειψάνων (Scollar et al. 1986). Είναι δε δυνατό να παρουσιαστεί και πλήρως τρισδιάστατη απεικόνιση των υπεδάφιων αρχαιοτήτων, εφ' όσον χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένες γεωφυσικές μέθοδοι, κυρίως τομογραφικές. Είναι, επίσης, γνωστό ότι η διεξαγωγή γεωφυσικής διασκόπησης γίνεται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα και με μικρό κόστος. Με τον τρόπο αυτό δε καλύπτονται μεγάλες σχετικά εκτάσεις.

Η χρησιμότητα στην αρχαιολογική έρευνα των τελικών γεωφυσικών απεικονίσεων συνίσταται στο ότι ο ανασκαφέας αρχαιολόγος μπορεί να κατευθύνει επιλεκτικά την έρευνά του, να εξάγει συμπεράσματα και στη συνέχεια να τα προεκτείνει για σε όλη την περιοχή που μελετά στηριζόμενος στο γεωφυσικό χάρτη.

Η παρούσα εργασία στοχεύει να καταδείξει την πολύπλευρη χρησιμότητα της γεωφυσικής διασκόπησης στην ανίχνευση και αποτύπωση αρχαίων πολεοδομικών καταλοίπων βάσει παλαιότερων και πρόσφατων γεωφυσικών ερευνών στην Π.Ε. Κιλκίς. Εστιάζει στην αναγνώριση του πολεοδομικού ιστού πόλεων και πολισμάτων και στα συνακόλουθα συμπεράσματα σχετικά με τον πολεοδομικό σχεδιασμό και την χωρο-οργάνωση σημαντικών τομέων των αρχαίων πόλεων, όπως η χωροθέτηση δημόσιων χώρων και κτηρίων (π.χ. αγορά, ιερά, θέατρα, ωδεία, τείχη, νεκροταφεία κ.ά.).

Οι γεωφυσικές έρευνες άρχισαν στην Π.Ε. Κιλκίς το 1989 (Tsokas et al. 1994). Στις μέρες μας συνεχίζονται εντατικά από την αρμόδια Εφορεία Αρχαιοτήτων Κιλκίς, στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος δράσης της, με εξαιρετικά αποτελέσματα γεωφυσικής αποτύπωσης της πολεοδομικής οργάνωσης άγνωστων στην αρχαιολογική έρευνα πόλεων της αρχαιότητας.

Βιβλιογραφία

- Scollar I., Weidner B. and Segeth K., 1986. "Display of archaeological magnetic data", *Geophysics*, 51 (3), 623-33.
- Tsokas G.N., Giannopoulos A., Tsourlos P., Vargemezis G., Tealby J.M., Sarris A., Papazacho C.B. and Savopoulou T., 1994. "A large-scale geophysical survey in the archaeological site of Europos (northern Greece)", *Journal of Applied Geophysics* 32, 85-98.

3-Dimensional mapping of Ploutos Cave - a 59 m deep vertical cave. What can we gain from that?

I. Kampolis ^(1,3), Y. Psaltakis ⁽²⁾ and S. Triantafyllidis ⁽¹⁾

(1) Section of Geological Sciences, School of Mining & Metallurgical Engineering, National Technical University of Athens, 15773, Zografou, Athens, Greece

(2) Landmark-G. Loutridis, 17343, Agios Dimitrios, Athens, Greece

(3) Group of Palaeoenvironment and Ancient Metals Study (GP-AMS), Laboratory of Archaeometry, INN, National Center for Scientific Research 'Demokritos', 15310, Agia Paraskevi, Athens, Greece

Abstract

The mapping of caves is a very challenging as well as crucial process for the geomorphological study of cave systems. It can reveal valuable information on the morphology of a cave and combined to the geotectonic regime of the cave area is able to provide data on the regional Quaternary history (Papadopoulou-Vrynioti and Kampolis, 2012). Applying mapping techniques in deep shafts or underwater passages is really challenging and stressing, yet the outcome is valuable qualitative and quantitative data.

The development of a cave in plan view can give us the main tectonic directions followed whereas its vertical profile can depict former water table positions (Palmer, 2007). These transitions of the epiphreatic zone towards higher or lower positions underpin land vertical tectonic movements or sea level changes in a coastal environment.

Today, the technological achievements have pushed the boundaries of exploration in extreme environments beyond our imagination, including places like deep sea, high mountains or deep caves in the earth's crust. The improvement of the 3D laser mapping technology and its availability in portable and hand-held devices may be proved valuable to science. The ZEB REVO portable laser scanner of GEOSLAM consists a small hand held device of 1.5 Kg that has the potential of recording extreme environments with an accuracy of 2-3 cm. For a cave system that usually spans from several hundred meters to some kilometers the aforementioned accuracy is sufficient.

We applied for the first time this portable technology in a 59-m deep shaft called Ploutos Cave in Boeotia, Central Greece. The results of the laser mapping application provided with unprecedented accuracy and detail the cave morphology, recording 138 million points in an area of approximately 1030 m² in 90 min. During the application, we measured geomorphological features in the cave, including the big NNW-SSE fault plane present in the first chamber that controls the cave development (fig. 1). The extracted information can be employed in the geological evolution of the cave and be correlated to the geological evolution of the wider area in Quaternary.

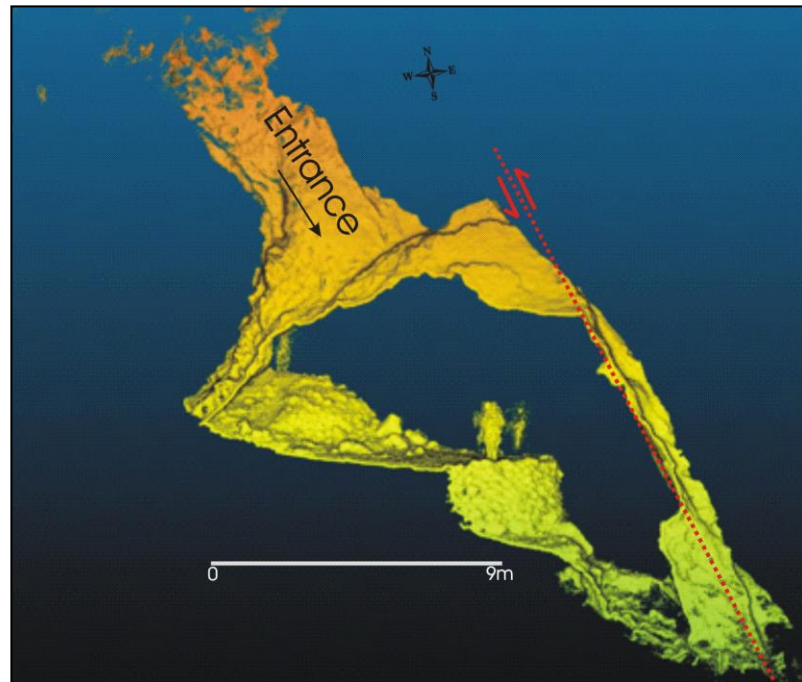


Figure 1: 3D point cloud of the first chamber in Ploutos Cave, Boeotia. The red dashed line depicts the fault plane. The trace of a speleologist can be seen at the central part of the picture.

Bibliography

Palmer N.A., 2007. *Cave Geology*, Dayton: Cave Books, 454.

Papadopoulou-Vrynioti and Kampolis, I., 2012. "Formation and development of a karstic system below and above sea level in Messinian Mani Peninsula (S. Greece)", *Speleogenesis & Evolution of Karst Aquifers* 12, 17-21.

A comprehensive study of the ancient mine of Esperanza in Lavrion district, Attica, Greece

M. Vaxevanopoulos ⁽¹⁾, J. Ross ⁽²⁾, P. Voudouris ⁽³⁾, A. ⁽⁴⁾ V. Melfos ⁽⁵⁾ and
Z. Papadopoulou ⁽⁶⁾

(1) Ecole Normale Supérieure de Lyon, France

(2) University of Western Australia, Perth, Australia

(3) National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece

(4) Ionian University, Corfu, Greece

(5) Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece

(6) University of Thessaly, Greece

Abstract

Lavrion mining area in southeast Attica in Greece comprises hundreds of ancient underground mines, vertical shafts, opencasts, mining debris and establishments for the metallurgical process such as washeries and furnaces. Esperanza mine constitutes one of the most extended horizontal mines in the northwest part of Lavrion area with more than 2000 meters of underground galleries. At the first part of the exploitation modern extraction enlarged the trapezoidal sectioned ancient galleries and sparse antique remains are recorded. However, an area of ancient mining untouched by modern exploitation, is accessible through a 5 meters vertical shaft at the end of the modern workings. Quadrilateral sectioned horizontal galleries, wide chambers for ore enrichment and mining debris are the main characteristics of this ancient part of the Esperanza mine. The typical veins of the carbonate replacement deposit as well as mantos and chimneys in the contact of Lavrion schist and the Kamariza upper marble (Voudouris et al, 2008; Bonsal et al, 2011) are widespread in the internal part of the ancient and the modern section of the mine. New minerals have been recorded at the oxidised part of the ore mineralization such as niedermayrite, katerinopoulosite, voudourisite and lazardisite (Giester et al., 1998; Chukanov et al, 2017; Rieck et al, 2018).

Different phases of exploitation of the silver-bearing minerals have been recorded and detailed mapping of the underground system with the laser meter DISTO-X was carried out. A 3D model of the mining works and the exploitation phases has been produced enlightening the silver extraction process at the so called “first contact” of Lavrion. The ore deposition has been studied at the contact of schists and marbles along the underground galleries. Samples from the ore mineralization in several parts of the ancient mine have been obtained for chemical analysis. Radiocarbon dating in organic material from the galleries proves a diachronic silver exploitation in the Esperanza mine from ancient to modern times with its focus on the silver-bearing mineralization along an extended vein network.

Bibliography

- Bonsall T.A., Spry P.G., Voudouris P.C., Tombros S., Seymour K.S. and Melfos V., 2011. "The geochemistry of carbonate-replacement Pb-Zn-Ag mineralization in the Lavrion district, Attica, Greece: Fluid inclusion, stable isotope, and rare earth element studies", *Economic Geology* 106(4), 619-51.
- Chukanov N.V., Pekov I.V., Belakovskiy D.I., Britvin S.N., Voudouris P., Magganas, A. and Stergiou V., 2017. *Katerinopoulosite*, IMA 2017-004. *CNMNC Newsletter No. 37, June 2017, page 739; Mineralogical Magazine*, 81, 737–42.
- Giester G., Rieck B. and Brandstätter F., 1998. "Niedermayrite, $\text{Cu}_4\text{Cd}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from the Lavrion mining district, Greece". *Mineralogy and Petrology*, 63(1-2), 19-34.
- Rieck, B., Lengauer, C.L. and Giester, G., 2018. "Voudourisite, $\text{Cd}(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$, and lazaridisite, $\text{Cd}_3(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, two new minerals from the Lavrion Mining District, Greece", *Mineralogical Magazine*, 1-31.
- Voudouris P., Melfos V., Spry P.G., Bonsall T.A., Tarkian M. and Solomos C., 2008. "Carbonate-replacement Pb–Zn–Ag±Au mineralization in the Kamariza area, Lavrion, Greece: Mineralogy and thermochemical conditions of formation", *Mineralogy and Petrology*, 94(1-2), 85.

Side scan sonar and subbottom profiling data in detecting ancient wooden hull wrecks: a case study the “Fiskardo” wreck Kefallinia island, Ionian Sea

G. Ferentinos ⁽¹⁾, M. Geraga ⁽¹⁾, D. Christodoulou ⁽¹⁾, E. Fakiris ⁽¹⁾, X. Dimas ⁽¹⁾, N. Georgiou ⁽¹⁾, S. Kordella ⁽¹⁾, G. Papatheodorou ⁽¹⁾, M. Prevenios ⁽¹⁾ and M. Sotiropoulos ⁽²⁾

(1) *Laboratory of Marine Geology and Physical Oceanography, Geology Department, University of Patras, Greece*

(2) *Aquatic Scuba Diving Club, Ag. Efimia, Kefallinia, Ionian Islands*

Abstract

Marine geophysical data collected during an underwater natural and cultural heritage assessment survey along the coastal zone of Kefallinia Island in the Ionian Sea, Greece, showed among other seafloor features, the presence of a Roman shipwreck and its amphorae cargo on the seafloor. The study and analysis of the collected data demonstrated that: (i) side scan sonar and chirp sub-bottom profiling systems, can successfully detect ancient shipwrecks and their amphorae cargo on the seafloor, (ii) the use of objective computer vision techniques in processing side scan sonar seafloor images, is a valuable tool for the separation of potential ancient shipwreck targets from other seafloor features with similar acoustic signature. Furthermore, a guideline for the data acquisition parameters that should be used to obtain optimal seafloor sonar images to maximize the separation of potential shipwreck targets from other seafloor features is provided. The remote sensing techniques may also provide adequate indication regarding the preservation of the ship's wooden frame, the amphorae hull stowage and its vulnerability to human activity in the area. The shipwreck is dated between 1st cent BC and 1st cent AD and is one of the largest found so far in the Mediterranean Sea, for that period. It is estimated that it was carrying about 6,000 amphorae. The amphorae cargo, visible on the seafloor, is in a very good state of preservation and there is a strong possibility that the cargo and the wooden hull frame buried in the sediment are also well preserved. The shipwreck has the potential to yield a wealth of information about the shipping routes, trading, amphorae hull stowage and ship construction during the relevant period and is therefore, considered to be of significant archaeological importance.

Bibliography

- Delaporta K., Jasinski M.E. and Søreide F., 2006. “The Greek-Norwegian deep-water archaeological survey”, *Int. J. Naut. Archaeol.* 35, 79–87. <https://doi.org/10.1111/j.1095-9270.2006.00090.x>
- Fakiris E., Papatheodorou G., Geraga M. and Ferentinos G., 2016. “An automatic target detection algorithm for swath sonar backscatter imagery, using image texture and independent component analysis”, *Remote Sensing*, 8(5), 373-82.



Geraga M., Papatheodorou G., Ferentinos G., Fakiris E., Christodoulou D., Georgiou N., Dimas X., Iatrou M., Kordella S., Sotiropoulos, G., Mentogiannis V. and Delaporta K., 2015. "The study of an ancient shipwreck using marine remote sensing techniques, in Kefalonia Island (Ionian Sea)" , Greece. *Archaeol. Maritima Mediterr.* 12, 183–98.

Ένα Καινοτόμο Μοντέλο Πρόβλεψης Θέσεων στην Αρχαιολογία: Το Μοντέλο Τάσης Κατοίκησης (MTC)

Γ. Μαλαπέρδας ⁽¹⁾ και Ν. Ζαχαριάς ⁽¹⁾

(1) Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Καλαμάτα Τ.Κ. 24133, Ελλάδα

Περίληψη

Η πρόταση της παρούσας εργασίας συνοψίζεται στην προσπάθεια ανάδειξης ενός νέου αρχαιολογικού μοντέλου πρόβλεψης θέσεων, με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), της ανάλυσης χώρου και της στατιστικής, το οποίο καινοτομεί ως προς την εισαγωγή της κριτικής σκέψης σε αυτά με απώτερο στόχο να αποτελέσει οδηγό, για τα μελλοντικά μοντέλα πρόβλεψης αρχαιολογικών θέσεων (Malaperdas and Zacharias, 2019).

Η μεθοδολογία που προτείνεται, βασίζεται στην κύρια γνώση των προβλεπτικών μοντέλων που συναντάμε ως τις μέρες μας, τα εξελίσσει και προτείνει ένα νέο τρόπο αντίληψης για τα μελλοντικά μοντέλα πρόβλεψης (Malaperdas and Zacharias, 2018; Sarris and Dederix, 2012), αντικρούοντας παράλληλα μια σειρά από επικρίσεις που έχουν διατυπωθεί στο παρελθόν (Verhagen, 2007). Σε αυτά τα νέα μοντέλα θα πρέπει να συμπεριληφθεί ένας σημαντικός παράγοντας, αυτός της εισόδου της κριτικής σκέψης στη λήψη αποφάσεων του κάθε μοντέλου. Το νέο μοντέλο που εφαρμόστηκε στο Νομό Μεσσηνίας, ονομάστηκε Μοντέλο Τάσης Κατοίκησης (MTC), και βασίζεται πάνω στο θεώρημα των τριών κόσμων του Porper (Porper, 1978). Για τη δημιουργία του MTC, θεωρήθηκε ότι έπρεπε να καταγραφούν μια σειρά από φυσικές παραμέτρους του περιβάλλοντος για να οριστεί η δυνατότητα του χώρου να υποστηρίξει την ανθρώπινη δραστηριότητα.

Τα αποτελέσματα που έδωσε το Μοντέλο μελετώντας 140 οικιστικές θέσεις της Μυκηναϊκής Εποχής στην Μεσσηνία ήταν εξαιρετικά καθώς, (α) παρουσίασε εξαιρετική ακρίβεια αναγνωρίζοντας 137 από τις 140 συνολικά οικιστικές θέσεις στις υψηλότερες κατηγορίες πιθανότητας κατοίκησης, (β) είναι αποτελεσματικό ως προς την πρώτη και σημαντικότερη ιεραρχικά κατηγορία των Οικιστικών θέσεων, αυτής των Κέντρων, καθώς αναγνωρίζει όλες τις θέσεις στην υψηλότερη κατηγορία πρόβλεψης, (γ) μπορεί εύκολα να αναπροσαρμοστεί ανάλογα και με τα ερωτήματα που ενδιαφέρουν τον ερευνητή, ενσωματώνοντας και δημιουργώντας μια πιο πολύπλοκη, κριτική σκέψη στο τελικό μοντέλο πρόβλεψης, (δ) συνιστά κάτι περισσότερο από ένα υπολογιστικό εργαλείο, όπως έχει καταδείξει και σε τρεις περιπτώσεις στην Μεσσηνία όπου στη συνέχεια η επιτόπια αρχαιολογική αυτοψία επιβεβαίωσε τις προβλέψεις του μοντέλου.

Βιβλιογραφία

- Malaperdas G. and Zacharias, N., 2019. "The habitation Model Trend Calculation (MTC): A new effective tool for predictive modeling in archaeology", *Geo-spatial Information Science*, DOI: 10.1080/10095020.2019.1634320
- Malaperdas G. and Zacharias N., 2018. "A Geospatial Analysis of Mycenaean Habitation Sites Using a Geocumulative versus Habitation Approach", *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 6, 111-131. <https://doi.org/10.4236/gep.2018.61008>.
- Popper K., 1978. Three Worlds, The Tanner Lecture On Human Values, *delivered at the University of Michigan*, April 7, 1978.
- Sarris A. and Déderix, S., 2012. "GIS for Archaeology and Cultural Heritage Management in Greece. Quo Vadis?", in Zacharias N. (ed.), *3rd Symposium Archaeological Research and New Technologies, University of the Peloponnese. Kalamata*, 9-22.
- Verhagen P., 2007. *Case Studies in Archaeological Predictive Modeling*, Amsterdam.

Astronomical dating of the Trojan War-Complements to Homer

S. P. Papamarinopoulos

University of Patras-Greece

Abstract

A gradual darkening of the sky during a particular day during combat in the Trojan War described by Homer in the Iliad. It was interpreted as a partial solar eclipse visible in the Troad during the end of the 13th and the beginning of the 12th century B.C. After the examination of all types of solar eclipses within the 1400-1130 B.C., time span, it was found that the solar eclipse of the 6th of June 1218 B.C. with significant obscuration of 75.2% of the sun fits fully with the Homeric description. The latter exists within NASA's catalogue. It was late noon in a very warm day after Patroclus' death. Three days later, in the dawn of the night in which Patroclus' body was consumed by ceremonial fire, Venus rose in the horizon of the Troad early in the morning before the sun.

Bibliography

Papamarinopoulos St.P., Preka-Papadema P., Mitropetros P., Antonopoulos P., Mitropetrou E. and Saranditis G., 2014. "A new astronomical dating of the Trojan War's end", *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 12(1), 93-102.

Papamarinopoulos St.P., Preka-Papadema P., Mitropetros P., Mitropetrou H., Antonopoulos, P., Saranditis G., Gazeas K., Nastos P., Kiriakopoulos K. and Tsironi A., 2017. *Astronomical dating of the Trojan War's end and Odysseus' return*, τ.92 Α', p.p 119-142.

Athens Academy Plenary Session, 19/10/2017

Through Academician Antonis Kounadis



Φωτοερμηνεία-Τηλεπισκόπηση και Γεωφυσική Διασκόπηση, Όρμος Βοϊδοκοιλιάς Νομού Μεσσηνίας: Εντοπισμός θαμμένων αρχαιολογικών καταλοίπων

Α. Χρόνη

Υπουργείο Πολιτισμού & Αθλητισμού, Tel.: +30 6976465487, Παραμυθιάς 20, Αθήνα 10435

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια μια νέα μεθοδολογία όσον αφορά στους τρόπους ανίχνευσης και εντοπισμού νέων αρχαιολογικών θέσεων αρχίζει να επικρατεί: εκείνη, που, σε συνδυασμό με τον επίγειο έλεγχο και τη συγκέντρωση βιβλιογραφικών και ιστοριογραφικών πληροφοριών, υποστηρίζει και προτείνει εφαρμογή της φωτοερμηνείας-τηλεπισκόπησης, συνδυαζόμενης σε πολλές περιπτώσεις, με τη γεωφυσική διασκόπηση.

Περιοχή μελέτης της παρούσας ανακοίνωσης αποτέλεσε ο νομός Μεσσηνίας, μια περιοχή με μακρότατο ιστορικό παρελθόν και πλούτο αρχαιολογικών καταλοίπων και, ειδικότερα, ο όρμος της Βοϊδοκοιλιάς, στις δυτικές ακτές του νομού.

Συγκεντρώθηκαν, αναλύθηκαν και αξιολογήθηκαν ιστοριογραφικές, βιβλιογραφικές και αρχαιολογικές πληροφορίες από τις οποίες προέκυψε η ισχυρή πιθανότητα ύπαρξης θαμμένων αρχαιολογικών καταλοίπων στο πλάτωμα το βορείως κείμενο της ανασκαμμένης, ήδη, αρχαιολογικής περιοχής στο βόρειο βραχίονα του όρμου της Βοϊδοκοιλιάς. Επίσης, αναλύθηκαν και αξιολογήθηκαν τα γεωλογικά στοιχεία της συγκεκριμένης περιοχής, τόσο για τη σύγχρονη εποχή όσο και για την αρχαιότητα, ενώ παράλληλα μελετήθηκε και ο συσχετισμός γεωλογίας γεωμορφολογίας με την ανάπτυξη οικισμών.

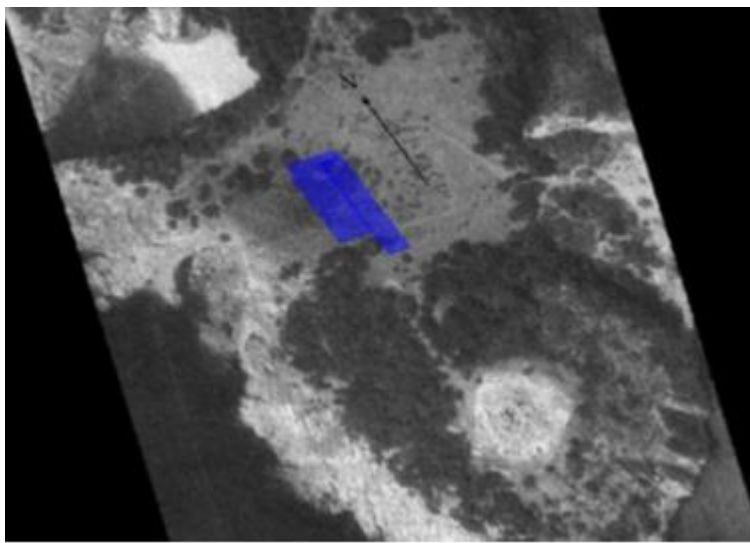
Στη συνέχεια αξιοποιήθηκαν σχετικά χαρτογραφικά στοιχεία, έξι στερεοσκοπικά ζεύγη αεροφωτογραφιών ποικίλων κλιμάκων καθώς και δύο δορυφορικές τηλεπισκοπικές απεικονίσεις IKONOS, διακριτικής ικανότητας ενός μέτρου, για την παγχρωματική ψηφιακή τηλεπισκοπική απεικόνιση, και τεσσάρων μέτρων, για την πολυφασματική ψηφιακή τηλεπισκοπική απεικόνιση.

Μετά την ολοκλήρωση της φωτοερμηνευτικής διαδικασίας, οργανώθηκε και πραγματοποιήθηκε γεωφυσική διασκόπηση τμήματος του εν λόγω πλατώματος (εικ. 1). Το τμήμα που επελέγη προς διερεύνηση ήταν αυτό που, μετά την εφαρμογή της φωτοερμηνευτικής μεθοδολογίας, παρουσίασε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ιχνών (γραμμικών και σκιών μικροαναγλύφου), προκειμένου να διερευνηθεί (και να διασταυρωθεί) η ύπαρξη, μορφή και ποιότητά τους, αυτή τη φορά υπό το πρίσμα της επιστημονικής διαδικασίας της γεωφυσικής διασκόπησης.

Η γεωφυσική διασκόπηση πραγματοποιήθηκε με την παράλληλη χρήση δύο διαφορετικών μεθόδων: της ηλεκτρικής τομογραφίας (electric tomography) και του γεω-ραντάρ (geo-radar). Οι διαφορετικοί

χάρτες αντίστασης του εδάφους που προέκυψαν από τις παραπάνω έρευνες διορθώθηκαν γεωμετρικά ως προς την απεικόνιση IKONOS της 3-6-2000.

Όσον αφορά στα αποτελέσματα των μετρήσεων της ηλεκτρικής τομογραφίας και του γεωραντάρ, οι διαφορετικοί χάρτες αντίστασης που προέκυψαν και αποδίδουν την κατάσταση του εδάφους για διαφορετικά στρωματογραφικά επίπεδα έως και το βάθος των 5μ. (ηλεκτρική τομογραφία) και των 2,73 μ. (γεωραντάρ): στις περιοχές του πλατώματος όπου, μετά την ψηφιακή επεξεργασία των τηλεπισκοπικών απεικονίσεων (κατά την εφαρμογή της φωτοερμηνευτικής μεθοδολογίας), είχαν ανιχνευθεί γραμμικά ίχνη και ίχνη σκιών μικροαναγλύφου, παρατηρούνται αυξημένες τιμές της αντίστασης του εδάφους, γεγονός το οποίο μας επιτρέπει να υποθέσουμε ότι τα εντοπισθέντα, κατά τη διαδικασία της γεωφυσικής διασκόπησης, στοιχεία, είναι πολύ πιθανό, πράγματι, να υποδηλώνουν την ύπαρξη αρχαιολογικών καταλοίπων.



Εικ. 1. Προσδιορισμός της περιοχής του πλατώματος η οποία διερευνήθηκε με τις μεθόδους της ηλεκτρικής τομογραφίας και του γεωραντάρ: παγχρωματική αεροφωτογραφία του έτους 1983, του βόρειου βραχίονα του όρμου της Βοϊδοκοιλιάς, γεωμετρικά διορθωμένη ως προς την ψηφιακή τηλεπισκοπική απεικόνιση από το δορυφόρο IKONOS της 3-6-2000. Διακρίνονται: η ανασκαμμένη περιοχή που περιλαμβάνει τα αρχαιολογικά κατάλοιπα ΠΕ II οικισμού, ΜΕ τύμβου και ΥΕ θολωτού τάφου (του Θρασυμήδους) και το βορείως κείμενο πλάτωμα, για το οποίο εικάζεται η ύπαρξη αρχαιολογικών καταλοίπων. Το ορθογώνιο παραλληλόγραμμο μπλε χρώματος ορίζει την περιοχή που διερευνήθηκε, με τις μεθόδους της ηλεκτρικής τομογραφίας και του γεωραντάρ, από την επιστημονική ομάδα του Πανεπιστημίου του Cagliari υπό την καθοδήγηση του καθηγητού κ. Gaetano Ranieri. (Gaviano, Olivas and Prof. Ing. G.Ranieri 2000-2001, 163). Κλίμακα εικόνας: 1:2500.

ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΓΕΩΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ

Γεωφυσικές έρευνες εντός μνημείων: Δυνατότητες και Αδυναμίες

Γ. Τσόκας ⁽¹⁾ και Ν. Διαμαντή ⁽¹⁾

(1) Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής, Τομέας Γεωφυσικής, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Οι μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης εφαρμόζονται στην εξερεύνηση αρχαιολογικών χώρων σε παγκόσμια κλίμακα και αναφέρονται σ' όλα τα βιβλία εισαγωγής στην αρχαιολογική επιστήμη. Στηρίζονται στο γεγονός ότι οι αρχαιότητες αποτελούν διαταράξεις στην ομοιογένεια των ανωτέρων στρωμάτων της Γης και επομένως προκαλούν ανωμαλίες σε φυσικά ή τεχνητά πεδία. Έχει αποδειχθεί μέσω πειραμάτων ότι κάποιες από τις γεωφυσικές αυτές μεθόδους, συγκεκριμένα η μέθοδος του ραντάρ υπεδάφους, παγκόσμια γνωστή ως GPR (Ground Penetrating Radar), αλλά και η μέθοδος της ηλεκτρικής τομογραφίας, μπορούν να εφαρμοστούν για ενδοσκόπηση του δαπέδου, της τοιχοποιίας ή και της οροφής μνημείων που σώζονται σε μεγάλο βαθμό.

Στην παρούσα εργασία, γίνεται αποτίμηση της μεγάλης εμπειρίας του Εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής του ΑΠΘ σε γεωφυσικές έρευνες εντός μνημείων, των οποίων η ακεραιότητα έχει διασωθεί μεγάλο βαθμό. Οι έρευνες στις οποίες γίνεται αναφορά πραγματοποιήθηκαν στο δάπεδο του Ι.Ν. της Καπνικαρέας στην Αθήνα, του Πρωτάτου του Αγίου Όρους, της Παναγίας Χαλκίων στη Θεσσαλονίκη, του Αγίου Λεωνίδα στο Κλαυδί Ευρυτανίας. Αναφέρονται επίσης συγκεκριμένα παραδείγματα ενδοσκόπησης τοίχων μνημείων από το Ευπαλίνιο όρυγμα στη Σάμο, το Επταπύργιο της Θεσσαλονίκης, το νότιο τείχος της Ακρόπολης των Αθηνών, το κάστρο της Αγίας Μαύρας στη Λευκάδα, το ιερό της Μεγάλης Παναγίας στη Σαμαρίνα και το Οθωμανικό Λουτρό Βέροιας.

Εκτίθενται οι ιδιαιτερότητες και τα προβλήματα των γεωφυσικών διασκοπήσεων εντός μνημείων καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισής τους. Αναφέρονται επίσης οι σημαντικές πληροφορίες που μπορούν να προκύψουν, τόσο στην απεικόνιση αστοχιών, παθογενειών και κρυμμένων δομικών στοιχείων όσο και στον εντοπισμό ταφών, κρυπτών ή και παλαιότερων υπόγειων δομών που αναφέρονται σε προϋπάρχοντα μνημεία.

**ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΒΙΟΪΛΙΚΑ-ΒΙΟΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ**

Kean *miltos*, Lemnian *miltos*:**The significance of a place-name in Greco-Roman craft and industry**

E. Photos-Jones

*Analytical Services for Art and Archaeology (Ltd), Glasgow G12 8JD, UK / Archaeology, School of Humanities,
University of Glasgow, Glasgow, UK*

Abstract

It has long been suspected that place names associated with traded natural raw materials (rocks and minerals) of the Greco-Roman (G-R) world may have denoted more than a place of origin. However, when these materials are examined from our modern perspective of natural sciences (geology, mineralogy, chemistry), the significance of the place name ‘fades’ in favour of a clear and succinct scientific characterisation of the relevant deposits at source.

Although this approach is correct, it is not sufficient in addressing the nuanced world of G-R antiquity. Based on the two examples mentioned above and following a twenty-year investigation of ‘*miltos*’ in both islands of the Aegean – Kea and Lemnos -, I shall argue that name *plus* place name should be taken *as a whole* to denote the ‘commercial’ name of a *specific* product for a *specific* application/market. This necessitates an approach that reaches beyond an understanding of the local geology/geochemistry.

I shall demonstrate that Kean *miltos* and Lemnian *miltos* were the trade names of two different natural products which shared a single common property, the colour red. While Kean *miltos* was natural fine red/yellow iron oxides recovered from the Pb-rich mineralisation of Kea, Lemnian *miltos* was an artificial red ‘recovered’ from the sedimentary clays of NE Lemnos. The former served largely as an antifouling agent, the latter as a ...medicine.

I shall suggest that new insight into G-R materials and practices can be gained by adopting a novel approach, that of geobiology. This involves the elucidation of the interface between the abiotic (rocks and minerals) and the biotic (microorganisms) environment; how it may have been perceived *and* manipulated by the G-R world of craft and industry.



Storage practices in the Late Bronze Age Aegean: investigation of molecular signatures in storage vessels through organic residue analysis

M. Roumpou ⁽¹⁾ and N. Kalogeropoulos ⁽²⁾

(1) *Harokopio University of Athens, Department of Dietetics and Nutrition 70 El. Venizelou str, 176 76 Kallithea, Athens & Fitch laboratory, British School at Athens, 52 Souedias str, 106 76 Athens*

(2) *Harokopio University of Athens, Department of Dietetics and Nutrition 70 El. Venizelou str, 176 76 Kallithea, Athens*

Abstract

It is widely accepted that storage in its many dimensions and aspects plays an important role in the archaeological discourse. The study of storage is not straightforward and there are multiple challenges in understanding prehistoric storage, as very often in prehistory there is a dearth of information regarding storage activities: storage taking place in pits, granaries or containers made of perishable material that can not always be traced in the archaeological record. There are several studies discussing the extend and characteristics of this complex phenomenon (i.e. long term vs short term, practical storage and social storage, storage of food but also of craft materials, stored produce used to cope with seasonal and annual fluctuations and produce used for exchange etc), and also the ways it affected (or it was affected by) the formation of social and economic activity in the past. Although the study of storage in the Aegean Bronze Age communities is a topic attracting particular attention, comprehensive studies of storage activities, especially studies using analytical tools, are rather infrequent within the archaeological literature.

This paper presents the insights gained from the study of storage vessels (mainly pithoi) based on organic residue analysis. Vessels were sampled from several sites across the Aegean over the past years (amongst others northern Greece, Crete, Tiryns). Our aim was to shed light on storage practices, the nature of the stored produce and to better understand possible socio-political implications. We therefore attempted to identify the residues preserved in storage vessels, indicating possible storage patterns through time. Combined gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS) was utilised for the detection and identification of organic residues. The results to date show good preservation of lipids, comprising several classes of compounds, such as fatty acids, acylglycerols, long-chain aliphatic compounds and terpenoids, and it appears that storage technology was relatively specialised.

This paper demonstrates the potential of interdisciplinary approaches for the study of storage practices and it is anticipated to propose ways to integrate residue analysis to the discourse regarding storage practices in the prehistoric Aegean.



Αρχαιομετρικές αναλύσεις σε σκελετικά υπολείμματα απο μια δευτερογενή ταφή στο Καστρούλι, Δελφοί

I. Κοντόπουλος ^(1, 2), I. Λυριτζής ^(3, 4), M. Alexander ⁽¹⁾, K. Penkman ⁽⁵⁾ και M. J. Collins ^(6, 7)

(1) *BioArCh, Department of Archaeology, University of York, York, United Kingdom*

(2) *Maritime Cultures Research Institute, Department of Art Sciences and Archaeology, Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium*

(3) *Laboratory of Archaeometry, Department of Mediterranean Studies, University of the Aegean, Rhodes, Greece*

(4) *Key Research Institute of Yellow River Civilization and Sustainable Development and Collaborative Innovation, Center on Yellow River Civilization of Henan Province, Henan University, Kaifeng, China*

(5) *BioArCh, Department of Chemistry, University of York, York, United Kingdom*

(6) *Centre for GeoGenetics, Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark*

(7) *McDonald Institute for Archaeological Research, Department of Archaeology, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom*

Περίληψη

Η εξαγωγή και ανάλυση αρχαίων βιομορίων από αρχαιολογικά οστά (π.χ. κολλαγόνο, aDNA) μπορούν να προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες για την καλύτερη κατανόηση των προϊστορικών κοινωνιών (καταγωγή πληθυσμών, παλαιοδιατροφή, κινητικότητα, εξημέρωση, κ.λπ.). Παρόλα αυτά οι περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, υδρολογία, φυσικές και χημικές ιδιότητες εδάφους/υπεδάφους) που επικρατούν σε μεγάλο μέρος της Ελληνικής επικράτειας οδηγούν, ως επί το πλείστον, στην αποδόμηση των οστών μέσα από μια σειρά σύνθετων και αλληλεξάρτητων διαδικασιών (διαγένεση).

Αυτή η μελέτη παρουσιάζει τα δεδομένα από την ιστολογική (οπτική μικροσκοπία), φυσική (φασματοσκοπία υπέρυθρου με μετασχηματισμό Fourier) και χημική (κολλαγόνο) ανάλυση σε 17 ανθρώπινα δείγματα (15 μηριαία και 2 λιθοειδή οστά) και 7 οστά ζώων. Τα δείγματα προέρχονται από μια δευτερογενή Μυκηναϊκή ταφή από το Καστρούλι (Δελφοί), και στόχος της μελέτης είναι η διερεύνηση των μηχανισμών διαγένεσης στο συγκεκριμένο ταφικό περιβάλλον, καθώς και η ταυτόχρονη εξαγωγή πληροφοριών για την ανασύσταση της παλαιοδιατροφής του συγκεκριμένου πληθυσμού. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι οι συνθήκες διατήρησης που επικρατούν στο Καστρούλι είναι δυσμενείς για την μακροπρόθεσμη διατήρηση των βιομορίων στα οστά, κυρίως λόγω των έντονων περιοδικών αλλαγών στις συνθήκες περιβάλλοντος (θερμοκρασία και υγρασία) και των ιδιοτήτων του εδάφους. Οι διακυμάνσεις αυτές οδηγούν ουσιαστικά με γρήγορους ρυθμούς στην πλήρη καταστροφή της μικροδομής των οστών, που συνοδεύονται από αλλαγές στην

κρυσταλλική δομή και σύσταση του βιοαπατίτη και την ταχεία καταστροφή του κολλαγόνου. Αξίζει να αναφερθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις τα χαρακτηριστικά των οστών προσομοιάζουν με εκείνα απολιθωμένων οστών. Τέλος, τα προκαταρκτικά αποτελέσματα των ισοτοπικών αναλύσεων άνθρακα και αζώτου (κολλαγόνο) παρουσιάζουν μια σύνθετη εικόνα, με πιο αξιοσημείωτη παρατήρηση την πιθανή κατανάλωση C4 τροφών από τα κοτόπουλα και τις ασυνήθιστα υψηλές τιμές αζώτου για τα υπόλοιπα ζώα.

Βιβλιογραφία

- Kendall C., Eriksen A.M.H., Kontopoulos I., Collins M.J. and Turner-Walker G., 2018. "Diagenesis of archaeological bone and tooth", *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology* 491, 21-37.
<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.11.041>
- Levy T.E., Sideris T., Howland M., Liss B., Tsokas G., Stambolidis A., Fikos E., Vargemezis G., Tsourlos P., Georgopoulos A. and Papatheodorou G., 2018. "At-risk world heritage, cyber, and marine archaeology: the Kastrouli–Antikyra bay land and sea project, Phokis, Greece", In *Cyber-archaeology and grand narratives*, 143-234.
- Sideris A., Liritzis I., Liss B., Howland M.D. and Levy T.E., 2017. "At-risk cultural heritage: new excavations and finds from the Mycenaean site of Kastrouli, Phokis, Greece", *Mediterranean Archaeology & Archaeometry*, 17(1). 10.5281/zenodo.163772
- Kontopoulos I., Penkman K., Liritzis I. and Collins M.J., 2019. "Bone diagenesis in a Mycenaean secondary burial (Kastrouli, Greece)", *Archaeological and Anthropological Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00853-0>

Κερασφόρα, κέρατα και κερατίνη: Κόκκινη χρωστική σε γόμφους κεράτων από το Ακρωτήρι Θήρας

Γ. Αλεξόπουλος

ΥΠΠΟΑ, Θεμιστοκλέους 5, Αθήνα 10677

Περίληψη

Τα ζωικά κέρατα συντίθενται από την πρωτεΐνη κερατίνη, η οποία σχηματίζει μια λεπτή θήκη από κυματοειδή επιστρώματα επιμήκων κυττάρων που καλύπτουν τους πυρήνες (γόμφους κεράτων). Η κερατίνη, ως οργανική ουσία, αποσυντίθεται σχεδόν σε όλες τις συνθήκες κατάχωσης και αυτό που τελικά σώζεται δεν είναι παρά οι οστέινες αποφύσεις του κρανίου (γόμφοι κεράτων), οι οποίες στηρίζουν τα κέρατα εσωτερικά, γνωστές και ως «πυρήνες κεράτων» (πρβλ. Schmid 1972: 88, εικ. 21). Μερικοί γόμφοι κεράτων εξετάστηκαν στο στερεοσκόπιο και αναλύθηκαν επιφανειακά με τις μη καταστρεπτικές τεχνικές, φθορισμού ακτίνων-Χ και φασματοσκοπίας εγγύς υπερύθρου¹. Τα αποτελέσματα απέδειξαν συνδυαστικά την παρουσία χρωστικής, ανάλογης με ερυθρή χρωστική από τις τοιχογραφίες της Ξεστής 3 (Pantazis *et al.* 2003: 4-6). Ωστόσο, η σποραδική και φαινομενικά τυχαία εμφάνιση της χρωστικής σε μικρό σχετικά ποσοστό γόμφων έθεσε την προθετικότητα της εφαρμογής της ώχρας εν αμφιβόλω.

Η κατάσταση στην οποία σώζονται οι γόμφοι κεράτων διαμορφώθηκε από ταφονομικές διαδικασίες (Εικ. 1) και διαφέρει σημαντικά από αυτή στην οποία βρίσκονταν τα κέρατα κατά τη συναρμογή της εναπόθεσης γύρω στο 1613±13 π.Χ. (πρβλ. Friedrich & Heinemeier 2009· Panagiotakopulu *et al.* 2013).

Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα των αναλύσεων οδήγησαν σε εστίαση της προσοχής μας στις ταφονομικές διαδικασίες που ξεκίνησαν σε ένα περιβάλλον με υπολογιζόμενη θερμοκρασία ηφαιστειακών υλικών που κάλυψαν τον οικισμό (γύρω στους 300°C, πρβλ. Panagiotakopulu *et al.* 2013: 685)². Πρόσφατη μελέτη προσδιορίζει την «επαναθέρμανση» κεραμικών (οστράκων), δια της επαφής με τα υπερκείμενα ηφαιστειακά υλικά, στους 160-230°C (Tema *et al.* 2015).

Το περιβάλλον κατάχωσης (πρβλ. Μαρινάτος 1972: 193)³ πιθανά επηρέασε τη διατήρηση της θήκης, καθώς η κερατίνη έχει θερμοπλαστικές ιδιότητες· ενώ, η παρατεταμένη θέρμανση των κεράτων κάτω από τον ηφαιστειακό μανδύα που ισοδυναμεί με φούρνισμα είναι πιθανό να την έκαψε μαζί με την οργανική κόλλα (πρβλ. Brecoulaki *et al.* 2012: 2875-6) της ερυθρής χρωστικής. Η διαδικασία χρωματισμού θα

¹ Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν τον Οκτώβριο 2007 στο Εργαστήριο Χαρακτηρισμού και Σήμανσης Υλικών του Μουσείου Μπενάκη & της ΘΕΤΙΣ *authentics* από τις μελετήτριες Ι. Ασλάνη (Χημικό Μηχανικό MSc) και Ε. Αλούπη (Δρ. Χημικό-Αρχαιομέτρη).

² Αντίστοιχη θερμοκρασία υπολογίζεται για τα υλικά της ιστορικής έκρηξης του Βεζουβίου (πρβλ. Cioni *et al.* 2004).

³ ΠΑΕ 1970.

μπορούσε να περιγραφεί ως «επιλεκτική ρόφηση» στις σπογγώδεις επιφάνειες των γόμφων, και θα ήταν δυνατή διά παρατεταμένης θέρμανσης, εισροής όμβριων υδάτων, ή της επενέργειας υψηλής υγρασίας· θα μπορούσε να τη φανταστεί κανείς ως διαδικασία με τυχαία εξέλιξη. Η διασάφησή της έχει σημασία για τον προσδιορισμό επιτελεστικών πρακτικών που εντοπίζονται στην τελευταία φάση του Ακρωτηρίου.

Βιβλιογραφία

Μαρινάτος Σπ., 1972. “Ανασκαφαί Θήρας IV”, ΠΑΕ 1970, 156-204.

Brecoulaki H., Andreotti A., Bonaduce I., Colombini M.P. and Lluveras A., 2012. “Characterization of organic media in the wall-paintings of the “Palace of Nestor” at Pylos, Greece: evidence for *a secco* painting techniques in the Bronze Age”, *Journal of Archaeological Science* 39, 2866-76.

Friedrich W.L. and Heinemeier J., 2009. “The Minoan eruption of Santorini radiocarbon dated to 1613±13 BC – geological and stratigraphic considerations”, in D.A. Warburton (ed.), *Time’s Up! Dating the Minoan eruption of Santorini*, 56-63. Monographs of the Danish Institute at Athens, Vol. 10, 56-63.

Panagiotakopulu Eva *et al.*, 2013. “Ancient pests: the season of the Santorini Minoan volcanic eruption and a date from insect chitin”, *Naturwissenschaften* 100(7), 683-89.

Pantazis T. *et al.*, 2003. “X-Ray Fluorescence Analysis of a Gold Ibex and other Artifacts from Akrotiri”, *METRON, Aegaeum* 24, 155-60, xxxvii-xxxix.

Schmid E., 1972. *Atlas of Animal Bones*, Amsterdam-London- N.Y.

Histotaphonomy and Mineral Content of Bone: A Case Study from Vraona

M. S. Mallouchou ⁽¹⁾, E. T. Stathopoulou ⁽¹⁾ and G. E. Theodorou ⁽¹⁾

(1) National and Kapodistrian University of Athens, School of Science, Faculty of Geology and Geoenvironment, Department of Historical Geology and Palaeontology, University Campus - Zographou, Athens, Greece, 15784.

Abstract

The archaeological and palaeontological site of Vraona is located in Eastern Attika, Greece. Numerous fossilized skeletal remains, of Pleistocene age, were collected from a doline cave and the main findings were attributed to Mammals and Aves. Unfortunately, due to past antiquities smuggling, many illegal excavations have taken place, that led to the disturbance of the fossiliferous strata and the displacement of the skeletal remains. As a result, the collected fossils lack the necessary information, usually obtained during well processed scientific excavations. Based on the overall macroscopical integrity of the fossils and the relatively recent age of the site (Symeonidis and Rabeder, 1995), the material from Vraona is expected to exhibit a good preservation state a fact that remains to be confirmed.

The objective of this study is to present the palaeohistological profile of the material and to examine the mineral content variations of taphonomic, and especially diagenetic origin. To do so, the cortical region of Felidae fossil long bones was used. In order to conclude on the extent and type of histotaphonomical alterations, the selected bones were studied through Scanning Electron Microscopy (SEM). The samples were, additionally, subjected to Infrared Spectroscopy techniques, in order to explore their mineralogical profile.

Infrared spectra provided the vibrational signature of diagenesis and presented the anticipated intra-sample uniformity. The complementary analyses of both ATR and NIR provide principally the vibrational signatures of carbonate hydroxylapatite and fluorapatite. Concerning the encountered histomorphological state of fossils' preservation, the examined surfaces were intensely damaged. The majority of samples exhibited Microbial Focal Destruction (MFD), as well as other diagenetically induced alterations, or a combination of both (Hedges and Millard, 1995; Jans et al., 2004). Evidently, the encountered microstructural variations constitute the main obstacle towards a further qualitative histological and quantitative histomorphological evaluation of the fossils. Nonetheless, the present study attempts and succeeds in attributing the proper diagenetical profile of the site and assorting the skeletal remains according to their microstructural appearance. After all, these conclusions will determine the consequent handling of the material (Mallouchou et al., 2019) and the type of study to be conducted (Stathopoulou et al., 2008). The ultimate goal remains, always, the ability to examine the fossil bone under the prism of skeletal development, ontogeny and biomechanical function, by overcoming, when possible, the reflected taphonomical processes.

Acknowledgments

The authors are grateful to Dr. Georgios Chryssikos and to Dr. Vassilis Gionis for allowing the IR Spectroscopy analyses to be held at the "Theoretical and Physical Chemistry Institute" of the National Hellenic Research Foundation. The Department of Economic Geology and Geochemistry of the Faculty of Geology and Geoenvironment at Athens University is acknowledged for permitting the authors to examine the samples with SEM.

Bibliography

- Hedges R. and Millard A., 1995. "Measurements and relationships of diagenetic alteration of bone from three archaeological sites", *Journal of Archaeological Science* 22, 201-09.
- Jans M., Nielsen - Marsh C., Smith C., Collins M. and Kars H., 2004. "Characterisation of microbial attack on archaeological bone", *Journal of Archaeological Science* 31, 87-95.
- Mallouchou M., Stathopoulou E. and Theodorou G., 2019. "How Do Fossilized Mammalian Bones Behave During Chemical Conservation? The Histological Case Studies of Tilos and Kerassia", *Geoheritage* 11:597-614. DOI: 10.1007/s12371-018-0310-3
- Stathopoulou E., Psycharis V., Chryssikos G., Gionis V. and Theodorou G., 2008. "Bone diagenesis: new data from infrared spectroscopy and X-ray diffraction", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 266, 168-74.
- Symeonidis N. and Rabeder G., 1995. "Das jungpleistozan in der "Hohle" von Vraona auf Attikain Griechenland", *Annales Geologiques des Pays Helleniques* 36, 1-109.

Study of “black” pygmy hippo bones from the site of Aetokremnos in Cyprus

E. T. Stathopoulou ⁽¹⁾, A. Filippidi ⁽²⁾ and G. E. Theodorou ⁽¹⁾

(1) National and Kapodistrian University of Athens, School of Science, Faculty of Geology and Geoenvironment, Department of Historical Geology and Palaeontology, University Campus - Zographou, Athens, Greece, 15784

(2) Department of Earth Sciences-Geochemistry, Faculty of Geosciences, Utrecht University, Utrecht, the Netherlands

Abstract

The objective of this paper is to study the “black” pygmy hippopotamus bones derived from the much discussed site of Aetokremnos in Cyprus, in order to conclude on the origin of their colour and the possibility of them being burnt. The case of burning would possibly imply the coexistence and interaction of man and hippopotamuses at the time. The studied material includes bones of *Phanourios minor* that lived on the island during the Upper Pleistocene and exhibit different types of discolouration. Black colouring of skeletal material at archaeological and palaeontological sites can be attributed to burning, mineral staining, decomposition of the organic components of bone, or a combination of any of the above procedures (Shahack-Gross et al., 1997; Bradfield, 2018). According to previous studies realized on skeletal material from another site in Cyprus, Aghia Napa, the black colouration of the bones and teeth seemed to be the result of Fe and Mn oxide staining, due to the regional geochemical conditions of the site (Stathopoulou et al., 2004). This has been observed in numerous sites all over the world and has been the subject of several studies (Marin Arroyo et al., 2008; Chadeaux et al., 2009; Stathopoulou et al., 2013). On the other hand, the black bones of Aetokremnos have been attributed in previous studies to burning, not only as a result of direct burning by humans but also as a result of campfires above the fossiliferous deposits. This hypothesis was based only on the macroscopical features of the skeletal material, such as its colour (Simmons et al., 1999). No analytical study had been realized, to reinforce this theory. Now, various microscopical and analytical techniques are applied, in order to explore this possibility and investigate the impact of diagenesis on the material in means of oxide staining. The techniques applied are Optical microscopy, Scanning Electron Microscopy (SEM) combined with X-ray microanalysis (EDS), X-ray Diffraction (XRD) and Infrared Spectroscopy (ATR, NIR).

The material from Aetokremnos presents an excellent preservation of histology. Cracking can be observed in some samples, mainly around the pores of the cancellous bone. There seems to be no difference in chemistry between the macroscopic “black” and “white” parts of the bones. No Fe or Mn were traced throughout the samples, suggesting that the black colour of these bones are not caused by oxide staining. The XRD spectra suggest large crystallinity indices (C.I.: 0,5-0,7), a fact that could reinforce the burnt scenario. The possibilities and restrictions concerning this site are discussed.

Bibliography

- Bradfield J., 2018. "Some thoughts on bone artefact discolouration at archaeological sites", *Journal of Archaeological Science: Reports*, 17, 500–9.
- Chadefaux C., Vignaud C., Chalmin E., Robles-Camacho J., Arroyo-Cabrales J., Johnson E. and Reiche I., 2009. "Color origin and heat evidence of palaeontological bones: Case study of blue and gray bones from San Josecito Cave, Mexico", *American Mineralogist* 94, 27-33.
- MarinArroyo A.B., LandeteRuiz M.D., VidalBernabeu, G., SevaRomán R., GonzálezMorales M. R., Straus L.G., 2008. "Archaeological implications of human-derived manganese coatings: a study of blackened bones in El Mirón cave, Cantabrian Spain", *Journal of Archaeological Science* 35, 801–13.
- Shahack-Gross R., Bar-Yosef O. and Weiner S., 1997. "Black-coloured Bones in Hayonim Cave, Israel: differentiating between burning and oxide staining", *Journal of Archaeological Science* 24, 439–446.
- Simmons A. H. & Associates, 1999. "Faunal extinction in an Island Society. Pygmy Hippopotamus Hunters of Cyprus", Kluwer Academic, 381.
- Stathopoulou E., Theodoropoulou T. and Phoca-Cosmetatou N., 2013. "Black fish bones in waterlogged deposits: the case of the Neolithic lake settlement of Dispilio, Greece", *Archaeofauna* 22, 51-74.
- Stathopoulou E., Theodorou G., Panayides I. and Bassiakos Y., 2004. "Diagenesis of bone and colouration: the example of Aghia Napa, Cyprus", *Proceedings of the 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology*, Thessaloniki, 14-20 April 2004, Vol. 1, 347-50.

ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΒΙΟΪΛΙΚΑ-ΒΙΟΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ

Microbial activity in excavated bone: examples from Greece & Cyprus

E. T. Stathopoulou ⁽¹⁾ and M. S. Mallouchou ⁽¹⁾

(1) National and Kapodistrian University of Athens, School of Science, Faculty of Geology and Geoenvironment, Department of Historical Geology and Palaeontology, University Campus - Zographou, Athens, Greece, 15784

Abstract

Skeletal remains are physically, chemically, histologically and mechanically altered in their taphonomic position by a series of processes, known as diagenesis. Microbial activity or microbial focal destruction (MFD) refers to the action of microorganisms and is a diagenetic procedure commonly found in palaeontological and archaeological bones and teeth. It occurs soon after burial and is thought to be completed within the first 500 years. It influences the survival of skeletal remains through time and causes collagen hydrolysis, deterioration of bone and tooth microstructure and an increase of macroporosity. Bacteria follow the orientation of the collagen fibres and exploit planes of weakness (e.g. fractures, breakages), leading to different sizes and morphologies of microbial activity. MFD is controlled by the local physicochemical conditions of the burial microenvironment. Usually, relatively humid aerobic terrestrial environments with high temperature and a pH: 4-9, favor MFD. Cyanobacteria, on the other hand, occur mainly in aquatic environments, both freshwater and marine, including waterlogged soils (Booth, 2015; Hackett, 1981; Kendall et al., 2018; Turner-Walker and Syversen, 2002).

In order to better understand and describe MFD, mammal and fish skeletal remains from numerous sites of Miocene to Neolithic age and varying geological contexts in Greece and Cyprus have been studied by optical and Scanning Electron Microscopy, combined with EDS for qualitative chemical analyses.

From the study of these samples, it is obvious that microbial activity occurs only in bone and dentine, and not enamel, due to enamel's extremely low content in organic composites, its much larger crystallite size and the absence of porosity in its structure. Also, fish bone is more affected than mammal bone, due to its different histology (greater macroporosity), its lack of mineralization and less tightly packed collagen fibrils. Bacterial activity, when present, is recognized as spongiform porosity (of a diameter usually between 0.5 and 1 μm) that occurs as small cyclical colonies or as larger areas, totally affected. It is especially detected around haversian and vascular canals, dentinal tubules, along the periosteal/outer margins of hard tissues and along cracks, etc. Cyanobacteria on the other hand, create meandering tunnels of about 10-15 μm along the outer surface of bone, containing spherical grains, due to the dissolution and reprecipitation of bioapatite. The microbial activity results for each site are presented and their correlation to the archaeological context discussed.

Bibliography

- Booth T.J., 2015. "An investigation into the relationship between bacterial bioerosion and funerary treatment in European archaeological human bone", *Archaeometry* 58(3), 484-99. [10.1111/arcm.12190](https://doi.org/10.1111/arcm.12190)
- Hackett C.J., 1981. "Microscopical focal destruction (Tunnels) in exhumed human bone", *Medicine Science Law* 21(4), 243-65.
- Kendall C., Hoier Eriksen A.M., Kontopoulos I., Collins M.J. and Turner-Walker G., 2018. "Diagenesis of archaeological bone and tooth", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 491, 21–37.
- Turner-Walker G. and Syversen U., 2002. "Quantifying histological changes in archaeological bones using BSE-SEM image analysis", *Archaeometry* 44(3), 461-8.

ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ

Η καταγραφή των αρχαίων μεταλλείων χαλκού της Κύπρου μέσα από διεπιστημονική έρευνα

Β. Κασσιανίδου

Ερευνητική Μονάδα Αρχαιολογίας, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τ.Θ. 20537, Λευκωσία 1678, Κύπρος

Περίληψη

Η εκμετάλλευση των πλούσιων χαλκούχων κοιτασμάτων της Κύπρου ξεκίνησε τουλάχιστον από τα μέσα της τρίτης χιλιετίας π.Χ. και συνεχίστηκε χωρίς διακοπή μέχρι και την πρώτη χιλιετία μ.Χ. Μετά από μια παύση χιλίων περίπου χρόνων, η εξόρυξη ξανάρχισε τον 20ο αιώνα. Σύγχρονοι μεταλλευτές, έχοντας διαβάσει αναφορές στον ορυκτό πλούτο της Κύπρου στις αρχαίες πηγές, έφτασαν στο νησί και αναζήτησαν τους μεγάλους σωρούς αρχαίας σκωρίας, με τη βοήθεια των οποίων εντόπισαν τα πλούσια κοιτάσματα χαλκού. Έτσι η μεταλλευτική βιομηχανία αναβίωσε μετά από διακοπή πέραν των χιλίων χρόνων.

Σε όλα τα κοιτάσματα οι σύγχρονοι μεταλλωρύχοι εντόπισαν ίχνη αρχαίας εκμετάλλευσης όπως γαλαρίες, μερικές από τις οποίες και χαρτογράφησαν, αλλά και εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εξόρυξη. Όταν όμως ξεκίνησε η εκμετάλλευση με αποκάλυψη των κοιτασμάτων, τα αρχαία μεταλλεία, με μερικές μόνο σπάνιες εξαιρέσεις, καταστράφηκαν. Σήμερα, σπαράγματα από τις αρχαίες γαλαρίες, κάποιες από τις οποίες είχαν και ξύλινα υποστυλώματα, σώζονται στις παρειές των σύγχρονων μεταλλείων. Τα τελευταία είκοσι χρόνια έχει γίνει μια συστηματική προσπάθεια να καταγραφούν αυτά τα κατάλοιπα μέσα από συστηματική αρχαιολογική έρευνα, κυρίως στους βόρειους πρόποδες του Τροόδους και στην μεταλλευτική περιοχή της Σολέας. Με τη ραδιοχρονολόγηση κάποια από τα κατάλοιπα αυτά μπορούν να χρονολογηθούν με σχετική ακρίβεια αποκαλύπτοντας την αρχαιότητα της μεταλλευτικής βιομηχανίας. Πιο πρόσφατα η έρευνα έχει στραφεί και στα αρχεία τόσο των μεταλλευτικών εταιρειών, όπως η Cyprus Mines Corporation, όσο και στα προσωπικά αρχεία των μεταλλωρύχων που εργάστηκαν στην Κύπρο πριν την δεκαετία του εξήντα. Μέσα στα αρχεία έχουν βρεθεί πολύτιμες πληροφορίες που μας βοηθούν να συνθέσουμε μια καλύτερη εικόνα της αρχαίας μεταλλευτικής βιομηχανίας. Σκοπός της παρούσας ομιλίας είναι να παρουσιάσει τα αποτελέσματα αυτής της διεπιστημονικής μελέτης.

Βιβλιογραφία

Bruce J.L., 1937. "Appendix V. Antiquities in the Mines of Cyprus", in E. Gjerstad, J. Lindros, E. Sjoqvist, A. Westholm (eds.), *The Swedish Cyprus Expedition. Finds and Results of the Excavations in Cyprus 1927-1931*, Vol. III, Stockholm: The Swedish Cyprus Expedition, 639-71.

- Kassianidou V., 2018. "Ancient copper mining, oxhide ingots and a hoard—new data on Mathiatis from the State Archives of Cyprus", in A. Giumlia-Mair and F. Lo Schiavo (eds), *Bronze Age Metallurgy in the Mediterranean Islands. In Honour of Robert Maddin and Vassos Karageorghis*, Monographies Instrumentum 56, Auteuil, 578–98.
- Kassianidou V., 2013. Mining Landscapes of Prehistoric Cyprus, *Metalla* 20(2), 36–45.
- Kassianidou V., 2000. "Hellenistic and Roman mining in Cyprus", in G.K. Ioannides and S.A. Hadjistryllis (eds.), *Acts of the Third International Congress of Cypriot Studies (Nicosia, 16–20 April 1996). Volume A' Ancient Section*. Nicosia, 745–56.

Αστέρια Γλυφάδας. Προϊστορική εργαστηριακή εγκατάσταση μεταλλουργικών δραστηριοτήτων

Κ. Καζά ⁽¹⁾, Κ. Καραϊνδρου ⁽¹⁾, Ι. Γκουρτζιούμη ⁽²⁾, Γ. Μαστροθεόδωρος ⁽³⁾, Α. Hein ⁽⁴⁾,
Ε. Φιλιππάκη ⁽³⁾ και Ι. Μπασιάκος ⁽³⁾

(1) Εφορεία Αρχαιοτήτων Ανατολικής Αττικής

(2) Εργαστήριο Παλαιοπεριβάλλοντος και Αρχαίων Μεταλλικών Δομών, Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», Πατριάρχου Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341 Αγία Παρασκευή

(3) Institute of Nanoscience and Nanotechnology, N.C.S.R. "Demokritos", PO Box 60037, 15341 Aghia, Paraskevi, Attica, Greece

Περίληψη

Στα Αστέρια της Γλυφάδας έχουν εντοπιστεί δύο σημαντικές προϊστορικές θέσεις, όπου πραγματοποιούνταν μεταλλουργικές δραστηριότητες από την 4η χιλιετία π. Χ. μέχρι τις αρχές της 2ης χιλιετίας π. Χ.

Στον ένα από τους δύο τομείς (Τ. 1Β) έχει προσδιοριστεί εκτεταμένη εργαστηριακή εγκατάσταση, αρκετών στρεμμάτων, η οποία βάσει των ευρημάτων (λιθάργυροι, μεταλλουργικά χωνευτήρια (κύπελα), όζοι/«σταγόνες» μεταλλικού χαλκού, λίθινα εργαλεία, υπολείμματα μεταλλευμάτων κ.λπ.), ερμηνεύεται σαν εργαστήριο εμπλουτισμού μεταλλεύματος. Πρόκειται για ενιαίο σύνολο φυσικών και τεχνητών νεροσυρμών με ενδιάμεσα ορύγματα, όλα διευθετημένα κατά κλάδους φυσικής ροής στην ελαφρώς κεκλιμένη επιφάνεια του φυσικού μεταμορφωμένου ασβεστόλιθου της περιοχής, στον οποίο είναι εμφανή και χαρακτηριστικά εξομάλυνσης της επιφανείας του. Επειδή μάλιστα καλύπτει ευρύτατη έκταση, το μέγεθος της εγκατάστασης και μόνο παραπέμπει σε δραστηριότητα μεγάλης εμβέλειας, η οποία ξεφεύγει από τα στενά πλαίσια των αναγκών μιας μικρής κοινότητας.

Άμεσα συνδεδεμένοι με τις μεταλλουργικές δραστηριότητες είναι πέντε προς το παρόν λιθοσωροί που έχουν εντοπιστεί στο άμεσο περιβάλλον της εγκατάστασης, οι οποίοι σχηματίστηκαν με τη συγκέντρωση των απορριμμάτων από τις εν λόγω δραστηριότητες και το περιεχόμενό τους είναι αντικείμενο επιμέρους τρέχουσας έρευνας.

Κατά την Τελική Νεολιθική εποχή η εγκατάσταση μπαζώθηκε, μάλλον από έντονα πλημμυρικά επεισόδια, οι μεταλλουργικές δραστηριότητες διακόπηκαν και κατά την

Πρωτοελλαδική εποχή πολλά από τα εργαστηριακά ορύγματα μετατράπηκαν σε ταφικούς θαλάμους.

Study of a necklace with silver and steatite beads from the EM I Gournes Cemetery

V. Perdikatsis V. ⁽¹⁾, S. Sotiropoulou ⁽²⁾, Chr. Apostolaki ⁽¹⁾, E. Filippaki ⁽³⁾ and Y. Bassiakos ⁽³⁾

(1) Technical University of Crete, School of Mineral Resources Engineering, 73100 Chania, Greece

(2) Institute of Electronic Structure and Laser, Foundation for Research and Technology - Hellas, N. Plastira Av. 100, GR-700 13 Vassilika Vouton - Heraklion, Greece

(3) Institute of Nanoscience and Nanotechnology, N.C.S.R. "Demokritos", Aghia Paraskevi Attikis, P.O.Box 60037, 153 10 Athens, Greece

Abstract

Research was conducted on a necklace (HM 1707a) with metal and stone beads, from the excavation carried out in 1999 by the 23rd Ephorate of Pehistoric and Classical Antiquities on the EM I Necropolis at Gournes, Pediada, Crete (Galanaki 1999). The metal beads are rings with external diameter of ~ 2.7 mm and internal diameter corresponding to the suspension hole of ~2 mm while the stone beads are quite smaller, of ~ 1 mm external diameter with a string hole of ~450 µm. Representative metal and stone beads have been extensively studied with several analytical techniques providing complementary information as, XRF spectrometry (XR-100CR, AMPTEK), X-ray power Diffraction (D 500, Siemens, with Cu-tube, Ni-filtered), Scanning Electron Microscopy and Elemental Microanalysis (JEOL JSM 5400 with an Energy Dispersive X-ray Spectrometer), microRaman spectroscopy (Renishaw 1000, Exc. 632,8 nm) and FTIR spectroscopy (Biorad FTS 175). The results are discussed with respect to the chemical composition and preservation state of the materials used, the manufacturing technology of the beads as well as the provenance of the raw materials.

The metal beads have been identified as silver with two typical chemical compositions: Ag 99.3%, Fe 0.6%, As 0.3%, Cu n.d and Ag 76.3%, Fe 1.4%, As n.d, Cu 15.4%.

Taking into account the results of all the techniques used, (XRD, SEM, Raman and IR), the dark grey (blueish) stone beads were made of steatite (a soft stone also known as soapstone). According to the X-ray diffraction data, the main mineral is talc, exceeding 95%, with minor contents of dolomite, calcite, quartz and albite. Based on the microRaman and FTIR data, it has been confirmed that the beads were not fired. The provenance of the steatite is discussed taking into consideration potential locations from which steatite may originate (Jones et al., 2007).

Bibliography

Galanaki C. 1999. "Γούρνες. Οικόπεδο ΙΘΑΒΙΚ", *ArchDelt*54, pp.853-856.



Jones R.E, Kilikoglou V., Olive V., Bassiakos Y., Ellam R., Bray I.S.J. and Sanderson D.C.W, 2007. "A new protocol for the chemical characterisation of steatite - two case studies in Europe: the Shetland Islands and Crete", *Journal of Archaeological Science* 34, 626-41, DOI: 10.1016/j.jas.2006.07.002

Χημική ανάλυση χάλκινων αντικειμένων της Μέσης Εποχής του Χαλκού από τη θέση Λάπηθος-Βρύση του Πάρπα (Κύπρος)

A. Χαραλάμπους⁽¹⁾ και J. M. Webb^(1, 2)

(1) Ερευνητική Μονάδα Αρχαιολογίας, Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τ.Θ. 20537, CY-1678, Λευκωσία, Κύπρος

(2) Department of Archaeology and History, La Trobe University, Victoria 3086, Australia

Περίληψη

Ένας σημαντικός αριθμός χάλκινων αντικειμένων (415) της Μέσης Εποχής του Χαλκού (1950-1700/1650 π.Χ.) που ανευρέθηκαν σε τάφους στην περιοχή Λάπηθος-Βρύση του Πάρπα (Myres, 1946), στη βόρεια ακτή της Κύπρου, μελετήθηκαν με τη χρήση της τεχνικής της φορητής φασματοσκοπίας φθορισμού ακτίνων-Χ (HHpXRF). Η πλειοψηφία των αντικειμένων κατατάσσεται σε 13 διαφορετικούς τύπους, ενώ εντοπίζεται και αριθμός μοναδικών αντικειμένων. Τα αποτελέσματα της μη καταστρεπτικής χημικής ανάλυσης σε περιοχές καθαρού μετάλλου κατέδειξαν την εκτεταμένη χρήση διαφόρων τύπων κραμάτων χαλκού (Cu-As, Cu-Sn, Cu-As-Sn, Cu-As-Pb, Cu-Sn-Pb, Cu-As-Sn-Pb), την ύπαρξη περιορισμένου αριθμού πρώιμων κραμάτων ορειχάλκου (Cu-Zn, brass) και μία μεγαλύτερη του αναμενομένου παρουσία εισαγόμενου κασσιτέρου. Μία πιο λεπτομερής εξέταση των αποτελεσμάτων όσον αφορά του τύπους των αντικειμένων, καταδεικνύει τη χρήση συγκεκριμένου τύπου κραμάτων για κάποιες ομάδες, όπως για παράδειγμα χρήση χαλκού με υψηλό ποσοστό αρσενικού και κασσιτέρου για αντικείμενα κύρους (π.χ. απλές καρφίτσες και καρφίτσες με οπή στη μέση, αντίστοιχα), καθώς και τη χρησιμοποίηση ανακυκλωμένου μετάλλου για πιο μικρά, καθημερινής χρήσης αντικείμενα (π.χ. βελόνες). Το αποτέλεσμα αυτό καταδεικνύει την ύπαρξη σημαντικού βαθμού εξειδίκευσης στη μεταλλοτεχνία και πιο εκτεταμένη ανακύκλωση απ' ό,τι πιστευόταν μέχρι τώρα να ισχύει στην περίπτωση της Κύπρου, στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι η Λάπηθος είχε ενεργό ρόλο στην παραγωγή χάλκινων αντικειμένων κατά τη διάρκεια της Μέσης Εποχής του Χαλκού, με τους μεταλλουργούς της να έχουν πρόσβαση σε μεγάλες ποσότητες εισαγόμενου κασσιτέρου ή/και κασσιτερούχου χαλκού (μπρούντζος), καθώς και σε εισαγόμενα ορυκτά αρσενικού ή στα μεταλλεύματα χαλκού με σχετικά υψηλό ποσοστό αρσενικού που εντοπίζονται στην περιοχή του Δάσους Λεμεσού (Webb et al., 2006), στην άλλη μεριά του νησιού. Η θέση της Λαπήθου στη βόρεια ακτή, η ιδιαίτερα μεγάλη ποσότητα χάλκινων αντικειμένων που ανευρέθηκαν στη συγκεκριμένη θέση (Βρύση του Πάρπα) και η παρουσία εισαγόμενων αντικειμένων στους τάφους, δίνουν σημαντικές ενδείξεις για την συμμετοχή της Λαπήθου στο διά θαλάσσης εμπόριο μετάλλων, που συνέδεε την περιοχή της νοτιοδυτικής Ανατολίας με το Αιγαίο και τα νησιά των Κυκλάδων κατά το πρώτο μισό της 2ης χιλιετίας π.Χ.

Βιβλιογραφία

- Myres J.L., 1946. "Excavations in Cyprus, 1913", *Annual of the British School at Athens* 41 (1940–1945), 78–85.
- Webb J.M., Frankel D., Stos-Gale Z.A. and Gale N., 2006. "Early Bronze Age metal trade in the Eastern Mediterranean. New compositional and lead isotope evidence from Cyprus", *Oxford Journal of Archaeology* 25, 261-288.

Metal types of Late Geometric bronze tripod cauldrons

M. Bode ⁽¹⁾, M. Kiderlen ⁽²⁾, G. Mastrotheodoros ⁽³⁾, E. Filippaki ⁽³⁾, and Y. Bassiakos ⁽³⁾

(1) *Deutsches Bergbau-Museum Bochum, Herner Straße 45, 44787 Bochum, Germany*

(2) *Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Archäologie, LB Klassische Archäologie, Unter den Linden 6, 10099 Berlin, Germany*

(3) *Institute of Nanoscience and Nanotechnology (INN), National Center for Scientific Research (NCSR) "Demokritos", Athens 153 10, Greece*

Abstract

Since the Late Bronze Age, bronze tripod cauldrons became one of the most conspicuous types of bronze objects both in the Greek mainland and in Crete. During the transition to Early Iron Age, the custom of dedicating bronze tripod cauldrons emerged in certain Greek sanctuaries, resulting in abundant archaeological assemblages. Hence the prestigious tripods may be used by us as a means of assessing contemporary religious/political and economic/commercial structures. Our archaeometric approach consists of two strategies: a) analysis of the residues of the clayey casting moulds adhering to the surface of the tripods in order to get information on the places of manufacture and on the development of casting technology (Kiderlen et al., 2016a), b) analysis of the metals. It aims towards a better understanding of the manufacturing technologies, and the raw materials' circulation and consumption (Kiderlen et al., 2016b).

In this perspective, we first will present an overview on the preliminary results gained from about 260 micro-samples covering the timespan from about 1200 to 700 BC that were investigated through chemical (HR-ICP-MS), lead isotope (ICP-MS), and partly also metallographic (OM), and micro-phase elemental analysis (SEM-EDX). Then, we will concentrate on 13 samples from mainland tripod types of the Late Geometric period. They are indicating a major shift in copper trade: During the transition from Middle Geometric II to Late Geometric I, imports to South Greece from the mining regions in Wadi Araba (Faynan in Jordan and Timna in Israel) ended, and other source regions stepped in.

Bibliography

- Kiderlen M., Hein A., Müller N.S. and Mommsen H., 2016a. "Production Sites of Early Iron Age Greek Bronze Tripod Cauldrons: First Evidence from Neutron Activation Analysis of Casting Ceramics", *Geoarchaeology* 33 (2017), 321-42. <https://doi.org/10.1002/gea.21604>
- Kiderlen M., Bode M., Hauptmann A. and Bassiakos Y., 2016b. "Tripod cauldrons produced at Olympia give evidence for trade with copper from Faynan (Jordan) to South West Greece, c. 950–750 BCE", *Journal of Archaeological Science: Reports* 82, 303–13. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.06.013>



Processing of mineral resources and the organization of metal production in Thasos from the Late Neolithic to the Early Iron Age

N. Nerantzis ⁽¹⁾ and S. Nodin ⁽²⁾

(1) *Marie Skłodowska-Curie Fellow, Centre de Recherches en Archéologie et Patrimoine, Université Libre de Bruxelles - CP 133/01, Avenue F.D. Roosevelt, 50 B-1050 Bruxelles*

(2) *Independent researcher, Perpignan, 66000, France*

Abstract

Ore processing and metal production in the north Aegean has been a diachronic facet of economic expansion as suggested by combined archaeological, geological and archaeometallurgical research. Abundant evidence for metallurgical activities was uncovered in prehistoric settlements on the island of Thasos and has become the focus of investigation by applying XRF and SEM/EDS. It has been thus established that silver was separated from argentiferous lead by a cupellation process leaving behind a shallow bowl-shaped litharge as early as the Late Neolithic (Bassiakos *et al.* 2019). Additionally, secondary copper minerals were beneficiated and processed through smelting in crucibles and the purified metal was cast in ceramic moulds from the beginning of the Early Bronze Age onwards. Our recent analyses by SEM/EDS have confirmed that arsenical copper production is witnessed on the Early Bronze Age Thasian settlements while alloys containing increased lead contents have been also common until the appearance of tin bronze around the Late Bronze Age (Nerantzis *et al.* 2016). The emergence of iron technology on the island is attested at an early date around the late 11th century and was possibly the culmination of long experimentation with processing of the iron bearing ores initially as fluxes for copper production. Attempting to investigate the technical stages by which minerals were transformed into metals in Thasos, this presentation is focused on recent mineralogical analysis of ores by means of XRD, the study of stone tools used in crushing and beneficiation and analysis of metallurgical residues by SEM/EDS coupled by experimental smelts of local minerals. The combined results are useful for reconstructing the *chaîne opératoire* in an attempt to better understand prehistoric Thasian metallurgy and examine its place within networks of technological exchange towards Thrace, Western Anatolia and the Aegean.

Bibliography

Bassiakos Y., Nerantzis N. and Papadopoulos S., 2019. "Late Neolithic/Early Bronze Age metallurgical practices at Limenaria, Thasos: evidence for silver and copper production", *Journal of Archaeological and Anthropological Sciences*, Volume 11(6), 2743-57.



Nerantzis N., Bassiakos Y. and Papadopoulos S., 2016. "Copper metallurgy of the Early Bronze Age in Thassos, north Aegean", *Journal of Archaeological Science: Reports* 7, 574-80.

Η ελληνιστική περίοδος (3^{ος} έως 1^{ος} π.Χ) στη Λαυρεωτική, ως περίοδος τεχνολογικών ανακαλύψεων και μεταφοράς τεχνολογίας στην Αίγυπτο των Πτολεμαίων

Γ. Δ. Παπαδημητρίου

Ομότιμος Καθηγητής Ε.Μ.Πολυτεχνείου, Χρυσανθέμων 12, Λυκόβρυση 14123

Περίληψη

Οι αλληπάλληλες πολιτικές μεταβολές στην Αθήνα από το τέλος του 4^{ου} αιώνα π.Χ. και εφεξής προκάλεσαν την παρακμή των Μεταλλείων της Λαυρεωτικής μέχρι την παύση τους περί το τέλος του 1^{ου} αιώνα π.Χ. Ωστόσο η μεταλλουργική παραγωγή αργύρου και μολύβδου συνεχίσθηκε και μετά με ανακύκλωση παλαιών μεταλλευτικών απορριμμάτων (εκβολάδων και πλυντιών) και μεταλλουργικών καταλοίπων (σκωριών και κυρίως λιθαργύρου), Στράβων, Αττικά, 9.1.23.

Οι νέες συνθήκες οδήγησαν στην ανακάλυψη/εισαγωγή νέων τεχνικών και διατάξεων. Συγκεκριμένα:

- 1) Η ανάγκη ικανοποιητικής αποδέσμευσης των πλουσιότατων σε άργυρο μολυβδούχων εγκλεισμάτων στον λιθάργυρο, με σκοπό την ανάκτησή τους με διαχωρισμό στα πλυντήρια, οδήγησε στην ανακάλυψη και εκτεταμένη χρήση των κυκλικών τριβείων για ομοιόμορφη και λεπτή λειοτρίβηση κάτω των 0.5mm. Το θέμα τούτο απετέλεσε αντικείμενο ανακοίνωσης στο 6^ο Συμπόσιο της ΕΑΕ (Παπαδημητρίου).
- 2) Η ανάγκη κατεργασίας λειοτριβημένου λιθαργύρου και τριμμένων εκβολάδων ταυτοχρόνως στα ίδια πλυντήρια, τα πλείστα των οποίων ήσαν της Κλασσικής περιόδου, οδήγησε στην μεταγενέστερη τροποποίησή τους, ώστε να αποφεύγεται η ανάμιξη του απορρίμματος των εκβολάδων με το ελαφρύ κλάσμα διαχωρισμού του λιθαργύρου (απαργυρωμένο λιθάργυρο), καθώς τούτο χρησίμευε περαιτέρω για παραγωγή εμπορικού μολύβδου.
- 3) Η εκμετάλλευση θειούχων μεταλλευμάτων (γαληνίτη) των οποίων η εξόρυξη είχε παραλειφθεί κατά την κλασσική περίοδο ή είχαν αποθεθεί ως εκβολάδες, κατέστη δυνατή, χάρη σε νέες ειδικές καμίνους φρύξης και αποθείωσης μεγάλης διαμέτρου. Ένα τέτοιο συγκρότημα ανακαλύφθηκε πρόσφατα από τον Ηρακλή Κατσαρό στην περιοχή Δημολιάκι και μελετήθηκε από τον γράφοντα, αποτελεί δε αντικείμενο ξεχωριστής ανακοίνωσης.
- 4) Τα ανωτέρω οδήγησαν σε πλήρη αναπροσαρμογή της διαδικασίας παραγωγής αργύρου και μολύβδου (chaîne opératoire), Βλέπε Σχήμα.

- 5) Η επιτυχία των κυκλικών τριβείων του Λαυρίου στη διαδικασία παραγωγής αργύρου αποδεικνύεται έμμεσα από την μεταφορά της τεχνολογίας του στα χρυσορυχεία της Ανατολικής Ερήμου της Αιγύπτου, όπου χρησιμοποιήθηκαν πιθανώς και εκεί για την εκμετάλλευση παλαιότερων απορριμμάτων. Τέσσερα τέτοια κυκλικά τριβεία της Πτολεμαϊκής περιόδου παρόμοια με αυτά του Λαυρίου αποκαλύφθηκαν στην περιοχή αυτή (Klemm and Klemm). Αμοιβαίες τεχνολογικές ανταλλαγές μεταξύ Λαυρίου και Αιγύπτου εικάζονται και από την παρουσία πολυάριθμων πλυντηρίων απλής μορφής με κτιστό κεκλιμένο επίπεδο και με στοιχειώδη διάταξη επανακυκλοφορίας νερού. Ωστόσο τα διαθέσιμα προς το παρόν στοιχεία δεν επιτρέπουν την εξαγωγή περισσότερων συμπερασμάτων.



Βιβλιογραφία

- Κονοφάγος Κ., 1980. *Το Αρχαίο Λαύριο και η ελληνική τεχνική παραγωγής του Λαυρίου*, Αθήνα.
- Papadimitriou G.D., 2016. "The so called "helicoidal ore washeries of Laurion", *Proc. 6th Symposium of the Hellenic Society for Archaeometry*, BAR International Series 2780, 113-8.

Tracing casting procedures in Stavros, Chalandritsa LBA settlement, Western Achaea, Greece

I. Iliopoulos ^(1, 2) and K. Soura ⁽³⁾

(1) *University of Patras, Department of Geology, Rion, 26504 Patras, Greece*

(2) *ERAAUB, Departament d'Història i Arqueologia, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona, c/Montalegre 6-8, 08001 Barcelona, Spain*

(3) *Hellenic Ministry of Culture, Ephorate of Antiquities of Achaea, Al. Ipsilantou str. 197, 261 10 Patras, Greece*

Abstract

Excavations at the LBA settlement at Stavros, Chalandritsa in Western Achaea, Greece have provided evidence of *in situ* metalworking, such as several fragments of casting slag and a clay tuyère, the most important find being the one half of a double mould used for the casting of whole-cast socket spearheads. Its significance lies not only on its meticulous manufacture but mainly on the scarceness of such items in the Mycenaean world. In fact, the absence of stone moulds for the casting of weapons even from the most extensively excavated Mycenaean palatial sites makes it hard to assume that such a high-quality craft was manufactured in a peripheral village of mostly agrarian character and argues in favor of the mould having been imported into the settlement of Stavros, Chalandritsa.

Thus tracing the mould's origin would bear witness of the casting procedures that took place for the manufacture of weapons during the Mycenaean period, also shedding more light on the already attested active role of the Achaean metal workshops within the trans-Adriatic technological exchange of the 12th century B.C., usually referred to as a "*metallurgical koinè*". For this reason, considering also the uniqueness of the archaeological artefact, an analytical approach based upon mainly non-destructive or minimally destructive techniques was devised. Those involved macroscopic examination using a portable optical microscope, scanning electron microscopy employing an environmental SEM/EDS system, X-ray fluorescence analysis by means of a bench top XRF/ED instrument, near infrared spectroscopy using a portable NIR apparatus, and X-ray powder diffraction with an X-ray diffractometer. The results obtained so far have enabled us to characterize the mould by means of minero-petrographic and chemical composition and draw some preliminary conclusions about its possible provenance, the case of a local origin having at first been excluded.



Νέα δεδομένα για την αρχαιομεταλλουργία στην Αντίπαρο

Ζ. Παπαδοπούλου ⁽¹⁾, Ειρ. Νικολακοπούλου ⁽²⁾, Ε. Φιλιππάκη ⁽³⁾ και Γ. Μαστροθεόδωρος ⁽³⁾

(1) Εφορεία Αρχαιοτήτων Κυκλάδων, Επαμεινώνδα 10, Αθήνα

(2) Αρχαιολογικό Μουσείο Ηρακλείου, Ξανθουδίδου και Χατζηδάκη, Ηράκλειο

(3) Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» 15310, Αγ. Παρασκευή Αττικής

Περίληψη

Στη θέση Κρασάδες κοντά στην περιοχή Αγ. Γεωργίου της νότιας Αντιπάρου, ήταν γνωστή η ύπαρξη πρωτοκυκλαδικού νεκροταφείου, το οποίο είχε ερευνηθεί από τον Bent και ανασκαφεί από τον Χρ. Τσούντα κατά τα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Πρόσφατες ανασκαφικές έρευνες της Εφορείας Αρχαιοτήτων Κυκλάδων στην ίδια θέση, έφεραν στο φως νέα, ιδιαιτέρως σημαντικά ευρήματα και έγιναν η αφορμή για μια ακόμη συνεργασία μεταξύ της Εφορείας και ερευνητών ειδικών στη μελέτη των αρχαίων μετάλλων από το ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος».

Οι νέες αρχαιομεταλλευτικές και μεταλλουργικές έρευνες υπαίθρου απέδωσαν άκρως διαγνωστικά ευρήματα και ενδιαφέρουσες πληροφορίες, όπως:

- αρκετά λίθινα μεταλλευτικά ή μεταλλουργικά εργαλεία (συμπαγείς κρουστήρες)
- αποσυνδεδεμένα τεμάχια μολυβδούχων και δευτερογενών χαλκούχων μεταλλευμάτων, καθώς και μεταλλουργικών σκωριών,
- σαφείς ενδείξεις επιφανειακής εξόρυξης μολυβδούχων μεταλλευμάτων από την εγγύς του νεκροταφείου περιοχή, και,
- θραύσματα «γρόνθων» λιθαργύρου, εντοπιζόμενα τόσο μέσα σε ανασκαφικά στρώματα όσο και από τον άμεσο περίγυρό τους, ως επιφανειακά ευρήματα.

Οι συνεχιζόμενες αρχαιολογικές αλλά και αναλυτικές μελέτες στο εργαστήριο υποδηλώνουν ότι στη θέση Κρασάδες γινόταν εκμετάλλευση δευτερογενών χαλκούχων και, πιθανότατα, μολυβδο-αργυρούχων μεταλλευμάτων, και ότι η θέση του πρώιμου νεκροταφείου δεν είχε επιλεγεί τυχαίως, απεναντίας σχετιζόταν με οικισμό, οι κάτοικοι του οποίου δραστηριοποιούνταν στην επιτόπια εξόρυξη και παραγωγή μετάλλων στη γεωλογικώς γνωστή ως «μεταλλοφόρα» νότια Αντίπαρο.

Θα παρουσιασθούν και θα σχολιασθούν σχετικά αρχαιολογικά/ανασκαφικά και αναλυτικά δεδομένα που έχουν προκύψει από τις μελέτες ευρημάτων των τελευταίων ερευνών (Αύγουστος 2018 και Αύγουστος 2019), καθώς και η μεταλλογενετική/αρχαιομεταλλουργική συσχέτισή τους με ανάλογα ευρήματα και μελέτες από γειτονικά νησιά.

Τεχνικές εξέτασης (pXRF / SEM-EDS) σε χάλκινα ευρήματα από το Μινωικό Ιερό Κορυφής των Κυθήρων

Αικ. Παναγοπούλου

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Μ. Sc, Προϊσταμένη Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Εφορεία Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων, ΥΠ.ΠΟ.Α.

Περίληψη

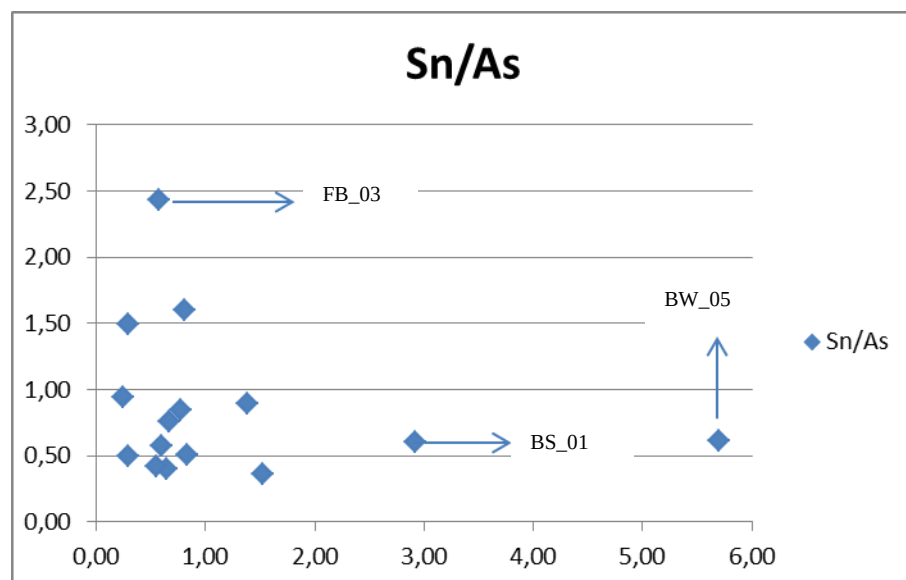
Στη θέση Άγιος Γεώργιος στο Βουνό Κυθήρων βρίσκεται Μινωικό Ιερό Κορυφής, το μόνο που έχει εντοπιστεί εκτός Κρήτης μέχρι σήμερα. Με βάση τα αρχαιολογικά δεδομένα, ιδρύθηκε στη ΜΜΙΒ περίοδο και παρέμεινε σε χρήση έως την ΥΜΙΒ. Το ιερό ανασκάφτηκε σε δύο περιόδους, α) 1992-1994 από τον αείμνηστο αρχαιολόγο Γιάννη Σακελαράκη και β) 2011-2015 από το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου υπό την διεύθυνση της Αν. Καθηγήτριας κ. Αιμιλίας Μπάνου. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα της θέσης του ιερού είναι η πληθώρα και η ποικιλία (113 χάλκινα ειδώλια λατρευτών και χάλκινα αναθήματα: ανθρώπινων μελών, ειδώλιο σκορπιού, διπλός πέλεκυς, περίτμητα ειδώλια και λεπίδια) των χάλκινων αφιερωμάτων.

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η εξέταση θεμάτων που αφορούν την τεχνολογία, την κατεργασία και την πιθανή προέλευση των μεταλλικών ευρημάτων από το ιερό κορυφής των Κυθήρων, μέσω προκαταρκτικής εξέτασης σε 19 από τα χάλκινα αντικείμενα. Η χημική ανάλυση των αντικειμένων αυτών πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Αρχαιομετρίας του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου χρησιμοποιώντας φορητή συσκευή Φθορισμού Ακτίνων Χ (pXRF) και Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης εφοδιασμένο με Φασματόμετρο Ενεργειακής Διασποράς Ακτίνων Χ (SEM-EDS).

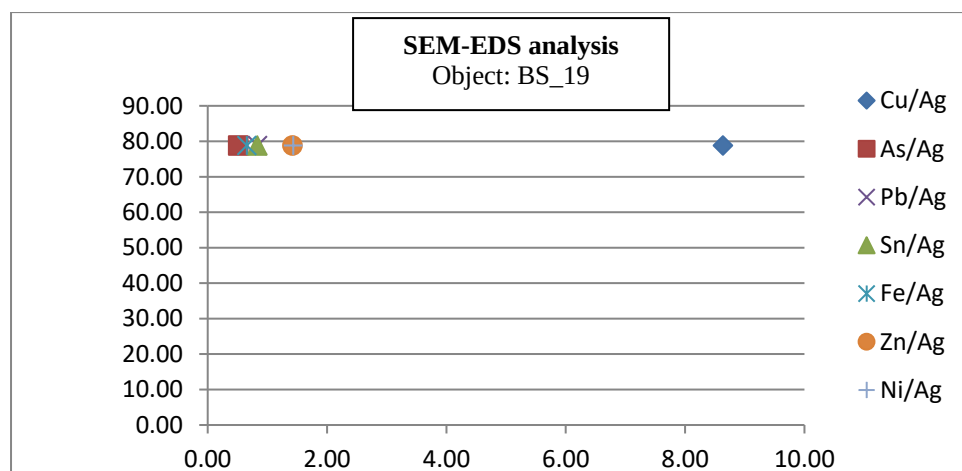
Οι δύο τεχνικές ανάλυσης έδειξαν ότι τα αντικείμενα είναι κατασκευασμένα από κράματα χαλκού που περιέχει και αρσενικό και κασσίτερο (εικ.1), εκτός από ένα το οποίο είναι κατασκευασμένο από κράμα αργύρου με χαλκό (εικ.2). Στοιχεία που ανιχνεύτηκαν σχεδόν σε όλα τα αντικείμενα που εξετάστηκαν είναι μόλυβδος, σίδηρος, ψευδάργυρος, άργυρος, νικέλιο και αντιμόνιο, ενώ η ύπαρξη στοιχείων όπως ασβέστιο, αργίλιο, πυρίτιο, μαγνήσιο και χλώριο μπορεί να οφείλεται στη διάβρωση και σε συσσωματώσεις καταλοίπων από το έδαφος ή και σε υπολείμματα από την διαδικασία της κατεργασίας. Θείο ανιχνεύτηκε επίσης σε ορισμένα από τα αντικείμενα.

Τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν την ύπαρξη διαφορετικών πηγών προέλευσης του μεταλλεύματος, τη χρήση μετάλλου από ανακύκλωση καθώς και τη χρήση ειδικών τεχνικών κατασκευής ανάλογα με το είδος του αντικειμένου. Επιπλέον η υψηλή περιεκτικότητα χαλκού που ανιχνεύτηκε, σε ορισμένες περιπτώσεις, σε συνδυασμό με την καθαρότητα του μετάλλου, υποδεικνύουν την ύπαρξη τμημάτων από τάλαντα χαλκού ενώ εντοπίστηκαν και παρατηρήθηκαν μικροσκοπικά και υπολείμματα χύτευσης τα οποία μας οδηγούν στην υπόθεση της επί τόπου κατεργασίας.

Η έρευνα για την τεχνολογία, την κατεργασία και την πιθανή προέλευση του μετάλλου στα μέσα της 2^{ης} χιλιετίας π.Χ. με βάση τις τεχνικές ανάλυσης των χάλκινων αφιερωμάτων από το Μινωικό Ιερό Κορυφής των Κυθήρων συνεχίζεται στο πλαίσιο εκπόνησης σχετικής διδακτορικής διατριβής από την γράφουσα.



Εικ.1. Κατανομή Sn και As με την τεχνική SEM-EDS. Έχουν σημειωθεί τα αντικείμενα με τις πιο χαρακτηριστικές περιεκτικότητες.



Εικ.2. Κατανομή των στοιχείων Cu, As, Sn, Pb, Fe και Zn προς τον Ag στο αντικείμενο που είναι κατασκευασμένο από κράμα αργύρου με χαλκό.

Διάτρητες «αιγαιακές» μεταλλουργικές κάμινοι των Πρώιμων Χρόνων: Νέα δεδομένα από την Ακρόπολη της Αθήνας

Β. Ε. Δημητρίου ⁽¹⁾, Ε. Φιλιππάκη ⁽²⁾ και Γ. Μπασιάκος ⁽²⁾

(1) Ιταλική Αρχαιολογική Σχολή Αθηνών, Παρθενώνας 14-16, 11743, Αθήνα

(2) Εργαστήριο Παλαιοπεριβάλλοντος και Αρχαίων Μεταλλικών Δομών, Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», Πατριάρχου Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341 Αγία Παρασκευή

Περίληψη

Η χρήση διάτρητων κεραμικών αγγείων ποικίλων σχημάτων για πυροτεχνολογικές δραστηριότητες ήταν μάλλον συνηθισμένη στις πρώιμες κοινότητες του Αιγαίου, σύμφωνα με τις ισχύουσες αρχαιολογικές απόψεις. Η παραγωγή μετάλλων μέσω αναγωγικής τήξης (smelting) δευτερογενών/οξειδωμένων μεταλλευμάτων σε διάτρητες πήλινες μεταλλουργικές καμίνους αποτελεί μέρος αυτής της πρακτικής. Τα σχετικά ευρήματα από θέσεις της Τελικής Νεολιθικής και της Πρωτοχαλκής περιόδου περιλαμβάνουν μόνο θραύσματα από τα διάτρητα (πήλινα/«κεραμοποιημένα») τοιχώματα των καμίνων οι οποίες είχαν, από τεχνολογική επιλογή, σκοπίμως θραυσθεί μετά τη χρήση τους. Τα θραύσματα παρουσιάζουν σχεδόν πάντα τα εξής χαρακτηριστικά: έντονη όπτηση του πηλού πάχους 1-2,5 cm, διαμπερείς κυκλοτερείς οπές διαμέτρου 1,5-2,0 cm, σε μεταξύ τους απόσταση περί τα 2-4 cm. Συχνά, στις εσωτερικές, κοίλες, επιφάνειές τους, είναι εμφανές ένα λεπτό στρώμα υαλοποίησης που μπορεί να φιλοξενεί ίχνη ή οζίδια μεταλλουργικής σκωρίας. Αυτού του τύπου οι πρώιμες μεταλλουργικές κάμινοι αναγνωρίστηκαν για πρώτη φορά στις Κυκλάδες και στην Κρήτη περί τα τέλη της δεκαετίας του 1990 και άρχισαν να δημοσιεύονται λίγα χρόνια αργότερα (2005-07). Ύστερα από συστηματικές μετρήσεις επί των ευρημάτων, αναλύσεις και «μοντελοποίηση», επιτεύχθηκε η πιστή ανακατασκευή των διάτρητων αιγαιακών καμίνων και αποδείχθηκε με πειραματικές προσομοιώσεις υπό προϊστορικές συνθήκες, ότι οι κάμινοι λειτουργούσαν αποτελεσματικά και άκρως αποδοτικά για παραγωγή χαλκού από δευτερογενή μεταλλεύματα (μαλαχίτη κ.ά.).

Μέχρι πρόσφατα, αυτός ο ιδιαίτερος τύπος μεταλλουργικής καμίνου έχει αναγνωρισθεί σε οκτώ θέσεις, μία στην Αττική, έξι στις Κυκλάδες και μία στο Χρυσοκάμινο, ΒΑ Κρήτη. Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται μερικά νέα, αρχαιομεταλλουργικά ενδιαφέροντα αποτελέσματα μελετών σε κεραμικό υλικό της νότιας κλιτύος της Αθηναϊκής Ακρόπολης. Το υλικό προέρχεται από τις παλιές ανασκαφές (1922) του D. Levi, που δημοσίευσε αργότερα (Levi 1930-1931) σε ένα σύντομο άρθρο, μέρος των ευρημάτων του και παρείχε σημαντικά στοιχεία για την προϊστορική κατοίκηση στην περιοχή αυτή. Πρόσφατη αρχαιολογική μελέτη έδειξε ότι τα ευρήματα της ανασκαφής χρονολογούνται από τη Μέση έως την Τελική Νεολιθική (Dimitriou 2016). Ανάμεσά τους ξεχωρίζει μία ιδιαίτερη ομάδα κεραμικής που φαίνεται πως είχε διαφορετική χρήση από αυτή που αναφέρει

ο Levi στη δημοσίευσή του. Πρόκειται για όστρακα που φέρουν οπές ιδίων διαστάσεων και λοιπών χαρακτηριστικών όπως όλα τα παραπάνω. Η τεχνολογική εξέτασή τους τους οδηγεί προς την άποψη ότι αποτελούν κι αυτά θραύσματα πήλινων διάτρητων καμίνων που χρησιμοποιήθηκαν για μεταλλουργικές δραστηριότητες. Οι συνεχιζόμενες αναλυτικές μελέτες, μάλιστα, έχουν ήδη καταδείξει ότι η αντίστοιχη μεταλλουργική διαδικασία σχετιζόταν με παραγωγή χαλκού.

Βιβλιογραφία

Dimitriou V.E., 2016. “L’Acropoli di Atene durante il Neolitico Finale e il Bronzo Antico. Lo studio *ex novo* dei rinvenimenti dello scavo Levi sulle pendici meridionali: Rapporto preliminare”, *AsAtene* 92, 15-33.

Levi D., 1930-1931. “Abitazioni preistoriche sulle pendici meridionali dell’Acropoli”, *AsAtene* 13-14, 411-98.

Η συμβολή και αναγκαιότητα της αρχαιομετρίας στην ελληνική μνημειακή χαλκοπλαστική: το παράδειγμα των αρχαίων χαλκών στα ελληνικά μουσεία

Κ. Α. Δάφας

MRes, PhD, Λασκαράτου 1B, Τ.Κ. 81100, Μυτιλήνη, Λέσβος

Περίληψη

Τα περισσότερα –εάν όχι όλα– μεγάλης κλίμακας χάλκινα αγάλματα των υστεροαρχαϊκών, κλασικών και πρώιμων ελληνιστικών χρόνων, που στεγάζονται σήμερα στα ελληνικά μουσεία, δεν έχουν υποβληθεί ποτέ σε συστηματικές τεχνικές μελέτες (Dafas 2013; Dafas 2019). Σπάνιες είναι και οι όποιες περιορισμένες –από πολλές απόψεις– χημικές αναλύσεις του κράματός τους, που έχουν διεξαχθεί στο απώτερο παρελθόν (Caley 1970; Craddock 1977; Borrelli και Pelagatti 1984).

Η συγκεκριμένη μελέτη παρουσιάζει εν συντομία τη συμβολή των αρχαιομετρικών μελετών σε περιπτώσεις χάλκινων αγαλμάτων που στεγάζονται σε μουσεία του εξωτερικού (Bouquillon κ.ά. 2006; Melucco Vaccaro και De Palma 2003). Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται οι περιπτώσεις των χάλκινων αγαλμάτων από το Riace, που εκτίθενται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο του Ρηγίου Καλαβρίας (Αρ. Ευρ.: 12801, 12802) και του επονομαζόμενου Απόλλωνος Chatsworth, που φιλοξενείται στο Βρετανικό Μουσείο του Λονδίνου (Κεφαλή, Αρ. Ευρ.: GR 1958.4–18.1) και στο Μουσείο του Λούβρου (Δεξιό κάτω άκρο, Αρ. Ευρ.: Br. 69). Παράλληλα αντιπαραθέτει τις προβληματικές περιπτώσεις των χάλκινων αγαλμάτων των ελληνικών μουσείων, τα οποία, με ελάχιστες εξαιρέσεις (Tzachou-Alexandri και Andreopoulou-Mangou 2000), στερούνται –όπως προαναφέρθηκε– κάθε συστηματικής τεχνικής μελέτης από αρχαιομετρικής σκοπιάς. Γίνεται μια σύντομη αναδρομή στα καλύτερα διατηρούμενα παραδείγματα της κατηγορίας (Dafas 2013; Dafas 2019), δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στην περίπτωση του Ηνιόχου των Δελφών, που στεγάζεται στο Αρχαιολογικό Μουσείο των Δελφών (Αρ. Ευρ.: 3484, 3520, 3540), καθώς και στις περιπτώσεις του Ποσειδώνος από την αρχαία Κρεύση Βοιωτίας και του Εφήβου του Μαραθώνος, που εκτίθενται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο Αθηνών (Αρ. Ευρ.: X 11761, X 15118).

Σκοπός της παρούσας ανακοίνωσης είναι να δοθεί έμφαση στην αναγκαιότητα εφαρμογής των μεθόδων του επιστημονικού κλάδου της αρχαιομετρίας και στα χάλκινα αγάλματα των ελληνικών μουσείων, οι οποίες κρίνονται επιβεβλημένες για την καλύτερη κατανόηση ζητημάτων, που –όπως καταδεικνύει η συγκεκριμένη μελέτη– άπτονται όχι μόνο των τεχνικών, αλλά –πολύ συχνά– και των στυλιστικών, χρονολογικών, τυπολογικών και εικονογραφικών χαρακτηριστικών τους (Dafas 2013; Dafas 2019).

Βιβλιογραφία

- Borrelli L. V. και Pelagatti P. (επιμ.), 1984. *Due bronzi da Riace: rinvenimento, restauro, analisi ed ipotesi di interpretazione* (Rome) *BdA*, ser. spec. 3, τόμ. 1–2.
- Bouquillon A. κ.ά., 2006. 'Une nouvelle étude de l'Apollon Chatsworth,' *RA*, 227–61.
- Caley E. R., 1970. 'Chemical Composition of Greek and Roman Statuary Bronzes,' in: S. Döringer, D. G. Mitten και A. R. Steinberg (επιμ.), *Art and Technology. A Symposium on Classical Bronzes*, Cambridge, 37–49.
- Craddock P. T., 1977. 'The Composition of the Copper Alloys Used by the Greek, Etruscan and Roman Civilizations: 2. The Archaic, Classical and Hellenistic Greeks,' *JAS* 4, 103–23.
- Dafas K.A., 2013. *Greek Large-scale Bronze Statuary Revisited. The Late Archaic and Classical Periods* (Διδακτορική Διατριβή, King's College London, University of London).
- Dafas K.A., 2019. *Greek Large-scale Bronze Statuary: The Late Archaic and Classical Periods, BICS Supplement 138* (Μονογραφία), *Bulletin of the Institute of Classical Studies*, School of Advanced Study, University of London.
- Melucco Vaccaro A. και De Palma A. (επιμ.), 2003. *I bronzi di Riace: restauro come conoscenza* (Rome), τόμ. 1–3.
- Tzachou-Alexandri O. και Andreopoulou-Mangou H., 2000. 'Some Remarks on the Bronze God of Artemision,' στο: Mattusch, C. C., Brauer, A. και Knudsen, S. E. (επιμ.), *From the Parts to the Whole: Acta of the 13th International Bronze Congress, held at Cambridge, Massachusetts, May 28 – June 1, 1996* (Portsmouth, R.I.) *JRA, Supplement 39*, τόμ. 1, 86–95.

ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ



Searching for metal-processing activities at prehistoric Thorikos

A. Charalambous ⁽¹⁾, L. Philippaki ⁽²⁾, M. Manataki ⁽³⁾, V. Kassianidou ⁽¹⁾, S. Déderix ⁽⁴⁾,
N. Papadimitriou ⁽⁴⁾, A. Sarris ^(1, 3) and Y. Bassiakos ⁽²⁾

(1) Archaeological Research Unit, University of Cyprus, 12 Gladstone Street, Nicosia 1095, Cyprus

(2) Institute of Nanoscience and Nanotechnology, N.C.S.R. 'Demokritos', 153 10 Athens, Greece

(3) GeoSat ReSeArch Lab, FORTH, Rethymno 74100, Greece

(4) Institute of Classical Archaeology, University of Heidelberg, Marstallhof 4, Heidelberg 69117, Germany

Abstract

Ancient Thorikos was one of the main habitation sites in the metalliferous area of Laurion, SE Attica. Located on the metal-rich Velatouri hill, it was inhabited from the Final Neolithic until late Antiquity. Although metal-processing activities are well-attested for the Classical period, only indirect evidence is available for the Bronze Age - a period of acme for the site. Such evidence consists of Early Helladic pottery and tools found in Mine 3, and of pieces of litharge and molten lead discovered in late Middle Helladic/early Mycenaean settlement layers on top of the Velatouri hill.

In 2018, a new 5-year research program was launched by the Belgian School at Athens, aiming to fill gaps in the prehistory of Thorikos. A major aim of the project is to identify potential metal-processing facilities. For that purpose, we undertook an integrated program of geophysical and geochemical prospection focusing on the part of the hill where the litharge and molten lead were found. First, geophysics were conducted to highlight areas presenting increased background magnetic values. Then geochemical methods were employed to clarify whether these high magnetic values relate to the local geology or, possibly, to the effect of metal-working. This paper presents the methodology and preliminary results of the project.



Αρχαιομεταλλουργικές δραστηριότητες στους πρωτοελλαδικούς οικισμούς της Ραφήνας και του Ασκηταριού Αττικής από τις ανασκαφές Δ. Θεοχάρη. Προκαταρκτικές παρατηρήσεις

Κ. Καραϊνδρου ⁽¹⁾, Ε. Φιλιππάκη ⁽²⁾ και Ι. Μπασιάκος ⁽²⁾

(1) Β. Κορνάρου 8, Πάτρα

(2) Εργαστήριο Παλαιοπεριβάλλοντος και Αρχαίων Μεταλλικών Δομών, Ινστιτούτο Ναυοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», Πατριάρχου Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341 Αγία Παρασκευή

Περίληψη

Οι ανασκαφικές εργασίες του Δ. Θεοχάρη στους πρωτοελλαδικούς οικισμούς της Ραφήνας και του Ασκηταριού της Ανατολικής Αττικής τη δεκαετία του 1950 έφεραν στο φως ένα σημαντικό σύνολο κινητών αρχαιομεταλλουργικών καταλοίπων, το οποίο σχετίζεται με την παραγωγή του χαλκού και του μολύβδου και τα αντίστοιχα στάδια του μεταλλουργικού κύκλου. Η μεγαλύτερη ποσότητα των ευρημάτων σύμφωνα με τις ανασκαφικές εκθέσεις αφορά σε θραύσματα πήλινων καμίνων και σκωριών, τα οποία εντοπίστηκαν εντός λάκκου ('λάκκος σκωριών', σύμφωνα με τον ανασκαφέα) σε περιοχή νότια του οχυρωμένου ΠΕ οικισμού της Ραφήνας και σχετίζονται με πρωτογενείς μεταλλουργικές εργασίες. Τόσο στον ίδιο τον οικισμό της Ραφήνας όσο και στον οικισμό του Ασκηταριού, 2 χ.λ.μ. νότια της Ραφήνας εντοπίστηκαν σκωρίες, μήτρες μεταλλοτεχνίας και χελώνα μολύβδου, ευρήματα τα οποία αποδεικνύουν την ενασχόληση των κατοίκων και με δευτερογενείς μεταλλουργικές δραστηριότητες.

Η μελέτη του αρχαιομεταλλουργικού υλικού από τις θέσεις αυτές και ειδικά από τη Ραφήνα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς διαφωτίζει σημαντικές παραμέτρους των δραστηριοτήτων των προϊστορικών κοινωνιών της 3^{ης} χιλιετίας. Μεταξύ αυτών είναι η τεχνολογική πρακτική της χρήσης των διάτρητων καμίνων για την παραγωγή του χαλκού κατά την 3^η χιλιετία, η οποία απαντάται και σε άλλες θέσεις του νοτίου Αιγαίου (Δυτικές Κυκλάδες και Κρήτη), η διερεύνηση της προέλευσης της πρώτης ύλης των ευρημάτων (Λαυρεωτική, νησιά Αιγαίου ή άλλη πηγή) και το θέμα της αξιοποίησης ή μη των πλουτοπαραγωγικών πηγών της Λαυρεωτικής κατά τους πρώιμους χρόνους.

Τα ευρήματα αυτά, τα οποία εντοπίστηκαν στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, εξετάστηκαν αναλυτικά με φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων -X (XRF) στο πλαίσιο ενός συνεχιζόμενου ερευνητικού προγράμματος. Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα της εργασίας αυτής παρουσιάζονται στην παρούσα ανακοίνωση.



Τεχνολογική μελέτη (OM, μ XRF, SEM/EDS) μεταλλικών τέχνηργων από ιερά της Τεγεάτιδας (10ος-7ος αιώνας π.Χ.)

Ν. Κ. Κλαδούρη ⁽¹⁾, Α. Γ. Καρύδας ⁽²⁾, Β. Κανταρέλου ⁽²⁾, Β. Ορφανού ⁽³⁾ και Ν. Ζαχαριάς ⁽¹⁾

*(1) Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών,
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Παλαιό Στρατόπεδο, 24133, Καλαμάτα*

*(2) Εργαστήριο XRF, Ινστιτούτο Πυρηνικής και Σωματιδιακής Φυσικής, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», Πατριάρχου
Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341, Αγία Παρασκευή*

(3) School of Archaeology, University College, Dublin, Ireland

Περίληψη

Στην περιοχή της Τεγεάτιδας στο κέντρο της Πελοποννήσου τα ιερά, που άνθισαν κυρίως κατά τους Γεωμετρικούς και Αρχαϊκούς χρόνους, έπαιξαν σημαντικό ρόλο ως χώροι λατρείας, αλλά και στον σχηματισμό και την εξέλιξη της αρχαίας πόλης της Τεγέας. Τα σημαντικότερα ιερά της περιοχής είναι της Αθηνάς Αλέας, της Αρτέμιδος Κνακεάτιδος στο Μαυρίκι, της Αθηνάς Σώτειρος και Ποσειδώνος στη θέση «Βίγλα» καθώς και το ιερό των Καρποφόρων Δήμητρας και Κόρης (Περσεφόνης) στον Άγιο Σώστη. Αρχαιολογικές ανασκαφές στους χώρους των ιερών έχουν αποκαλύψει πλήθος χαλκούχων αντικειμένων με αναθηματική χρήση. Τα αναθήματα περιλαμβάνουν διάφορους τύπους αντικειμένων όπως κοσμήματα (περόνες, πόρπες, δαχτυλίδια- βλ Εικόνα 1), σφραγίδες (ή περίαπτα), βέλη τόξων, μικροεργαλεία και σκεύη.

Η τεχνολογική μελέτη των μεταλλικών αντικειμένων είναι αναγκαία για την πληρέστερη κατανόηση της λειτουργίας και διοίκησης των ιερών και της μεταλλουργικής τεχνολογίας της εποχής στην ευρύτερη περιοχή της Τεγεάτιδας. Πληροφορίες σχετικές με την μεταλλουργική παραγωγή βοηθούν στην κατανόηση των κοινωνικών δομών ευρύτερα, καθώς και ειδικότερα των ατόμων που εμπλέκονταν στην κατασκευή (τεχνιτών) και ανάθεση (πιστών) των μεταλλικών αντικειμένων. Κατά την παρούσα αρχαιομετρική μελέτη, εξετάστηκαν 300 χάλκινα αντικείμενα, από τον 10ο ως τον 7ο αιώνα π.Χ., προκειμένου να ληφθούν νέες πληροφορίες για την μεταλλουργική δραστηριότητα σε μία περιοχή με έντονη θρησκευτική δραστηριότητα. Η μελέτη εστιάζει στην:

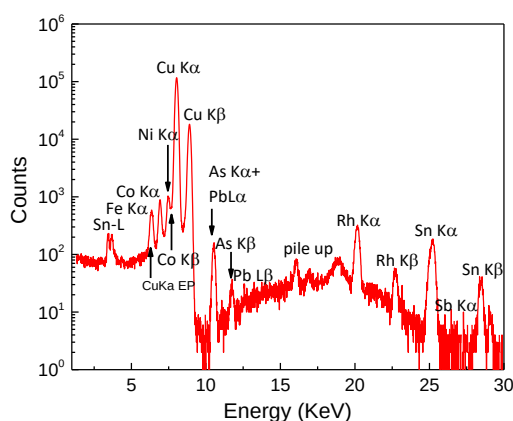
- Τεκμηρίωση των ανασκαφικών ευρημάτων για τη λειτουργία μεταλλουργικού εργαστηρίου στο ιερό της Αθηνάς Αλέας.
- Τεκμηρίωση των μεταλλουργικών πρακτικών των ιερών μέσω των χάλκινων αναθημάτων τους.
- Συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των αναλυτικών μετρήσεων με τα τυπολογικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων με σκοπό να κατανοηθεί η χρονολογική εξέλιξη των μεταλλουργικών πρακτικών με βάση την τυπολογία και την σχετική χρονολόγηση.

Για την διερεύνηση των χάλκινων αντικειμένων των ιερών εφαρμόστηκαν η φασματομετρία φθορισμού ακτίνων Χ (μXRF) (Εικόνα 2), η ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (SEM-EDS) καθώς και η οπτική στερεο μικροσκοπία. Χημική ανάλυση (μXRF, SEM-EDS) και μικροσκοπία πραγματοποιήθηκαν στην επιφάνεια των αντικειμένων αφού απομακρύνθηκαν τυχόν προϊόντα διάβρωσης. Ακολούθησε συγκριτική εξέταση των δύο χημικών τεχνικών (Kantarelou et al., 2007; Liritzis and Zacharias, 2011; Orfanou and Rehren, 2014).

Τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα καταδεικνύουν την χρήση κραμάτων μπρούτζου με μέση περιεκτικότητα σε κασσίτερο 9%κ.β., την χρήση κοινών πρακτικών σε όλη την περιοχή μελέτης, παράλληλα με τεχνολογικές προτιμήσεις που δηλώνουν εντόπιες πρακτικές παραγωγής και διακόσμησης.



Εικόνα 1. Περόνη από το ιερό της Αθηνάς Αλέας στην Τεγέα, της Ανατολίζουσας περιόδου (7ος αιώνας π.Χ.). Ο συγκεκριμένος τύπος περόνης ήταν διαδεδομένος στην Τεγεάτιδα και αποτελεί το P14 του δείγματος της παρούσας μελέτης.



Εικόνα 2. Φάσμα από την μXRF ανάλυση της περόνης της Εικόνας 1.

Βιβλιογραφία

- Kantarelou V., Karydas A., Zarkadas Ch, Giannoulaki M. and Argyropoulos V., 2007. "Micro-XRF Analysis of High Tin Bronze Mirrors at the museum of Ancient Messene in Greece", *Proceedings of the International Conference on Conservation Strategies for Saving Indoor Metallic Collections*, 93-9.
- Liritzis I. and Zacharias N., 2011. "Portable XRF of Archaeological Artifacts: Current Research, Potentials and Limitations", in M. S. Shackley, *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*, USA, 109-142.
- Orfanou V. and Rehren, Th., 2014. "A (not so) dangerous method: p-XRF vs. EPMA-WDS analyses of copper-based artefacts", *Archaeological and Anthropological Sciences*, DOI 10.1007/s12520-014-0198-z

A preliminary study of Non - Destructive Physicochemical Analysis on Islamic Metallic Objects

Ch.K. Kousouni ⁽¹⁾, Th. Gkanetsos ⁽²⁾, A. Panagopoulou ^(3, 4), D. Kotzamani ⁽⁵⁾, A. Foka ⁽⁵⁾ and M. Zacharia ⁽⁵⁾

(1) University of the Aegean, Department of Mediterranean Studies, MSc Applied Archaeological Sciences, Rhodes, Greece

(2) Department of Industrial Design and Production Engineering, School of Engineering, University of West Attica, Athens, Greece

(3) Institute of Materials Science "Demokritos" National Center for Scientific Research, Aghia Paraskevi, Athens, Greece

(4) Department of Archaeology, University of Leiden, Einsteinweg 2, 2333 CC, The Netherlands

(5) Benaki Museum, Department of Conservation, Athens, Greece

Abstract

Islamic art is present around the world, Benaki Museum, Museum of Islamic Art (Athens, Greece) has a collection of various objects, a part of this collection was studied through physicochemical analysis. There were 16 metallic Islamic artifacts studied that vary in their use; there are 3 candlesticks, 6 bowls, a cup, an ewer, 2 compasses, 2 pen boxes and an incense burner. These artifacts are dated in the 13th to 15th century, with origin from Iran, Syria, Turkey and Egypt.

The main source of the construction metals are minerals and ores, as metals and alloys vary, metalworkers used a wide range of raw materials. The alloys are not always manufactured on purpose, due to the impurity of some minerals having numerous metals in their core is common. Thus, traces of uncommon metals can be found in a metallic object (Forbes, 1971).

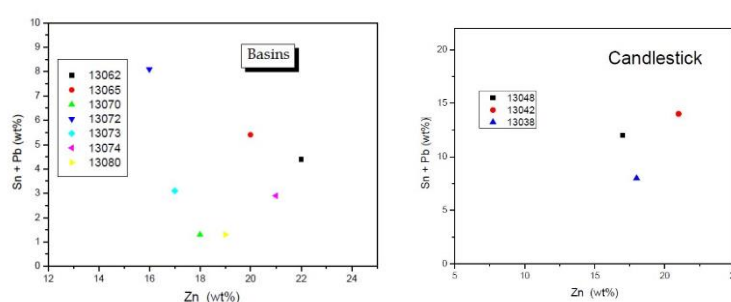
The physicochemical analysis aimed to the identification of the artifacts' construction materials with X-ray fluorescence analysis, that was applied insitu and strictly non-destructive. The main construction materials as resulted through X-ray fluorescence analysis are copper (Cu), tin (Sn), lead (Pb) and zinc (Zn), with a unique copper alloy of high percentage of tin and lead, precious metals are not particularly used. Lead (Pb) was detected in the copper alloy in amount 2% to 8% and tin (Sn) from 1% to 7%, but without any Pb in the mix. An unexpected result was the amount of lead in the brass alloy in percentage 9% to 15%. The characteristics of the collection's construction techniques, metals and inlaid decorations can place them in the metalwork centers of Khorasan - Herat, Fars and similar to the work of the artist Mahmud Al Kurdi, in Iran (Orfanou et al, 2018; Porter et al, 2012; Komannof, 1994; Untracht, 1986; Ward, 1993; Hodges, 1989 & 1992; Baer, 1983).

This kind of metallic objects, constructed by copper alloys, can be enlisted as classic Islamic Art metalwork, without an extend use of precious metals. This preliminary study can be an important step

for further research, as Islamic metallic artifacts have a wide range of construction materials due to the fact that the area of Islamic metalworking is broad.



Fig. 1, 2, 3. Basins inscribed with representation of horsemen or arabesque patterns (Museum of Islamic Art, Benaki Museum, Athens). Candlesticks and pen boxes with inlays and black substance (Museum of Islamic Art, Benaki Museum, Athens). Compasses, cup, ewer (with inlays and black substance) and incense burner (Museum of Islamic Art, Benaki Museum, Athens).



Graph 1 & 2 Comparative results Sn + Pb (wt %) to Zn (wt %), Basins & Candlesticks.

Bibliography

- Baer E., 1983. *Metalwork in Medieval Islamic Art*, United States of America.
- Hodges H., 1989. *Artifacts, An introduction to early materials and technology*, Duckworth.
- Hodges H., 1992. *Technology in the Ancient World*, United States of America.
- Komanoff L., 1994. "Paintings in Silver and Gold: The Decoration of Persian Metalwork and Its Relationship to Manuscript Illustration", *Studies in the Decorative Arts* 2.
- La Niece S., Hook, D. and Craddock, P. T., 2007. "Metals and Mines", *Studies in Archaeometallurgy: Selected Papers from the Conference Metallurgy: a Touchstone for Cross-cultural Interaction Held at the British Museum 28-30 April 2005 to Celebrate the Career of Paul Craddock During His 40 Years at the British Museum*, British Museum.
- Orfanou V., Collinet A, El Morr Z. and Bourgaritef D., 2018. "Archaeometallurgical investigation of metal wares from the medieval Iranian world (10th-15th centuries): The ISLAMETAL project", *Journal of Archaeological Science*, Volume 95.
- Porter V., Rosser - Owen M., 2012. *Metalwork and Material Culture in the Islamic World, Art, Craft, Text*, UK.
- Simpson St.J., Cowell M.R. and La Niece S., 2010. "Achaemenid Silver, T.I. Jacks and the Mazanderan Connection", in J. Curtis, J. and St. Simpson (eds.), *The World of Achaemenid Persia: History, Art and Society in Iran and the Ancient Near East*, UK.
- Untracht O., 1986. *Metal Techniques for Craftsmen*, Athens (in Greek).
- Ward R., 1993. *Islamic Metalwork*, London.

Instrumental analysis of Greek bronze helmets-methodological concerns and solutions for the characterization of tinning.

P. Manti ⁽¹⁾ and D. Watkinson ⁽²⁾

(1) Department of Environment, Ionian University, Panagoula, Zakynthos, Greece

(2) SHARE, Department of Archaeology & Conservation, Cardiff University, Colum Drive, CF10 3EU, UK.

Abstract

Tinning and colourful decoration of bronze helmets in antiquity could have been applied for protective, economical or aesthetic reasons. This surface decoration would affect the visibility of a warrior on the battlefield and mark his status or even his affiliation to a particular troop. Surface composition analyses alone is not adequate in identifying tinning practices on corroded bronze substrates because corrosion can result in surface tin enrichment. This paper discusses limitations of surface composition analyses using EDS or pXRF in understanding tinning practices on archaeological corroded low tin bronzes. The benefits of a combined analytical protocol with SEM microscopy surface observations and X-Ray Diffraction methods is discussed. This paper reports on our experimental and findings of a series of experiments. The results have a wider implication on the identification of copper-tin intermetallic compounds on archaeological bronzes.

Bibliography

- Nicholas M. and Manti, P., 2014. "Testing the applicability of handheld portable XRF to the characterisation of archaeological copper alloys", in J. Bridgland (ed.), *ICOM-CC 17th Triennial Conference Preprints, Melbourne, 15-19 September 2014*, Paris, 13.
- Manti P. and Watkinson D., 2011. "Hot-tinning of low tin bronzes", in P. Mardikian, C. Chemello, C. Watters, and P. Hull (eds.), *Metal 2010. Proceedings of the Interim Meeting of the ICOM-CC Metal Working Group, Charleston, South Carolina, USA, 11-15 October 2010.*, Clemson University, Charleston, 92-8.
- Manti P. and Watkinson D., 2009. "From Homer to hoplite: scientific investigations of Greek copper alloy helmets in Science and Technology in Homeric Epics", in S.A Paipetis (ed.), *History of Mechanism and Machine Science* 6, 167-79. DOI:10.1007/978-1-4020-8784-4_12
- Robbiola L., Blengino J.-M. and Fiaud C., 1998. "Morphology and Mechanisms of Formation of Natural Patinas on Archaeological Cu-Sn Alloys" *CorrosionScience* 40 (12), 2083-111.



Μη καταστροφική p-XRF εξέταση προϊστορικών μεταλλικών αντικειμένων από θέσεις της Καρυστίας (Ν. Εύβοια): προκαταρκτικά αποτελέσματα

Γ. Μαστροθεόδωρος ^(1, 2), Ε. Φιλιππάκη ⁽¹⁾, Ž. Tankosić ⁽³⁾ και Φ. Μαυρίδης ⁽⁴⁾

(1) Εργαστήριο Παλαιοπεριβάλλοντος και Αρχαίων Μεταλλικών Δομών, Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», Πατριάρχου Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341 Αγία Παρασκευή

(2) Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων & Έργων Τέχνης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αιγάλεω

(3) Νορβηγικό Ινστιτούτο, Τσάμη Καρατάσου 5, 11742, Αθήνα

(4) Εφορεία Παλαιοανθρωπολογίας-Σπηλαιολογίας, ΥΠΠΟΑ, Αρδηττού 34B, 11636, Αθήνα

Περίληψη

Πρόσφατες έρευνες σε προϊστορικές θέσεις της Καρυστίας έδειξαν το σημαντικό ρόλο της περιοχής (μεταξύ ηπειρωτικής και νησιωτικής Ελλάδας) στα δίκτυα επαφών και ανταλλαγών του Αιγαίου. Στο πλαίσιο αυτό η παρούσα ανακοίνωση αποτελεί το πρώτο στάδιο της μελέτης του ρόλου της Ν. Εύβοιας στην παραγωγή, διακίνηση και κατανάλωση αντικειμένων από μέταλλο στο προϊστορικό Αιγαίο.

Μεταλλικά ευρήματα προϊστορικής περιόδου από ανασκαφές και επιφανειακές έρευνες σε διάφορες θέσεις της Καρυστίας εξετάσθηκαν μέσω φασματοσκοπίας ακτίνων -X με σκοπό τον προσδιορισμό της σύστασής τους και την υποβοήθηση της αρχαιολογικής αποτίμησής τους. Το εξετασθέν σύνολο περιλαμβάνει μεταξύ άλλων: 1) χάλκινο σουβλί της NNII περιόδου από το σπήλαιο Αγίας Τριάδας, 2) χάλκινο πέλεκυ που εντοπίστηκε στην επιφανειακή έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη θέση Γκουριμάδι (NN-ΠΕΧI), 3) σύνολο αντικειμένων από χαλκό (τριχολαβίδα, καρφίτσα, εγχειρίδιο) και μόλυβδο (κυλινδρικό αντικείμενο) από ταφικό σύνολο της ΠΕΧII που ανασκάφηκε στο σπήλαιο Αγίας Τριάδας, 4) τμήμα ακατέργαστης μάζας χαλκού (ingot), θραύσμα πιθανότατα τριχολαβίδας καθώς και άλλα αντικείμενα που εντοπίστηκαν σε επιφανειακή έρευνα στη θέση Άγιος Νικόλαος [ΜΕΧ-(ΥΕΧ)], και τέλος κατάλοιπα μεταλλουργικών κατεργασιών που εντοπίστηκαν σε θέση στην περιοχή Κατσαρών, πιθανότατα προϊστορικής Εποχής (δεν εντοπίστηκε διαγνωστική κεραμική).

Τα αντικείμενα εξετάσθηκαν επιτοπίως στους χώρους φύλαξής τους (Εφορεία Σπηλαιολογίας και Παλαιοανθρωπολογίας και Αρχαιολογικό Μουσείο Καρύστου) με χρήση ημιφορητής διάταξης milli-XRF, η οποία διαθέτει πηγή ακτίνων -X αντικαθόδου ροδίου. Με βάση τα αναλυτικά δεδομένα διαπιστώθηκε ότι τα αντικείμενα από το σπήλαιο της Αγίας Τριάδας και τη θέση Γκουριμάδι αποτελούνται από χαλκό ο οποίος σε ορισμένες περιπτώσεις περιέχει αρσενικό και μόλυβδο. Χαλκό και αρσενικό περιέχει επίσης το απότμημα ακατέργαστης μεταλλικής μάζας από τη θέση Άγιος Νικόλαος, ενώ αντιθέτως, σε λαβίδα και τμήμα ελάσματος από την ίδια θέση ανιχνεύθηκε χαλκός και κασσίτερος –γεγονός που υποδηλώνει κατεργασία μπρούτζου- με ταυτόχρονη παρουσία ιχνών αρσενικού.

Τα προκαταρκτικά αναλυτικά δεδομένα είναι συμβατά με τις πρώιμες χρονολογήσεις των ευρημάτων από το σπήλαιο της Αγίας Τριάδος και τη θέση Γκουριμάδι. Αντίστοιχα, η συνύπαρξη αρσενικούχου κράματος χαλκού (ingot) και κασσιτερούχων μπρούτζων με ίχνη αρσενικού στη θέση Άγιος Νικόλαος υποδηλώνουν κατά πάσα πιθανότητα χρονολόγηση σε μεταγενέστερη περίοδο των προϊστορικών χρόνων (α' μισό δεύτερης χιλιετίας π.Χ.;) οπότε πιθανώς γινόταν ταυτόχρονη χρήση αμφότερων των κύριων προϊστορικών κραμάτων του χαλκού. Τέλος, τα αποτελέσματα της αναλυτικής εξέτασης των μεταλλουργικών καταλοίπων από θέση στην περιοχή Κατσαρώνι κατατείνουν στην πρώιμη (προϊστορική) χρονολόγησή της.

Βιβλιογραφία

- Cullen T., Talalay L. and Keller D., 2017. "The prehistoric settlement of southern Euboea", in Ž. Tankosić, F. Mavridis & M. Kosma (eds.), *An Island Between Two Worlds: The Archaeology of Euboea from Prehistoricto Byzantine Time*. Papers and Monographs of the Norwegian Institute at Athens, Athens, 51-66.
- Mavridis F., 2015. «Τα σπήλαια ως χώροι ανθρώπινης δράσης: μία απόπειρα διερεύνησης της σημασίας τους στο ευρύτερο πολιτισμικό περιβάλλον των τελευταίων φάσεων της Νεολιθικής περιόδου», στο Α. Μαζαράκης-Αινιάν και Α. Αλεξανδρίου, *Αρχαιολογικό Έργο Θεσσαλίας και Στερεάς Ελλάδας 4, Τόμος II: Στερεά Ελλάδα*, Volos, 599-610.
- Mavridis F. and Tankosić Ž., 2016a. "The Early Bronze Age burial deposits at the Ayia Triada cave, Karystos, Euboea: Tentative interpretations", *Hesperia* 85(2), 207-42.
- Mavridis F. and Tankosić Ž., 2016b. 'The later Neolithic stages in central-southern Greece based on the evidence from the excavations at the Agia Triada cave, southern Euboea', in Z. Tsirtsoni (ed.), *The Human Face of Radiocarbon: Reassessing Chronology in Prehistoric Greece and Bulgaria, 5000–3000 cal BC*. Travaux de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée No. 69. Lyon, 419-36.
- Tankosić Ž. and Mathioudaki I., 2011. "The Finds from the Prehistoric site of Ayios Nikolaos Mylon, Southern Euboea, Greece", *BSA* 106, 1, 99-140.
- Tankosić Ž., Mavridis F. and Kosma M. (eds.), 2017. *An Island Between Two Worlds: The Archaeology of Euboea from Prehistoricto Byzantine Time*. Papers and Monographs of the Norwegian Institute at Athens, Athens.
- Tankosić Ž. and Katsianis M., 2017. "Cycladic or Mainland? The Prehistoric Landscapes of Southern Euboea", in A. Sarris, E. Kalogiropoulou, T. Kalayci and L. Karimali (eds.), *Communities, Landscapes and Interaction in Neolithic Greece*, International Monographs in Prehistory, Archaeological Series 20, Michigan, 234-46.

Sapaion Oros (Σαπαίων Όρος): a Thracian tribe's metallurgical district?

N. Nerantzis ⁽¹⁾, E. Photos-Jones ⁽²⁾ and S. Papadopoulos ⁽³⁾

(1) *Marie Skłodowska-Curie Fellow, Centre de Recherches en Archéologie et Patrimoine, Université Libre de Bruxelles - CP 133/01, Avenue F.D. Roosevelt, 50 B-1050 Bruxelles*

(2) *Analytical Services for Art and Archaeology (Ltd), Glasgow G12 8JD, UK / Archaeology, School of Humanities, University of Glasgow, Glasgow, UK*

(3) *Ephorate of Antiquities of Drama, Archaeological Museum of Drama, Greek Ministry of Culture, Patriarchou Dionysiou 2, 66133 Drama, Greece*

Abstract

The diachronic and widespread evidence for metal working activities in Eastern Macedonia N. Greece, consisting of mining galleries and numerous large and small scale deposits of metallurgical waste, constitutes important archaeological testimony to historically documented places and periods of intensive precious (and not only) metals exploration spanning at least two and a half thousand years. Present understanding, from a historical, archaeological and cultural perspective, of this most important metalliferous region of Greece, although, well characterized geologically, remains at best patchy.

In his enumeration of Thracian tribes, Herodotus (7.110), places the Sapaioi between the lower plain of the Nestos river and the plain of Philippi. The area is dominated by mount Lekani, referred to by Appian as *Sapaion oros* (Σαπαίων όρος) (App. B Civ. 4.105). At its foothills the Thasians founded, in the 7th c BCE, Pistyros, an *emporion*, its main phase of occupation being of Classical and Hellenistic date. To the northeast and near the modern villages of Perni and Petropigi, there are mining galleries of square profile suggesting a mining activity of Classical/Hellenistic date; further, a scatter of slags has been recovered near a mining gallery at Petropigi and sampled as part of earlier work by one of us.

Pistyros is a unique case of an *emporion*, where a third of a ton of slag has been recovered in the course of ongoing excavation. Importantly, the majority of the slag bears compositional similarities (based on pXRF analysis), with small numbers of slag collected from near the mines of Perni and Petropigi. By focusing on an area bounded by the three sites (Perni-Petropigi-Pistyros) and no larger than two square km, this paper asks the following questions: what metal(s)/type of extractive metallurgy were the inhabitants of Pistyros after? Precious (Ag and /or Au) metals or simply non-ferrous? How does Pistyros/Petropigi/Perni slag compare with contemporary silver extraction slag from Thasos based on the work of previous investigators? This is a long-term project aiming to unravel the similarities/differences between Thasian and Thracian precious metals extractive practices (7thc BC-Roman), which appear now rather blurred. Our work seeks to understand the metallurgy

underpinning the minting of silver coinage in a region known for its large denominations (stater size) minted by both Greeks *and* Thracians.

Metalworkers' workshops at Gonur and other Bactria-Margiana Archaeological Complex (BMAC) sites.

O. A. Papachristou

M.V. Lomonosov Moscow State University

Abstract

The bronze age civilizations of the Aegean, like those of Turkmenistan and the Iranian Plateau, were not based upon the great rivers: the Nile, the Tigris and Euphrates, the Indus. Those of Central Asia have been described as "oasis civilization". This, while not accurate, does describe the pattern of intense centres of cultivation and settlement, spread out and lying between arid lands of low population density. In the Aegean case the urban or palatial centres were on islands or near coasts, separated by sea. So far as the analogy works, the seaways and the desert ways played comparable roles (Renfrew, 2006: 129).

At the end of the 20th and beginning of the 19th century BC, under Amenemhet II of the XIIth Dynasty, that Egypt shows connections both with Crete and with Mesopotamia and, further, with the Iranian plateau and Bactria-Margiana Archaeological Complex (BMAC) or "the Oxus Civilization", in the Töd Treasure which contained among other precious materials, silver vases, raw blocks of lapis, an "oriental" lapis disk and lapis cylinder seals, one of which was engraved with a motif of the divinity of vegetation, similar to others found in Yahya, Shahdad and Gonur (Lyonnet, 2005: 194).

The main purpose of the presentation is to characterize the metalworkers' workshop at Gonur Depe as well as at the other excavated workshops within the geographical limits of the BMAC and post BMAC territories.

The well preserved Bronze Age workshop at Gonur Depe (now part of the Merv oasis, Turkmenistan) with its remains of various industrial rooms, kilns, moulds and crucibles made it possible to study the copper and bronze technology of this area. The article will describe in detail not only the BMAC itself, but also the industrial technique that flourished in the beginning of the II millennium BC in its territory.

Besides, the metallurgical workshop at the Dashli-3 Palace (Afghanistan: Northern Bactria), the settlement Sapalli culture, the metalworkers' workshops at Dzarkutan (Uzbekistan), - and the metallurgical and metalworkers' workshop at the Tugai site situated in the Zeravshan cultural province of the Bactria-Margiana Civilization (Uzbekistan, Tajikistan) will also be discussed.

Bibliography

- Lyonnet B., 2005. "Another Possible Interpretation of the Bactro-Margiana Culture (BMAC) of Central Asia: The Tin Trade", in C. Jarrige and V. Lefevre (eds.), *South Asian Archaeology 2001*, Vol. 1 (Prehistory) Paris, 191-200.
- Renfrew C., 2006. "Margiana and Beyond", in A. Asyrow (ed.), *Ancient Margiana is the New Center of the World Civilization, Materials of the International Scientific Conference 14-16 November 2006*, Mary: Marywelayathakimligi, 129-31.

Ανακάλυψη Αρχαίας Καμίνου φρύξης στην Λαυρεωτική και το πρόβλημα της εκμετάλλευσης του γαληνίτη για παραγωγή αργύρου

Γ. Δ. Παπαδημητρίου ⁽¹⁾ και Η. Κατσαρός ⁽²⁾

(1) Ομότιμος Καθηγητής Ε.Μ.Πολυτεχνείου, Χρυσανθέμων 12, Λυκόβρυση 14123

(2) Ερευνητής Μεταλλευτικής Ιστορίας Λαυρίου, Λαύριο

Περίληψη

Το ερώτημα κατά πόσον ήταν δυνατή η καμίνευση γαληνίτη κατά την αρχαιότητα με σκοπό την παραγωγή αργυρούχου μολύβδου απασχόλησε προηγουμένως και άλλους ερευνητές. Κατά τον Κονοφάγο ο γαληνίτης αναμειγνύονταν σε ποσοστό 20% με κερουσίτη και υποβάλλονταν κατευθείαν σε αναγωγική τήξη. Ο Bachman, με βάση την ανάλυση αρχαίων σκωριών, συμπέρανε ότι οι αρχαίοι εκμεταλλεύονταν τον γαληνίτη και ο Rehren κατέληξε στο ίδιο συμπέρασμα με βάση την ορυκτολογική σύνθεση πλυνιτών. Δεν κατέληξαν, όμως, σε συγκεκριμένη πρόταση μεταλλουργικής διαδικασίας, καθώς δεν είχαν εντοπισθεί κάμινοι φρύξης γαληνίτη, απαραίτητοι για την αποθείωση του μεταλλεύματος πριν από την αναγωγική τήξη.

Στην παρούσα ανακοίνωση επανεξετάζεται το πρόβλημα, λαμβάνοντας υπόψη ότι ο δεύτερος από τους συγγραφείς εντόπισε προσφάτως αρχαία κάμινο την οποία χαρακτηρίσαμε ως κάμινο αποθείωσης γαληνίτη. Η κάμινος βρίσκεται σε καλλιεργημένο ελαιώνα στο Δημολιάκι. Σώζεται το πίσω μέρος του τοιχώματος της καμίνου μέχρι το ύψος του στομίου και στηρίζεται σε ανάχωμα που αποτελεί ράμπας φορτώσεως.

Η κάμινος διαφοροποιείται σαφώς από τις αρχαίες καμίνους αναγωγικής τήξης που έχουν βρεθεί στη Λαυρεωτική (ΔΕΗ, Πουνταζέζα, Μεγάλα Πεύκα, Αρύ). Στο πίσω τοίχωμα ύψους 2-2.5 μέτρων διατηρείται ακέραια η καμπυλότητα της κυκλικής διατομής που αντιστοιχεί σε διάμετρο 2-2.5 μέτρων, σε αντιδιαστολή με την διάμετρο 1-1.2m των καμίνων τήξης. Η διάμετρος αυξάνεται προς τα άνω με κλίση 10-15 μοιρών. Το ερυθρό χρώμα του συνδετικού υλικού της λιθοδομής μαρτυρεί οξειδωτική διαδικασία, ενώ η απουσία αλλοίωσης των λίθων υποδηλώνει χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας, κάτω των 800°C. Τα ανωτέρω υποδηλώνουν λειτουργία κυρίως με φυσικό ελκυσμό, ενδεχομένως υποβοηθούμενο από φυσικό. Είναι, επίσης, χαρακτηριστικό ότι αφροί είναι επικολημένοι στο στόμιο της καμίνου, ενώ απουσιάζουν τελείως οι σκωρίες μέσα και γύρω από την κάμινο, όπως θα συνέβαινε σε κάμινο τήξης.

Αξίζει να σημειωθεί η παρουσία στοών αρχαίων Μεταλλείων σε μικρή απόσταση. Η περιοχή είναι πλούσια σε θειούχα μεταλλεύματα και σύμφωνα με μαρτυρίες εργαζομένων της Γαλλικής Εταιρείας οι νεότερες στοές συναντούσαν αρχαία υπόγεια έργα όπου είχε γίνει εξαντλητική εξόρυξη γαληνίτη.

Τα ανωτέρω υποδηλώνουν ότι πρόκειται για κάμινο, όπου το θειούχο μέταλλευμα που εξορύσσονταν υποβάλλονταν σε οξειδωτική φρύξη (dead roasting) για την ολική απομάκρυνση του θείου πριν να οδηγηθεί στις καμίνους αναγωγικής τήξης. Η κάμιнос είναι πιθανόν της Ελληνιστικής-Ρωμαϊκής περιόδου, όπως και το ευρισκόμενο σε μικρή απόσταση κυκλικό τριβείο στο Δημολιάκι (Παπαδημητρίου).



Βιβλιογραφία

- Κονοφάγος Κ., 1980. *Το Αρχαίο Λαύριο και η ελληνική τεχνική παραγωγής του Λαυρίου*, Αθήνα.
- Rehren T., Vanhove D. and Mussche H., 2002. "Ores from the ore washeries in the Lavriotiki", *Metalla* (Bochum) 9.1, 27-46.
- Bachmann H.G., 1982. Silbergewinnung in Laurion, *Erzmetall* 35, Nr5 246-251
- Papadimitriou G.D., 2016. The so called "helicoidal ore washeries of Laurion", *Proc. 6th Symposium of the Hellenic Society for Archaeometry*, BAR International Series 2780, 113-18.

**ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΚΕΡΑΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΑΛΩΔΕΙΣ ΥΛΕΣ**

Το αρχαιολογικό πείραμα, η πειραματική αρχαιολογία και η εμπειρία της αναπαραγωγής με αρχαιομετρικά κριτήρια

Α. Μουνδρέα-Αγραφιώτη ⁽¹⁾ και Ε. Αλούπη-Σιώτη ⁽²⁾

(1) Τμήμα Ιστορίας-Αρχαιολογίας και Κοιν. Ανθρωπολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

(2) ΘΕΤΙΣ AUTHENTICS Ε.Π.Ε., Διαγόρα 4, 116 36 Αθήνα

Περίληψη

Ποιά η φύση του πειράματος στην αρχαιολογία και πως αυτό σχετίζεται με το λεγόμενο «επιστημονικό πείραμα», βασικό εργαλείο της αρχαιομετρικής μεθοδολογίας; Σε ποιο βαθμό οι φυσικοχημικές αναλύσεις και τα πειράματα αναπαραγωγής σε ελεγχόμενες εργαστηριακές συνθήκες, μας επιτρέπουν να προσεγγίσουμε διεπιστημονικά τις τεχνολογίες του παρελθόντος, κύριο αντικείμενο της έρευνας της πειραματικής αρχαιολογίας;

Η πειραματική αρχαιολογία αποτελεί, από τη δεκαετία του '70 και εξής, ένα αναγνωρισμένο κλάδο της αρχαιολογίας. Δεν παράγει απλώς «αντίγραφα» αρχαιολογικών αντικειμένων, αλλά διατυπώνει υποθέσεις, αναπαράγει και δοκιμάζει σε «φυσική κλίμακα» την εγκυρότητα των συμπερασμάτων που διατυπώνονται, μέσα από τη συστηματική καταγραφή, μελέτη και ανάλυση των αρχαιολογικών δεδομένων.

Τα αρχαιολογικά πειράματα καλούνται να ανιχνεύσουν τις μεθόδους, τις διαδικασίες, τις χειρονομίες που παρήγαγαν τα αρχαιολογικά τεχνήματα, τη χρήση των αντικειμένων και τις βιογραφίες τους, την ενσωμάτωση του υλικού με το άυλο τμήμα του υλικού πολιτισμού. Χρησιμοποιούνται ιστορικές μαρτυρίες, εθνογραφικά παράλληλα, αναζητούνται αναλογίες σε πρακτικές κοινωνιών που αντιμετωπίζονται ως «ζωντανά απολιθώματα» του παρελθόντος. Ο σημαντικός όμως παράγοντας που επηρέασε αποφασιστικά τη θεωρία και πράξη του αρχαιολογικού πειράματος, είναι η σωρευτικά και αυξανόμενη συνύπαρξη με την Αρχαιομετρία τα τελευταία 30 χρόνια. Δεν είναι βέβαια μόνον τα πειράματα που συνδέουν τις δυο επιστημονικές περιοχές αλλά η προσπάθεια της διατύπωσης και υλοποίησης τους στην προοπτική της διεπιστημονικότητας. Κατά πόσον όμως αυτό το ζητούμενο έχει κατακτηθεί;

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται μια αποτίμηση των παραπάνω, με όχημα τη μελέτη της αρχαίας κεραμικής τεχνολογίας. Θα παρουσιαστούν αποτελέσματα και συμπεράσματα από ένα μεμονωμένο πείραμα αρχαίας όπτησης 3- σταδίων (οξείδωση-αναγωγή-οξείδωση) σε κλίβανο με ξύλα, στο οποίο συμμετείχαν αρχαιολόγοι, αρχαιομέτρες, παραδοσιακοί αγγειοπλάστες, σύγχρονοι κεραμίστες, χειροτέχνες, τεχνίτες κ.ά. τα οποία θα συγκριθούν με αυτά από εργαστηριακές αναλύσεις αρχαίων κεραμικών (διαφορετικής τυπολογίας) που έχουν παραχθεί με αντίστοιχα υλικά και παρόμοια διαδικασία όπτησης. Το πειραματικό εργαστήριο διοργανώθηκε στα πλαίσια συμποσίου με τίτλο

«Θέματα αρχαίας κεραμικής τεχνολογίας και Πειραματισμοί για την αναπαραγωγή αρχαίας κεραμικής» (Βόλος, 28-30 Σεπτ. 2007)¹ και δόθηκε έμφαση στην τεκμηρίωση του (φωτογραφίες, βιντεοσκόπηση, συνεντεύξεις). Θα παρουσιαστούν επιπλέον στοιχεία από μια σειρά εκπαιδευτικών δράσεων (σεμιναρίων, εργαστηρίων) διαθεματικού χαρακτήρα με τίτλο «Αρχαία κεραμική τεχνολογία, από τη θεωρία στην Πράξη» που διοργανώθηκαν στο εργαστήριο ΘΕΤΙΣ κατά την περίοδο (2008-2019) και συμμετέχοντες φοιτητές και νέους ερευνητές αρχαιολογίας-αρχαιομετρίας.

¹ <http://extras.ha.uth.gr/pottery/el/index.html>

Compositional variation of Clay Raw Materials in the Dodecanese in view of Pottery Production and Provenance Studies

A. Hein ⁽¹⁾, E. Nodarou ⁽²⁾, L. Betina ⁽³⁾ and V. Kilikoglou ⁽¹⁾

(1) Institute of Nanoscience and Nanotechnology, N.C.S.R. "Demokritos", PO Box 60037, 15341 Aghia, Paraskevi, Attica, Greece

(2) INSTAP Study Center for East Crete, Pacheia Ammos, Ierapetra, 72200 Crete, Greece

(3) Saxo Institute, University of Copenhagen, Karen BlixensPlads 8, 2300 Copenhagen, Denmark

Abstract

Provenance studies of archaeological pottery by chemical analysis or petrographic examination are based on the assumption that ceramics of the same production series are similar in composition, while being distinguishable from pottery of other production series. Key factor of the composition of ceramics is evidently the composition of the constituent raw materials, which were selected for their production and collected commonly from sources in immediate or adequately close vicinity. The compositional diversity of raw materials provides usually a sufficient basis for distinguishing different sources as expressed in the 'Provenience Postulate' (Weigand et al. 1977). Even though pottery in most cases cannot be linked directly to specific raw material sources, because of customary practices of clay paste modification and mixing of components, the study of raw materials in the vicinity of potential ancient pottery production centres provides basic information about available clay types and even about specific issues which have to be considered in the statistical evaluation of ceramic provenance studies (Hein et al. 2004).

The Cultural Heritage programme at N.C.S.R. "Demokritos" has been involved since more than 30 years in provenance studies of archaeological ceramics using neutron activation analysis (NAA) and integrating complementary scientific methods in the studies in order to interpret and assess the chemical classification of ceramics (Kilikoglou et al 2007). One of the largest databases for archaeological ceramics was created comprising NAA data of pottery from the Eastern Mediterranean Region collected in Athens and in other laboratories (Hein and Kilikoglou 2012). The ceramic data is complemented by data of raw materials collected in the vicinity of ancient production centres. Within this framework the present case study was initiated involving survey and examination of raw materials from two east Aegean islands, Rhodes and Kos, both well-known for their pottery production from prehistory until modern times. The results of the compositional study of the collected raw materials will be discussed in terms of geochemistry, petrography and their compositional variation. The data will be compared with reference data of archaeological ceramics from these islands assumedly produced with local raw materials.

Bibliography

- Hein A. and Kilikoglou V., 2012. "ceraDAT – Prototype of a web based relational database for archaeological ceramics", *Archaeometry* 54, 2, 230-43.
- Hein A., Day P.M., Quinn P.S., and Kilikoglou V., 2004. "Geochemical diversity of Neogene clay deposits in Crete and its implications for provenance studies of Minoan pottery", *Archaeometry* 46, 3, 357-84.
- Kilikoglou V., Grimanis A. P., Tsolakidou A., Hein A., Malamidou D. and Tsirtsoni, Z., 2007. "Neutron activation patterning of archaeological materials at the National Centre for Scientific research "Demokritos": The case of black-on-red Neolithic pottery from Macedonia, Greece", *Archaeometry* 49, 301-319.
- Weigand P.C., Harbottle G. and Sayre E.V., 1977. "Turquoise sources and source analysis: Mesoamerica and the Southwestern U.S.A.", in T.K. Earle and J.E. Ericson (eds.), *Exchange systems in Prehistory, Studies in Archaeology*, New York, 15-34.

Καινοτόμες Εφαρμογές Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Διέλευσης (TEM) στην Αρχαιολογική Έρευνα Υάλων και Χρωστικών

N. Ζαχαριάς ⁽¹⁾, E. Παλαμάρα ^(1, 2), P. P. Das ⁽³⁾ και Σ. Νικολόπουλος ⁽⁴⁾

(1) *Laboratory of Archaeometry, University of the Peloponnese, Old Camp, 24 133 Kalamata, Greece*

(2) *Art-e Solutions PC, 18 Sfaktirias str., 24 133 Kalamata, Greece*

(3) *Electron Crystallography Solutions SL, Madrid, Calle Orense 8, 28020, Madrid*

(4) *NanoMEGAS SPRL, Blvd Edmond Machtens 79, B-1080, Brussels, Belgium*

Περίληψη

Οι τεχνικές που βασίζονται στην Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Διέλευσης (Transmission Electron Microscopy - TEM) και στην Ηλεκτρονική Περιθλασιμετρία (Electron Diffraction - ED) επιτρέπουν τη μελέτη υλικών σε επίπεδο νανοκλίμακας, δίνοντας τη δυνατότητα να προσδιοριστούν με ακρίβεια παράμετροι σε επίπεδο μοναδιαίας κυψελίδας, συμμετρίας κρυστάλλου και προσδιορισμού του προσανατολισμού και της φάσης των διάφορων μικροκρυσταλλινών που ως σωματίδια βρίσκονται διάσπαρτα στο σώμα των υάλων και των χρωστικών. Η εφαρμογή τους στον τομέα της Αρχαιολογίας και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, αν και μέχρι στιγμής περιορισμένη (Sciau, 2016), μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην λεπτομερή μελέτη τέχνηργων, μέσω του ακριβούς προσδιορισμού των πρώτων υλών και παραμέτρων της τεχνολογίας παραγωγής.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η εφαρμογή τους σε τρία διαφορετικά πυριτιούχα αρχαιοϋλικά: (1) κεραμική, (2) ρωμαϊκές γυάλινες ψηφίδες και ελληνιστικοί γυάλινοι αμφορίσκοι, και (3) χρωστικές (μπλε των Μάγια) μέσα από πρόσφατες σχετικές δημοσιεύσεις (Zacharias et al., 2018; Nikolopoulos et al., 2018, Nikolopoulos et al., 2019).

Παράλληλα, η δυνατότητα χαρτογράφησης των διαφορετικών φάσεων (κρυσταλλικών/άμορφων) στα υπό μελέτη δείγματα επιτρέπει την ακριβή ταύτιση των παρατηρούμενων κρυστάλλων σε επίπεδο μοναδικής 'ορυκτολογικής φωτογράφησης' τους, προσφέροντας επιπλέον κριτήρια στις μελέτες προέλευσης των υλικών και τέχνηργων.

Βιβλιογραφία

Nicolopoulos S., Das, P. J. Bereciartua, F. Karavasili, N. Zacharias, A.G. Perez, A.S. Galanis, E.F. Rauch, R. Arenal, J. Portillo, J. Roque Rosell, M. Kollia, I. Margiolaki, 2018. "Novel characterization techniques for cultural heritage using a TEM orientation imaging in combination with 3D precession diffraction tomography: a case study of green and white ancient Roman glass tesserae", *Heritage Science* 6, 64.

- Nicolopoulos S., Das P.P., GómezPérez A., Zacharias N., TehuacaneroCuapa S., Alatorre J., Mugnaioli E., Gemmi M. and Rauch E.F., 2019. "Novel TEM Microscopy and Electron Diffraction Techniques to Characterize Cultural Heritage Materials: From Ancient Greek Artefacts to Maya Mural Paintings", *Scanning*, 1-13.
- Sciau P., 2016. "Advances in Images and Electron Physic, Ch. 2: Transmission Electron Microscopy", *Emerging Investigations for Cultural Heritage Materials, Elsevier*, Vol. 198, 43-67.
- Zacharias N., Karavassili F., Das P., Nicolopoulos S., Oikonomou A., Galanis A., Rauch E., Arenal R., Portillo J., Roque J., Casablanca J., and Margiolaki I. 2018. "A novelty for cultural heritage material analysis: transmission electron microscope (TEM) 3D electron diffraction tomography applied to roman glass tesserae", *Microchemical Journal* 138 ,19–25.

Αρχαιομετρική ανάλυση κεραμικής από την Κεφάλα Βασιλικής, Ιεράπετρα Κρήτη

Ε. Πανταζή⁽¹⁾, Ι. Ηλιόπουλος^(1, 2) και Ε. Νοδάρου⁽³⁾

(1) Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα

(2) ERAAUB, Facultat de Geografia i Història, Departament d'Història i Arqueologia, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain

(3) Ινστιτούτο Μελέτης Προϊστορικού Αιγαίου Αν. Κρήτης, Παχειά Άμμος Ιεράπετρας, Κρήτη

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη ασχολείται με την αρχαιομετρική ανάλυση Προϊστορικής κεραμικής από τον Μινωικό οικισμό-ιερό της Κεφάλας Βασιλικής. Η κύρια φάση της θέσης χρονολογείται στους “Σκοτεινούς Αιώνες”, δηλαδή στην Υστερομινωική (ΥΜ) ΙΙΙΓ περίοδο (περ. 1200 π.Χ.), αλλά η ανασκαφή έδειξε και μία πρωιμότερη κατοίκηση στην Τελική Νεολιθική-Πρωτομινωική Ι (ΤΝ/ΠΜ Ι) περίοδο (Ελιόπουλος, 1998). Βασικοί στόχοι της έρευνας είναι ο χαρακτηρισμός των πρώτων υλών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της κεραμικής, η προέλευσή τους και η ανασύνθεση της τεχνολογίας που εφάρμοσαν οι αρχαίοι κεραμείς (είδος, θερμοκρασία και ατμόσφαιρα όπτησης, πρόσθεση αδρανών συστατικών, ανάμιξη πρώτων υλών).

Επιλέχθηκαν 72 δείγματα κεραμικής που χρονολογούνται στην ΥΜ ΙΙΙΓ και στην ΤΝ/ΠΜ Ι περίοδο και αναλύθηκαν στο πετρογραφικό μικροσκόπιο, ενώ για 25 εξ αυτών πραγματοποιήθηκε και ορυκτολογική μελέτη με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ (XRPD). Στην συνέχεια, επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά δείγματα από κάθε πετρογραφική ομάδα που προέκυψε προκειμένου να εξεταστούν στο Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (SEM).

Η πετρογραφική μελέτη οδήγησε στην αναγνώριση διαφορετικών συστασιακών ομάδων που σχετίζονται με πρώτες ύλες τόσο στη βόρεια όσο και στη νότια ακτή της Κρήτης υποδηλώνοντας έντονη κινητικότητα στον Ισθμό της Ιεράπετρας ήδη από την ΤΝ περίοδο και κυρίως στο τέλος της Εποχής του Χαλκού. Η τεχνολογική μελέτη με συνδυασμό XRPD και SEM επέτρεψε την περαιτέρω διερεύνηση των πετρογραφικών ομάδων με στοιχεία που αφορούν την πυροτεχνολογία και στις δύο φάσεις κατοίκησης.

Βιβλιογραφία

Eliopoulos T., 1998. “A Preliminary Report on the Discovery of a Temple Complex of the Dark Ages at Kephala Vasilikis”, in V. Karageorghis and N. Stampolidis (eds.), *Eastern Mediterranean. Cyprus-Dodecanese-Crete, 16th-6th cent. B.C.*, Athens, 301-13.

Προέλευση και χαρακτηρισμός της κεραμικής από την Προϊστορική θέση «Καστρούλι» στη Δεσφίνα Φωκίδος, πλησίον Δελφών

Τ. Τσουρούνη

Αρχαιολόγος ΜΑ, Σπάρτη

Περίληψη

Η εν λόγω μελέτη πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας για το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών “Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες” του Τμήματος Μεσογειακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Το θέμα της εργασίας αφορά στον προσδιορισμό της προέλευσης της κεραμικής και κατ’ επέκταση των πρώτων υλών που χρησιμοποιήθηκαν στη Μυκηναϊκή θέση «Καστρούλι» που βρίσκεται κοντά στη Δεσφίνα στην ευρύτερη περιοχή των Δελφών.

Για την αναγνώριση της σύστασης του πηλού, επιλέχθηκαν 81 όστρακα (Κ1-Κ81), τμήμα της κεραμικής που προήλθε από την πρώτη ανασκαφική περίοδο της θέσης που πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 2016. Στο πλαίσιο του σκοπού της εργασίας, επιλεγμένα όστρακα τέθηκαν υπό αναλύσεις με τις φασματοσκοπικές μεθόδους XRF και XRD. Παράλληλα, με XRD αναλύθηκαν και τέσσερα εδαφικά δείγματα (DS1-2-3-4) που συλλέχθηκαν από επιφανειακή έρευνα στις γειτνιάζουσες περιοχές Αγία Ειρήνη (Πλατύ φρέαρ), Λίμνος και Μετελές για την εξέταση των πρώτων υλών της ευρύτερης περιοχής. Τα εν λόγω δείγματα μετατράπηκαν σε μπρικέτες και τέθηκαν υπό διαδικασίες όπτησης.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τις αναλύσεις αφορούν στον χαρακτηρισμό της υπό εξέτασης κεραμικής αλλά και στην αναγνώριση της προέλευσης των πρώτων υλών που χρησιμοποιήθηκαν. Η συνεισφορά της εργασίας αφορά επίσης και στην μακροπρόθεσμη ερμηνεία της τεχνολογίας που εφαρμόζαν οι κεραμείς στον Μυκηναϊκό οικισμό, ως προς την τεχνογνωσία και την προέλευση του πηλού.

Τα αποτελέσματα μέσω διαγραμμάτων και δένδρογραμμάτων (Cluster Analysis) οδήγησαν στην διαπίστωση της προέλευσης των πρώτων υλών από την περιοχή της Αγίας Ειρήνης.

Αυτό το ενδεχόμενο προέλευσης των υλικών δείχνει να ευσταθεί κι από το γεγονός ότι το «Καστρούλι» γειτνιάζει με την Αγία Ειρήνη και η μεταφορά των πρώτων υλών θα ήταν εύκολη υπόθεση. Επιπλέον, η προτίμηση στον πηλό από την Αγία Ειρήνη υποδηλώνει πιθανώς και την ποιότητα των εν λόγω πρώτων υλών για την κατασκευή της κεραμικής της θέσης. Άλλωστε, γενικά είναι γνωστή η προτίμηση των κεραμέων της Μυκηναϊκής εποχής σε ανοιχτόχρωμους πηλούς, τους οποίους χρησιμοποιούσαν κυρίως για την κατασκευή της γραπτής κεραμικής.

Σίγουρα, οι προσεχείς ανασκαφικές δραστηριότητες στη Μυκηναϊκή θέση θα φέρουν ακόμα περισσότερο υλικό στο φως, αναδεικνύοντας τον χαρακτήρα και την σπουδαιότητά της. Σαφώς, η περαιτέρω μελέτη και διερεύνηση των ευρημάτων στο μέλλον, θα απαντήσει σε μεγαλύτερο βάθος στα ερωτήματα που γεννιούνται γύρω από την Προϊστορική θέση. Το «Καστρούλι» αποτελεί μία σημαντική θέση που ήρθε να συμπληρώσει τον Μυκηναϊκό χάρτη της Ελλάδας.

Production technology of tin coated vessels: an archaeometric and experimental study of tin coated vessels from Deiras cemetery

K. Christodoulou ⁽¹⁾, A. Hein ⁽²⁾ and V. Kilikoglou ⁽³⁾

(1) *Department of Archaeology and History of Art, National and Kapodistrian University of Athens*

(2) *Institute of Nanoscience and Nanotechnology, NCSR "Demokritos"*

(3) *Institute of Nanoscience and Nanotechnology, NCSR "Demokritos"*

Abstract

The present study attempts to shed light on the typology and the manufacture of Aegean tinned pottery. The main part of the study focuses on the investigation of the technological features of tin coated vessels by analyzing microscopically tinned ceramics from the cemetery of Deiras in Argos. Scientific analysis is combined with experimental procedures in order to clarify the technological method that applied for the manufacture of tin coated vessels. Deira's tin coated material fulfills the targets of this study since it belongs chronologically to LHIIIA and LHIIIB, two phases that correspond to the massive production of this unique ceramic category.

Tin coating on ceramic surfaces is a unique phenomenon, if we bear in mind that tin in antiquity was usually mixed with copper and was found rarely in pure form. On the basis of the current research, it is most likely that the five suggested tin sources of Near and Middle East have supplied the Aegean with this exotic material¹. It is worth noting that the absence of tin coated vessels in these areas proves that tinned pottery was an Aegean innovation.

After a thorough examination of tin coated material, it turned out that tinned vessels extend to a wide geographic range, comprising sites of Crete, Greek Mainland, Thessaly and Dodecanese². Regarding their chronological variation, the first evidence comes from Crete dating to MMII-III period, and after a gap during LM/LHI period, the technique reappears during LM/LHII and continues to exist until LM/LHIIIB. The majority of these ceramics was placed as grave goods in chamber tombs, and in few cases, in tholos tombs and shaft graves. Typologically, the vessels respond to close and open vessels, among which the last predominated, especially the shape of kylix.

The scientific analysis certified the existence of pure tin³, which, under optical microscope, formed black-grayish patches or whitish layers due to the oxidation of the metal. Superposed metallic layers

¹ Yener et al.1989, 200-203; Nezafati et al. 2006, 3-6; Cuenod et al. 2017, 38; Yener et al.2015, 597-600. Based on the current data, the five proposed sites are Afganistan, western Asia, the ancient mine of Kestel-Saritzula in Taurus Mountains, Kultepe region and the ancient mine of Deh Hosein in western Iran.

² Gillis 1991, 1-2; Aulsebrook 2018, 20.

³ Noll 1991, 220- 221; Gillis-Bohm 1994, 220; Gillis 1996, 97-99.



were detected under scanning electron microscope (SEM). The layers were detached from the ceramic surface supporting the assumption that thin foils of tin were attached on the pottery surface. Also experiments indicate the application of thin foils of tin as the best method, and thus, and furthermore the use of protein glue. Another important observation is the change of tin's color from silver to gold, when reaching temperatures between 210°-230°C.

Bibliography

- Aulsebrook S., 2018. "Chicken or egg? Rethinking the relationship between the silver and tinned ceramic assemblages", *BSA*, 1-44.
- Cuénod A., Bray, P., and Pollard A. M., 2017. "The Tin Problem in the Prehistoric Near East: Further Insights from a Study of Chemical Datasets on Copper Alloys from Iran and Mesopotamia", *Journal of the British Institute of Persian Studies*, 29-48.
- Gillis C., 1991. "Tin and tin-covered vessels in the Aegean Bronze Age", *Hydra* 8, 1-30.
- Gillis C. And Bohm, C., 1994. "Tin-covered vessels in the Aegean Bronze Age: Methods of Application" in F. Burragato, O. Grubessi, L. Lazzarini, (eds.), *1st European Workshop on Archaeological Ceramic*, Anno 1994, 217-27.
- Gillis C., 1996. "The Asine Chamber Tombs- Graves of kings" in E. De Miro, L. Godart and A. Sacconi (eds.), *Atti e Memorie del Secondo Congresso Internazionale di Micenologia, Roma-Napoli, 14-20 ottobre, 1991, Archeologia, Volume Terzo*, Roma 1996, 1193-203.
- Nezafati N., Pernicka E. and Momenzadeh M., 2006. "Ancient Tin: old question and a new answer", *Antiquity* 80 (308), 3-6.
- Yener K.A., Özbal H., Kaptan E., Pehlivan A. N. and Goodway M., 1989. "Kestel: an Early Bronze Age source of tin ore in the Taurus Mountains, Turkey", *Science, New Series, Vol. 244 (4901)* 200-3.
- Yener K. A., Kulakoglou F., Yazgan E., Kontani, R., Hayakawa Y. S., Lehner, J. W., Dardeniz G., Ozturk G., Johnson M., Kaptan E. and Hacar A., 2015. "New tin mines and production sites near Kültepe in Turkey: a third-millennium BC highland production model", *Antiquity* 2015, 596-609.

**ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΚΕΡΑΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΑΛΩΔΕΙΣ ΥΛΕΣ**

Ανάλυση χρωστικών διακοσμημένης κεραμικής της πρώιμης Τελικής Νεολιθικής από το Μεγάλο Νησί Γαλάνης, Κίτρινη Λίμνη (Σαριγκιόλ) Κοζάνης

Ε. Αλούπη-Σιώτη ⁽¹⁾ και Α. Καλογήρου ⁽²⁾

(1) ΘΕΤΙΣ AUTHENTICS Ε.Π.Ε., Διαγόρα 4, 116 36 Αθήνα

(2) Επιτελική Δομή ΕΣΠΑ Υπουργείου Πολιτισμού & Αθλητισμού, Θεμιστοκλέους 87, 106 81 Αθήνα

Περίληψη

Η κεραμική παραγωγή της πρώιμης Τελικής Νεολιθικής στο βορειοελλαδικό χώρο διακρίνεται για τη μεγάλη ποικιλία υλικών, σχημάτων, μεγεθών και τρόπων επεξεργασίας της επιφάνειας των αγγείων. Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα της κεραμικής της φάσης αυτής, η οποία στη Μακεδονία ξεκινάει περίπου περί το 4700 π.Χ., είναι η λεγόμενη «αλοιφωτή» (crusted) διακόσμηση, η οποία θεωρείται ότι γίνεται με τη χρήση «ωμού χρώματος» στην επιφάνεια του αγγείου, μετά την αρχική όπτηση.

Προκειμένου να διερευνηθεί εργαστηριακά η πρακτική αυτή, δεκατρία όστρακα από αλοιφωτά, αλλά και άλλα γραπτά αγγεία της πρώιμης Τελικής Νεολιθικής, προερχόμενα από την ανασκαφή της προϊστορικής τούμπας Μεγάλο Νησί Γαλάνης στην περιοχή Κίτρινη Λίμνη (Σαριγκιόλ) Κοζάνης (1987/1989, 1993), υποβλήθηκαν σε μη καταστρεπτικές αναλύσεις για τον χαρακτηρισμό των χρωστικών και επιχρισμάτων τους. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνικές της φασματοσκοπίας εγγύς υπερύθρου (near IR) και η τεχνική φθορισμού ακτίνων-Χ (XRF). Οι αναλύσεις αυτές διεξήχθησαν στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος CERAMED (2003-2006), το οποίο είχε χρηματοδοτηθεί από το 5ο Πρόγραμμα Πλαίσιο Έρευνας, Τεχνολογικής Ανάπτυξης και Επίδειξης με συντονιστή το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων, που παρουσιάζονται για πρώτη φορά, έδειξαν τη χρήση ποικιλίας αργλικών πρώτων πηλών που σχετίζονται άμεσα με τη γεωλογία της λεκάνης Πτολεμαΐδας – Κοζάνης, στοιχεία που σε συνδυασμό με πετρογραφικές αναλύσεις και αναλύσεις πηλών από την ίδια τη θέση και την ευρύτερη περιοχή της, συνηγορούν στην υπόθεση της τοπικής παραγωγής με χρήση ντόπιων πρώτων υλών. Ειδικότερα, η χρήση της φασματοσκοπίας εγγύς υπερύθρου επέτρεψε, αφενός τον ορυκτολογικό προσδιορισμό των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν, αφετέρου, την εκτίμηση, σε μερικές περιπτώσεις, των θερμοκρασιών όπτησης. Τα κεραμικά όστρακα που εξετάστηκαν έχουν ψηθεί σε ανοιχτές φωτιές, με σύντομη διαδικασία όπτησης και σε θερμοκρασίες που δεν πρέπει να ξεπερνούν τους 600-7000C. Παράλληλα, με την ίδια τεχνική προσδιορίστηκαν οι περιπτώσεις διακόσμησης των αγγείων πριν ή μετά την όπτηση.

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, επιβεβαιώθηκε η χρήση άψητων χρωστικών μετά την όπτηση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η παρουσία οργανικών υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί ως

συνδετικά των χρωστικών, που, όμως, δεν ήταν δυνατό να ταυτοποιηθούν. Ωστόσο, η χρήση οργανικών υλικών, όπως η πίσσα σημύδας, για διακόσμηση ή συγκόλληση αγγείων έχει διαπιστωθεί στο Μεγάλο Νησί Γαλάνης ήδη από τη Μέση Νεολιθική (Decavallas 2011).

Τα ευρήματα των συγκεκριμένων αναλύσεων θα αξιολογηθούν λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των αρχαιομετρικών αναλύσεων που έχουν πραγματοποιηθεί σε δείγματα νεολιθικών αγγείων από το Μεγάλο Νησί Γαλάνης, ενώ η παρουσίασή τους θα αποτελέσει το έναυσμα για αποτίμηση μεθοδολογιών και εμπειριών σε βάθος χρόνου για τις συνέργειες μεταξύ αρχαιολογίας και αρχαιομετρίας στην κατανόηση και ερμηνεία του υλικού πολιτισμού.

Βιβλιογραφία

- Decavallas O., 2011. *Etude de l'alimentation dans le domaine égéen au Néolithique et à l'Age du bronze à partir de l'analyse chimique des résidus organiques conservés dans les poteries* (αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή, Université Bordeaux 3).
- Ζιώτα Χ., Καλογήρου Α., Χονδρογιάννη-Μετόκη Α. και Φωτιάδης Μ., 1990. "Κίτρινη Λίμνη, τέσσερα χρόνια έρευνας." *ΑΕΜΘ* 4, 93–103.
- Fotiadis M, Hondroyanni-Metoki A., Kalogirou A. and Ziota C., 2000. "Megalo Nisi Galanis (Kitrini Limni basin) and the later Neolithic of northwestern Greece", in S. Hiller, S. and V. Nikolov (eds.), *Karanovo Bd. III, Beiträge zum Neolithikum in Südosteuropa* (Vienna), 217–28.
- Kalogirou A., 1994. *Production and consumption of pottery in Kitrini Limni, west Macedonia, Greece 4500 bc – 3500 bc* (αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή, Indiana University, Η.Π.Α.).
- Φωτιάδης Μ. και Χονδρογιάννη-Μετόκη Α., 1993. "Κίτρινη Λίμνη. Διαχρονική σύνοψη, ραδιοχρονολογήσεις, και η ανασκαφή του 1993", *ΑΕΜΘ* 7, 19–30.

Archaeometric characterization of the Renaissance tiles in Palace of the Dukes of Medinaceli (Cogolludo, Guadalajara)

J. Buxeda i Garrigós ⁽¹⁾, M. Madrid i Fernández ⁽¹⁾, J. G. Iñáñez ⁽²⁾ and I. Ramírez González ⁽³⁾

(1) *Cultura Material i Arqueometria UB (ARQUB, GRACPE), Dept. d' Història i Arqueologia, Universitat de Barcelona, Montalegre, 6, 08001 Barcelona (Catalonia, Spain)*

(2) *Grupo de Investigación en Patrimonio Construido (GPAC), Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CIEA), Avda. Miguel de Unamuno, 3, 01006 Vitoria-Gasteiz (Álava, Spain)*

(3) *Departamento de Urbanismo e Historia de la Arquitectura, Escuela de Arquitectura, Universidad Europea de Madrid, C/ Tajo, s/n. Urb. El Bosque, 28670 Villaviciosa de Odón (Madrid, Spain)*

Abstract

Within the frame of Tecnolonial research project (HAR2016-75312-P), an extensive program of archaeometric characterization of ceramics produced during the 16th-17th centuries at the Crown of Castile and the Crown of Aragon has been undertaken. The Palace of the Dukes of Medinaceli (Cogolludo, Guadalajara) is the first complete Renaissance construction built out of Italy, and it is considered one of the most sumptuous palaces of the Crown of Castile for this period. The building was designed by the architect Lorenzo Vázquez, and its construction finished at the end of the 15th century. Later on, the palace will suffer different changes and extensions that were reflected in the tiles used in the decoration of the palace. Thus, the original tiles with gothic designs will be substituted with Renaissance tiles originated in Toledo and Seville, but present all over Castile.

The excavations undertaken by one of the authors in the Alcallería neighborhood (Guadalajara) have unearthed a new production center of tiles that was promoted by the Mendoza family and the House of Medinaceli. While local clays were used for producing the tile body, the glazes were made with materials coming from the workshops of Toledo. In order to study the provenance and the technology of these tiles, 26 medieval and renaissance tiles have been studied by X-ray fluorescence (XRF) and X-ray diffraction (XRD). A subset of these individuals has been further studied using scanning electron microscopy (SEM-EDX) in order to assess the microstructure and sintering state of the clay bodies, but also in order to obtain a chemical characterization of the glazes and to identify the pigments. The results show the use of calcareous pastes, in all but one tiles, and the existence of up to five different chemical meaningful groups whose provenance is being evaluated.

Shared technological milieus: defining the borders between wheel-made and hand-made production in Early Helladic Argolis

M. Choleva ⁽¹⁾, E. Kiriati (1), N. Petropoulos ⁽²⁾ and N. S. Müller ⁽¹⁾

(1) Fitch Laboratory, British School at Athens, Souidias 52, 106 76, Athens

(2) Nuclear Engineering Dept., National Technical University of Athens, Zografou Campus, 15780 Athens

Abstract

By the late 3rd millennium BC, the Helladic communities experienced one major technological change: the potter's wheel appeared suddenly in the northern Peloponnese by inaugurating new technological traditions founded on a craft knowledge of high technical specialisation. Despite the supposed technological advantages, the new tool is not widely adopted remaining a rather marginal potting practice in the dominating hand-made production.

For understanding the coexistence of different craft behaviours within the same technological milieus, we advocate an anthropological interpretation of pottery assemblages that conceives technologies as a part of an entire social system of knowledge, materials, skills, techniques and ideas that transform raw material into final products. For reconstructing thus the *chaînes opératoires* behind production, we have elaborated and applied an innovative interdisciplinary approach which is based on different analytical tools, usually considered separately in ceramic studies: (a) *macroscopic inspection* of pots for identifying forming and finishing techniques; (b) *industrial radiography* that offers insight into clay-microstructures enabling identification of invisible gestural movements involved in primary forming operations; (c) *ceramic petrology* for tracing choices in clay sources and technology in fabric recipes; (d) *thin section analysis* of ceramic matrix optical activity in order to trace firing conditions ; and (c) *chemical elemental analysis* of ceramic bodies for exploring provenance and technological landscapes.

This combined methodology enables to describe pots as the outcome of a synergy of different potting actions and thus to trace aspects of the embedded traditions. In this paper, we will explore the potentials of this manifold technological study to understand the phenomenon of appearance of the potter's wheel by comparing the technological choices involved in both hand-made and wheel-made pots coming from two Early Helladic settlements in Argolis, Lerna and Tiryns. The aim is shed light on the complex modalities behind the integration of the innovation of the wheel into the local technological, and hence, social milieus, and on the local cultural dynamics underlying its appropriation and transmission.

Analytical survey of Roman ceramics discovered in East Phokis and East Lokris using portable energy-dispersive X-ray fluorescence analysis (pEDXRF)

A. Hein ⁽¹⁾ and D. Grigoropoulos ⁽²⁾

(1) *Institute of Nanoscience and Nanotechnology, N.C.S.R. "Demokritos", PO Box 60037, 15341 Aghia, Paraskevi, Attica, Greece*

(2) *Deutsches Archäologisches Institut, Abteilung Athen Pheidou 1, 10678 Athens, Greece*

Abstract

Studies of archaeological ceramics based on their elemental composition provide important information about their production and their trade and dissemination. Basic assumption is that the elemental composition of ceramics from a specific workshop or production area can be distinguished from other ceramic production groups mainly because of the use of geochemically different clays. However, because compositional differences between production groups can be eventually quite small, commonly laboratory methods with high analytical performance, in terms of precision and accuracy, are preferred for analyzing archaeological ceramics, such as neutron activation analysis (NAA) or wavelength dispersive X-ray fluorescence (WDXRF). During recent years an increasing use of handheld portable energy dispersive XRF systems (pEDXRF) can be noticed in the analysis of archaeological materials. The method provides advantages in terms of fast and non-invasive measurements allowing for analysing considerably larger numbers of samples. On the other hand, it presents a less sufficient analytical performance potentially obscuring small compositional differences (Hein in press). Taking this into account, pEDXRF should not be applied as a stand-alone analytical method but rather as a complementary method.

In the present case study, pEDXRF was used for an initial analytical survey of a comparably large ceramic assemblage comprising c. 300 Roman ceramic samples from the DA excavation at the sanctuary in Kalapodi (East Phokis) and from other sites in the surrounding area excavated by the Greek Archaeological Service. The measurements of the elemental compositions were carried out on-site and in situ and they were essentially non-invasive. Scope of the preliminary chemical characterization based on pEDXRF was a more efficient sample selection for the planned laboratory analysis of a smaller assemblage.

Bibliography

Hein A., in press. "Revisiting the groups – Exploring the feasibility of portable EDXRF in provenance studies of transport amphorae in the Eastern Aegean", in G. Schneider, M. Dąbkiewicz and M. Hegewisch (eds.), "Application of portable energy-dispersive X-ray fluorescence to the analysis of archaeological ceramics and glass", Topoi - Berlin Studies of the Ancient World.



Egyptian blue from Kos: examination of successfully and unsuccessfully produced pellets by pXRF and XRD

A. Kostomitsopoulou Marketou ⁽¹⁾, K. Kouzeli ⁽²⁾, F. Caruso ⁽¹⁾ and S. Handberg ⁽¹⁾

(1) *Department of Archaeology, Conservation and History, University of Oslo, Blindernveien 11, 0371 Oslo, Norway*

(2) *Stone Conservation Centre, Hellenic Ministry of Culture and Sports, Pireos Str. 79, 15233 Athens, Greece*

Abstract

Egyptian blue is an artificial material produced by firing a mixture copper, silicon, and calcium compounds with an alkali flux, at temperatures between 850 and 1050 °C (Hatton et al., 2008, Pradell et al., 2006, and references therein). Its blue colour is attributed to the synthesis of a copper calcium tetrasilicate crystal, CaCuSiO_4 , equivalent to the naturally occurring mineral cuprorivaite (Pradell et al., 2006, Mazzi and Pabst, 1962). This artificial material was the main blue pigment in use from the 3rd millennium BCE and at least until the fall of the Roman Empire (Delamare, 2013). The archaeological evidence for the production of Egyptian blue is scarce and limited to the Ptolemaic-Roman manufacturing site of Memphis in Egypt (Nicholson, 2003, Cavassa, 2018) and the Roman sites of *Puteoli*, *Literum* and *Cumae*, located in the Phlegraean Fields (Cavassa, 2018, and references therein). In the Aegean, Egyptian blue has a long history of use, and material evidence for its production was brought to light by the excavations of the 22nd Ephorate of Prehistoric and Classical antiquities at the district of the agora of Kos (Kantzia and Kouzeli, 1987, Kostomitsopoulou Marketou, 2019). There, numerous pigments were unearthed, including more than 130 successfully and unsuccessfully produced Egyptian blue pellets (Kostomitsopoulou Marketou, 2019).

The present paper investigates the chemical and mineralogical composition of a selection of pellets from the workshop, aiming to shed light on the technology of Egyptian blue production on Kos. Portable X-ray fluorescence spectroscopy was performed on thirty pellets. The ratios between copper, calcium and silicon give preliminary evidence for the use of raw materials used and can define successful and unsuccessful productions. Powder X-ray diffraction was employed on samples derived from eight pellets. Cuprorivaite and quartz with its high temperature polymorphs, cristobalite and tridymite, were detected in all the samples. The diffractograms of certain samples showed the presence of other mineral phases, including, calcite, ferroan wollastonite, copper silicate, and dolomite. The nature of this pigment, which is a multi-component material, requires further research, including the micro-analysis of the different phases.

Bibliography

- Cavassa L., 2018. "La production du Bleu Égyptien durant l'époque Hellenistique et l'Empire Romain (III s.av. J.-C.-I s. apr. J.-C.)", in P. Jockey (ed.) *Bulletin de Correspondance Hellénique. Supplément. Les arts de la couleur en Grèce ancienne... et ailleurs*, 13-14.
- Delamare F., 2013. *Blue pigments: 5000 years of art and industry*, London.
- Hatton G.D., Shortland A.J. and Tite M.S., 2008. "The production technology of Egyptian blue and green frits from second millennium BC Egypt and Mesopotamia", *Journal of Archaeological Science* 35, 1591-604.
- Kantzia C. and Kouzeli K., 1987. «Το εργαστήριο παρασκευής χρωμάτων στην Αρχαία Αγορά της Κω. Το Αιγυπτιακό μπλε», *Athens Annals of Archaeology*, 210-50.
- Kostomitsopoulou Marketou A., 2019. "The Pigment Production Site of the Ancient Agora of Kos (Greece): Revisiting the material evidence. *Thiasos*", *Journal of archaeology and Ancient Architecture* 8, 61-80.
- Mazzi F. and Pabst A., 1962. "Re-examination of cuprorivaite", *American Mineralogist* 47, 409-11.
- Nicholson P.T., 2003. "New excavations at a Ptolemaic-Roman faience factory at Memphis, Egypt", *Annales du 15e Congres de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre. AIHV*, Nottingham, 49-52.
- Pradell T., Salvado N., Hatton G. D. and Tite M.S., 2006. "Physical Processes Involved in Production of the Ancient Pigment, Egyptian Blue", *Journal of the American Ceramic Society* 89, 1426-31.

Ceramic kiln infrastructures in Roman Patras, province of Achaëa: an archaeometric approach

N. Kougia ⁽¹⁾, H. Simoni ⁽¹⁾ and I. Iliopoulos ^(1, 2)

(1) Department of Geology, University of Patras, Patras, Greece

(2) ERAAUB, Departament d'Història i Arqueologia, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona, c/Montalegre 6-8, 08001 Barcelona, Spain

Abstract

The study is oriented to Patras, the major city of the Province of Achaëa. The city is placed on a geographically important location, along the axis of Eastern and Western Greece, while being the mediator of naval communications with Italy. A substantial contribution to the city's role, played its establishment as a Roman colony by the Emperor Augustus in 14 BC, defining its acme during the Imperial Roman period. According to ancient sources, such an important city, with a large population and in the center of trade networks, had obviously increasing needs making us assume of its selfsufficiency in production and the existence of manufacturing craftsmanship, so that they had not to import all the necessary commodities. By means of excavations, the abundance of ceramic artefacts that came to light, additionally to the aforementioned acceptance, provided us with a useful theoretical and methodological foundation for recording and studying structures and installations concerning the production of pottery, supporting the necessity to study artefacts not as individual objects but in correlation with remains (Binford, 1968). The first part of the study consists of a testimony of the local productivity within the urban and rural landscape of Patras, by demonstrating the presence of almost 50 ceramic kiln structures. Our aim is to explore, familiarize and explain their multitude, endeavoring to establish Patras' ceramic production and distribution within its territory and among other contemporary Roman provinces. With the use of tools deriving from GIS applications, visualizing their spatial organization, the degree of clustering among them and their production repertoire, we will be in position to make further assumptions about their domestic or industrial use. Amplifying and forwarding the study, in the forthcoming part, an in depth archaeometric analysis of ceramic assemblages from the kilns will also be of great necessity for the evaluation of provenance. We put our efforts in establishing the local production against the imports and even distinguish if possible, whether local potters adopt imitating shapes towards foreign prototypes. Some preliminary results will be discussed and assessed in terms of the archaeological framework.

Bibliography

- Kougia N., Simoni H., Reynolds P., Iliopoulos I., Xanthopoulou V. and Pollatou K., 2019. "Spatial patterns of the ceramic production in Colonia Augusta AchaicaPatrensis", in S. R. Binford and L. R. Binford (eds.), *The 15th European Meeting on Ancient Ceramics, EMAC 2019*, Barcelona, Spain
- Binford, L. R. 1968. "Archaeological perspectives", in *New Perspectives in Archaeology*, Chicago, 5-32.

Experimenting with clays: towards the definition of local pottery production in prehistoric southern Samos

Σ. Μενελάου ⁽¹⁾ και Ο. Κουκά ⁽¹⁾

(1) Department of History and Archaeology, University of Cyprus, 20537 CY - 1678 Nicosia, Cyprus

Abstract

This paper explores the intertwined relationship between environmental and cultural factors in the exploitation of raw material sources for the manufacture of pottery and draws together results from a multi-scalar analytical programme. This topic forms part of the integrated study of pottery dating from the Neolithic and Chalcolithic to the Early Bronze Age at the island settlements of Kastro-Tigani and Heraion on southern Samos. The main body of evidence derives from the petrographic analysis of pottery with the aim to reconstruct diachronically technological continuity and change and to determine, where possible, their geological and/or geographical provenance at an intra-island and inter-regional level.

Following the detailed study of the geological and geomorphological configuration of Samos and as part of a preliminary raw material prospection and ethnographic survey, a number of clay, loose sediment, and sand deposits were chosen and a representative number of samples were collected in a radius of 20 km from the archaeological sites. These correspond to different formations and deposits, predominantly of a clayey composition, that were also possibly exploited by modern potters, with the aim to address the variability between and among different sources and to broaden our knowledge of raw material availability close to the settlements. Following their collection, they were experimentally processed and fired at different temperatures to test compatibility and technological resemblance with the ceramic samples, upon the petrographic examination of both pottery and raw material thin sections.

Although a direct link between ancient and modern landscapes or resources cannot be established, the comparative examination of both sample categories provided some interesting results regarding the natural variability of certain ceramic fabrics, the intentional tempering of others, as well as the identification of good matches in terms of mineralogy and texture. Perhaps, this is suggestive of the exploitation of specific areas or even the synchronic existence of various production centres during certain phases of the settlements in question.

A preliminary study of the production technology of porcelains in Mytilene (Greece)

A. P. Panagopoulou ^(1, 2), J. Vroom ⁽¹⁾, A. Hein ⁽²⁾ and V. Kilikoglou ⁽²⁾

(1) Faculty of Archaeology, University of Leiden, Einsteinweg 2, 2333 CA, The Netherlands

(2) Institute of Nanoscience and Nanotechnology "Demokritos" National Center for Scientific Research, 15310, AghiaParaskevi, Athens, Greece

Abstract

The production technology and decoration of porcelain has been investigated on the basis of 10 porcelain fragments from Mytilene (Lesbos) in Greece. The samples came from the Castle of Mytilene and can be dated to 17th-19th century. Generally, from this period several types of porcelains can be found in Mytilene, among which bowls with Green Glaze, Brown Glaze, Blue Glaze, White Glaze, as well as Polychrome Bowls with flower motifs, and Blue-and-white bowls.

The four hundred and fifty years (1462-1912) of Ottoman rule left numerous traces in the castle and town of Mytilene. The Ottoman period yielded a rich collection of different ceramic wares from the 16th to the 19th century. Finds of the 16th century include small quantities of Italian Montelupo Ware, while in the 18th century the imports of Chinese blue-on-white ceramics started (as well as their Turkish copies). It is likely, however, that modern production centres on the island, such as Mantamados and Agiassos, were active already in the last century, although the provenance of porcelain is not exactly known yet (Hector 2009).

The superior quality and extensive production of Chinese pottery prompted one of the longest-lasting collecting traditions both in and outside China. Underglaze blue and polychrome enamelled 'export' porcelains with vegetal decoration or scenes from classical Chinese stories appeared evocative to Western eyes. In the late Victorian period, a fashion for Kangxi (1661- 1722) Blue-and-White porcelains increased the demand and the prices paid for them. It was advocated by the painter James Abbott MacNeill Whistler (1834-1903) and adapted to 'aesthetic' ideals.

The scope of the present case study is the structural and chemical analysis of the stratigraphy of these ceramics. The structural analysis includes the determination of the crystalline and non-crystalline phases of the structure and coating, the diffusion of the glazing into the body of ceramics, and the uniform distribution of the components during firing. For this analysis, sections of the samples were examined by optical microscopy and scanning electron microscopy (SEM). The chemical analysis by SEM-EDS and non-invasive energy dispersive XRF provided information towards the identification of compounds and pigments.

Mainly, the presence of two layers is observed: glaze and body apart from some samples, in which an underglaze slip was applied. The body mainly consists of SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O and some other samples have also CaO , Fe_2O_3 , MgO and TiO_2 at small quantities. Furthermore, it is significant that some of the glazes contain Pb. Finally, it is particularly important that in this collection there are a lot of colors, which are based mainly in ochre, blue and green.

Bibliography

- Giannopoulou M. and Demesticha S., 1990. *Tskalaria - The Pottery Workshops of the Area of Mantamados in Lesvos*, Athens: Modern Ceramics Research Center (in Modern Greek).
- Green J., 2000. "A New Orientation of Ideas; Collecting and the Taste for Early Ceramics in England 1921-1936", in S. Pierson (ed.), *Collecting Chinese Art: Interpretation and Display*, Percival David Foundation of Chinese Art, School of Oriental and African Studies, London, 43-56.
- Hector W., 2009. "Medieval and Ottoman Mytilene", in J. Bintliff and H. Stöger (eds.), *Medieval and Post-Medieval Greece: The Corfu Papers*, Oxford, 107-14.
- Korre-Zografou K., 1995. *Ceramics of the Aegean (1600-1950)*, Athens (in Modern Greek).
- Read C.H., Eumorfopoulos G. and Hobson R.L., 1910. *Exhibition of Early Chinese Pottery and Porcelain*. London.
- Vroom J., 2003. *After Antiquity. Ceramics and Society in the Aegean from the 7th to the 20th centuries A.C. A Case Study from Boeotia, Central Greece*, Leiden (published Ph.D. thesis, University of Leiden).

Study of glazed ceramics dated to the Byzantine & Post-byzantine periods from the ancient Agora at Athens

A. P. Panagopoulou ^(1, 2), J. Vroom ⁽¹⁾, A. Hein ⁽²⁾ and V. Kilikoglou ⁽²⁾

(1) Faculty of Archaeology, University of Leiden, Einsteinweg 2, 2333 CA, The Netherlands.

(2) Institute of Nanoscience and Nanotechnology "Demokritos" National Center for Scientific Research, 15310, Aghia Paraskevi, Athens, Greece.

Abstract

The production technology and decoration of pottery has been investigated on the basis of 18 ceramics fragments from the Archaic Agora at Athens in Greece and can be dated to the Byzantine and Post Byzantine periods.

The variety of Byzantine pottery in the Agora is large, such as Plain-glazed Wares (White Ware, Brown Glaze, Plain Glaze on Slip), Impressed Ware, Painted Wares (Polychrome Ware, Black and Green Painted Ware, Slip-painted Ware, Red-painted Ware), Sgraffito Wares and Coarse Wares. It is also including a variety of various Turkish ceramics from the Agora excavations, described by Alison Frantz in 1942 in her terminology as 'Asia Minor Ware, Good Sgraffito, Birds Bowls, Blue and White Painted, Flaring Angular Bowls, Marbled Ware, Drip-painted Ware, Concave Projecting Rim, Scrawling Sgraffito, Blob-painted Ware, Stamped Medallions, Kutahya Ware and Pseudo-Majolica' (Frantz 1942). A special ware which was locally produced at Athens is the so-called 'Blue and White Painted Ware'. The most frequent decorative motives are birds, rosettes, and cross-hatchings; they are usually surrounded by a floral border of varying degrees of decadence (Frantz 1942, p.1).

The scope of the present case study is the structural and chemical analysis of the micro-stratigraphy of these ceramics. For this analysis, sections of the samples were examined by optical microscopy and scanning electron microscopy (SEM). The chemical analysis by SEM-EDS and non-invasive energy dispersive XRF provided information towards the identification of compounds and pigments.

The presence of three layers is observed: glaze, slip and the main ceramic body. Dark red as well as light red clay are used. The dark red structure is due to Iron oxides (Fe_2O_3) which are present in an amount that can create this hue in the clay. On the other hand, the light red clay structure is due to a smaller percentage of Iron oxide (Fe_2O_3) except for a sample that has a grey main body. Slip was used both on dark and lighter red main body but particularly on the lighter red clay as this clay is apparently coarser and it contains comparably large embedded granules. Eventually the slip is quite similar to the ceramic, and assumedly a refined version of the initial clay paste obviously refined.

According to the analysis results of the SEM-EDX, the dark green pigment consists of Iron oxide (Fe_2O_3) and Chromium oxide (Cr_2O_3). Yellow ocher hue is due to the combination of Iron oxide (Fe_2O_3) with

Manganese oxide (MnO). The brown pigment consists mainly of Iron oxide (Fe₂O₃). Finally, these ceramics are believed to be decorated with under glaze technique.

Bibliography

- Camp J.McK. and Mauzy C.A., 2009. "The Athenian Agora. New Perspectives on an Ancient Site", *The American School of Classical studies at Athens*, New Jersey.
- Chatzidakis M., 1981. *Byzantine Athens*, Athens.
- Frantz A.M., 1938. "Middle Byzantine Pottery in Athens", *Hesperia* 7.3, 429-67.
- Frantz A.M., 1988. "The Athenian Agora-Late Antiquity A.D. 267-700", *The American School of Classical studies at Athens*, New Jersey.
- Frantz A.M., 1942. "Turkish Pottery from the Agora", *Hesperia* 11 (1), 1-28.
- Korre-Zografou K., 1995. *Ceramics of the Aegean (1600-1950)*, Athens (in Greek).
- Vroom J., 2003. *After Antiquity. Ceramics and Society in the Aegean from the 7th to the 20th centuries A.C. A Case Study from Boeotia, Central Greece (Archaeological Studies Leiden University 10)*, Leiden (published Ph.D. thesis, University of Leiden).

From Mycenaeans to Romans: Reflecting on early glass technology in Greece

M. Papageorgiou ⁽¹⁾, M. Kaparou ⁽²⁾ and A. Oikonomou ⁽³⁾

(1) *The American College of Greece, DERE, Department of History, Philosophy and the Ancient World. 6 Gravias Street, 153 42, Aghia Paraskevi, Attiki, Greece*

(2) *Institute of Nuclear and Particle Physics, NCSR Demokritos, P. Grigoriou and Neapoleos, Aghia Paraskevi, Attiki, Greece*

(3) *Science and Technology in Archaeology and Culture Research Center (STARC), The Cyprus Institute, Nicosia, Cyprus*

Abstract

Glass was undoubtedly an integral element of the Mycenaean material culture, a fact attested in its ubiquity in archaeological contexts. Consequential achievements of this technology, clearly adopted as a cutting-edge one, are pronounced in the archaeological record in the 16th c. onwards, with glass rising to prominence at the time of the rise of the palaces. The quality, quantity and types of finds—almost exclusively restricted to jewelry and decorative motifs—highlight the commercial and cultural interconnections within the Mycenaean world, such as Patras, Mycenae, Palaia Epidavros (Moncke et al., 2013; Zacharias et al., 2018), Kazarma, Pylos (Karydas et al., 2018) and its links to areas farther away, such as Crete, Egypt and Syro-Palestine. Throughout the LBA, one major glass chemical type predominates; Soda Lime Silica-High Magnesia (SLS-HMG), with the plant ash alkali source being marine or desert plant. Nonetheless, despite the evidence for a regularly sustained glass industry, the occurrence of primary glass production in the Mycenaean world remains mystifying.

A major shift in the technological choices made occurred c. 800 BC, when the plant alkali source is substituted by a mineral one, namely natron. This shift for the Greek region most probably takes place around the end of the 7th c. BC, as suggested by analytical data derived from the island of Rhodes (Oikonomou and Triantafyllidis 2018). Importantly, it has been demonstrated that there is no continuity in the technology from the Archaic to the Hellenistic period in Rhodes, in terms of the basic glass composition indicating possible different glassmaking traditions and, hence, provenance and raising questions with regard to other glassmaking centers in Greece. Natron glass dominates in Greece during the Hellenistic period. According to recent analytical data from Epirus (Oikonomou, 2019), NW Greece we may assume that the primary glass is imported from major glassmaking sites in SE Mediterranean, such as Egypt and the Levantine coast, a tradition that continues in the Roman period (Oikonomou 2019).

Roman Glass was produced within a new cultural system which allowed and fostered the extensive expansion of the existing glass industry into all levels of society. It could be recycled or reworked; it could be used for the display of luxury products but equally for utilitarian containers, windows and tools. With the discovery of the remains of glass furnaces in which natron glass was fused from raw

materials in Egypt and the Levant, it has become possible to connect the artifact's primary material with the place where the base-glass was melted. Studies of Roman natron glasses from Greece (Patras, Ancient Messene, Ancient Corinth, Ancient Demetrias) have demonstrated that glass was imported as raw material from primary production sites in both the Levantine coast and Egypt. Earlier Roman artifacts destined for some special ritual or use display a more standardized recipe and careful selection of the raw material compared to their domestic counterparts. On the other hand, later Roman glasses exhibit the use of less pure sand rich, for example, in iron, manganese and titanium. This change coincides with a major shift in vessel formation and decoration from the 4th c. AD onwards that involved a quicker and simpler manufacturing process (Papageorgiou, 2014; Moncke et al., 2014).

The aim of this paper is to consolidate aspects of our understanding of how glass was produced, traded and used from the Late Bronze Age through the Roman times in Greece. By comparing and contrasting analytical finds from the so far examined Greek collections by the authors, an attempt is made to develop a solid theoretical framework that fosters in-depth assimilation of the existing bank of data.

Bibliography

- Karydas, A. G., Kantarelou, V. Kaparou, M. 2018. Analysis by portable X ray Fluorescence of the central bead, appendix in *The Gold Neckless from the grave of the Griffin Warrior at Pylos*, J. L. Davis and S. R. Stocker, *Hesperia: The Journal of the American School of Classical Studies at Athens*, 87, 611-632.
- Möncke, D. Palles, D., Zacharias, N., Kaparou, M., Kamitsos, I., Wondraczek, L. 2013. Formation of an Outer Borosilicate Glass Layer on Blue Late Bronze Age Mycenaean Vitreous Relief Fragments. *European Journal of Glass Science and Technology, Part B*, 54 (1), 52- 59.
- Moncke, D., Papageorgiou, M, Winterstein-Beckmann, A., Zacharias, N. (2014) "Roman Glasses Coloured by Dissolved Transition Metal Ions: Redox-Reactions, Optical Spectroscopy and Ligand Field Theory", *JAS*, 46:23-36.
- Oikonomou A. and Triantafyllidis P., 2018. An archaeometric study of Archaic glass from Rhodes, Greece: Technological and provenance issues, *Journal of Archaeological Science Reports*, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.08.004>.
- Oikonomou A., 2019. Interdisciplinary approach of Hellenistic glass finds from Epirus, Greece, 2nd Conference about the Archaeological activity and research in NW Greece and the Ionian islands, (in Greek).
- Papageorgiou, M. (2014) Archaeological and Archaeometric analysis of late antique glass objects from the western Peloponnese. Unpublished PhD Dissertation, National and Kapodistrian University of Athens, Greece.
- Zacharias, N. Kaparou, M. Oikonomou, A. Kasztovszky, Z. 2018. Mycenaean Glass from the Argolid, Peloponnese, Greece: A Technological and Provenance Study, *Microchemistry Journal*, 141, 404- 417.

A geochemical evaluation of Roman-Late Roman wares of surface survey in Sphakia area, Crete, Greece

A.-M. Pollatou ⁽¹⁾, I. Iliopoulos ^(1, 2) and E. Nodarou ⁽³⁾

(1) Department of Geology, University of Patras, Patras, Greece

(2) ERAAUB, Facultat de Geografia i Història, Departament d'Història i Arqueologia, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain

(3) INSTAP Study Center for East Crete, Pacheia Ammos, Crete, Greece

Abstract

Sphakia is a rather remote and marginal region in SW Crete, Greece. The present study deals with the archaeometric characterization of the Roman-Late Roman ceramic assemblage collected during the archaeological surface survey undertaken in the 1980s and 1990s by Drs J. Moody and L. Nixon. The ceramic shapes recognized include fine drinking and serving vessels such as kantharoi, skyphoi, hydriae, bowls, cups, dishes, plates, transport vessels mainly amphorae, and some domestic vessels (mainly beehives). Our main aim was to identify the chemical composition of the Cretan production against the imports from off-Cretan centers and local imitations of foreign prototypes. For this reason, a total of 101 ceramic sherds were analyzed through petrographic (Optical Microscopy and point counting analysis – OM), chemical, and microstructural (Scanning Electron Microscopy – SEM) techniques. In spite of their qualitative similarities in terms of their content in aplastic inclusions, the textural differences observed through OM helped us identify the main fabric groups and loners. Some vessels are considered to be of Cretan production while others were of potentially off-island origin. Samples from each group were further analyzed chemically. The compositional analysis of the clay pastes helped us discriminate calcareous vs. non calcareous groups and investigate further the technological parameters of this assemblage (Cultrone *et al.* 2001). The microstructure of the various vessel types was examined through SEM (following Maniatis and Tite 1981) and showed different vitrification stages. This study offers an in-depth investigation of the pottery that was produced in or reached this remote part of Crete in an era of intense circulation and sea trade in the Mediterranean.

Bibliography

- Cultrone G., Rodriguez-Navarro C., Sebastian E., Cazalla O., and De La Torre M.-J., 2001. "Carbonate and Silicate Phase Reactions during Ceramic Firing", *European Journal of Mineral* 13, 621-34.
- Maniatis Y., and Tite M., 1981. "Technological Examination of Neolithic- Bronze Age from Central- Southeast Europe and from the Near East", *Journal of Archaeological Science* 8, 59-76.



An experimental interpretation of the presence of female genitalia in Early Bronze Age "Frying Pan" type ceramics from the Cyclades

I. Siotis ⁽¹⁾ and E. Aloupi-Siotis ⁽²⁾

(1) *Inst. Nuclear and Particle Physics, National Centre for Scientific Research Demokritos, P.O. Box 60037, 15310 Agia Paraskevi, Greece*

(2) *THETIS AUTHENTICS LTD., 4 Diagoras str., GR-116 36 Athens*

Abstract

A new, testable, interpretation of the function of Aegean Early Bronze Age "frying pan" ceramics (Doulas 1991; Coleman 1985) that combines some previously suggested uses is presented. The proposed function involves a well-documented natural phenomenon responsible for the rapid change in colour of a natural salt marsh or salt pan surface due to the explosive population growth of the extremophile archaeobacterium, *Halobacterium Halobium* (or *Salinarium*), when the salt concentration approaches saturation (Figure 1). The cyclical nature of the appearance of red pigmentation on the salt marsh surface every late summer or, every few weeks in a domestic "frying pan", presents an obvious analogy with the female menstruation cycle and provides an explanation of the fact that several ceramic vessels used for this purpose bear the characteristics of the female body. Furthermore, the resulting red pigment lends itself for use as a cosmetic colorant (Grishkova 2015; Chaiken and Birge 1999).

In order to reproduce the natural phenomenon in a domestic context we used a full-scale reproduction of the "frying pan" vessel NAMA 5164 at the THETIS workshop (manufactured in the framework of a collaboration with the Hellenic Ministry of Culture). The frying pan thus reproduced was filled with natural brine from the Kalloni, Lesbos salt pans and exposed to the sun. Figure 2 shows the development of the *Halobacterium* pigmentation after 6 days. The use of the raw, red coloured, liquid material for decorative/cosmetic purposes is illustrated in Figure 3. The colour on the paper surface remains red for 5-6 days after which it gradually turns to yellow before it fades away after 20-30 days.

The recent excavations in Kastri-Chalandriani on the Cycladic island of Syros, where "frying pans" depicting female genitalia predominate (Marthari 2017), offer a unique opportunity for a definitive test of the hypothesis. The key-idea is the use of Bromine and its compounds as a tracer of the contact between seawater and sea-salt with ceramic artefacts. Bromine offers a very powerful discriminating criterion between marine and terrestrial environments. Such tests would require access to freshly excavated "frying pan" sherds as well as to surrounding burial environment earth samples and can be done non-destructively through XRF (Aloupi et al. 2000). Finally, if the XRF analysis confirms salt contact of the ceramic sherds, it might be possible to explore the issue further by subjecting the

samples to more sophisticated biomolecular analysis in order to detect traces of Halobacteria or Bacteriorhodopsin (Sankaranarayanan 2014).



Fig 1: Kalloni, Lesvos salt pan, formation of red pigment in the shallow end of the salt pan where salt concentration first reaches saturation; Fig 2: Halobacterium Halobium in Frying pan exposed to sun; Fig 3: Pigment of Fig. 2 applied by finger on writing paper

Bibliography

- Aloupi E., Karydas A., Paradellis T., and Siotis I., 2000. "Salt Tracers in ancient artefacts", in *The Greek Salt, Proceedings of the 8th workshop of the Cultural Foundation of the National Bank for Industrial Development (Nov 6-8, 1998, Mytilini)*, Athens, 47-55 (in greek with English synopsis).
- Chaiken J. and Birg R., 1999. *Photochromic materials suitable for cosmetic and sunblocking effects*. US patent US6461594B1.
- Coleman J. E., 1985. "Frying pans' of the Early Bronze Age Aegean", *American Journal of Archaeology* 89, 191-219.
- Doumas C., 1991. «Το πρώτο κυκλαδικό τηγανόσχημο σκεύος. Σκέψεις για μια πιθανή χρήση του», *Cycladic Society Annual XV*, 299-318.
- Grishkova E.S., 2015. *Use of bacteriorhodopsin as a cosmetic and/or therapeutic agent in the comprehensive treatment of dermatoses*, WIPO Patent Application WO2017039476A1 and EPO EP3345612A1.
- Marthari M., 2017. "Aspects of pictorialism and symbolism in Early Bronze Age Cyclades: a "frying pan" with longboat depiction from the new excavations at Chalandriani in Syros", in *ΤΕΡΨΙΣ, Studies in Mediterranean Archaeology in Honour of Nota Kourou*, Brussels, CReA-Patrimoine, 147-61.
- Sankaranarayanan K., 2014. "Characterization of Ancient DNA Supports Long-Term Survival of Haloarchaea", *Astrobiology* 14(7), 553-60.

Microscopic and analytical studies of late Classical and Hellenistic pottery from ancient Messene, Greece

E. Triantafyllidi ⁽¹⁾, E. Palamara ⁽¹⁾, E. Zimi ⁽¹⁾ and N. Zacharias ⁽¹⁾

(1) Department of History, Archaeology and Cultural Resources Management, University of the Peloponnese, Old Camp, 24133, Greece

Abstract

This paper focuses on the archaeometric analysis of a large assemblage of pottery from the deposits south of the Asclepieion at Ancient Messene (Area XVI/2), dating between the second half of the 4th century and the 3rd century BC based on its typological characteristics. The assemblage includes coarse wares, such as cooking pots and tableware, transport amphorae, and fine wares, primarily drinking vessels. Moreover, these deposits yielded a large number of miniature cups (skyphoi) with votive character, a common find in several sanctuaries of the Greek world (Θέμελης, 1987).

The research was carried out in the Laboratory of Archaeometry of the University of the Peloponnese, as part of an MSc thesis. The study has focused on the macroscopic and microscopic examination of 283 pottery samples with the use of LED and the chemical analysis of 26 representative clay fabric samples with a combination of XRF and SEM analysis.

Based on macroscopic observation, the clay can be characterized as soft, with powder texture. In addition, the clay matrix is divided in eight main categories based on the color and the frequency of the inclusions. It is worth noting that the visual features of the pottery samples can offer significant information on aspects of the manufacturing technology, such as the addition of temper or grog, etc.

Based on the above categorization, twenty-six clay fabric samples representing all the major and minor groups of the clay matrices observed, were selected for chemical analysis. The chemical analysis determined that the majority of the clay bodies are calcareous with a CaO content of 8 to 18 wt% and, also, that the red color of the clay paste is the result of high iron (FeO) content of 8 to 10wt% (Maniatis and Tite, 1981). The slip is characterized as of low quality because it does not appear homogenous in thickness and is easily absorbed by the clay matrix. This can be correlated either with the type of clay used in the manufacture of these pots or with the firing process. The concentration of the major, minor and trace elements of these fabric samples was compared to bibliographic data and to geological clay samples collected from the area in order to identify the likely provenance of our groups.

Bibliography

Maniatis Y., Tite M. S., 1981. "Technological Examination of Neolithic-Bronze Age Pottery from Central and Southeast Europe and from the Near East", *Journal of Archaeological Science* 8, 65-8.



Θέμελης Π., 1987. «Ανασκαφή Μεσσήνης», ΠΑΕ, 85-6.

ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΛΙΘΙΝΑ-ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ-ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ

Applications of in-situ non-destructive techniques regarding documentation, identification of pigments, authentication and promotion of our culture heritage, in the Library of Halki Theological School

Th. Ganetsos ⁽¹⁾, S. Akyüz ⁽²⁾, Archimandrite Kaisarios Chronis ⁽³⁾ and S. Celik ⁽⁴⁾

(1) West Attica University, Non-destructive research Laboratory, P. Ralli & Thivon 250, Athens, Greece

(2) Istanbul Kultur University, Physics Department, Istanbul, Turkey

(3) Library of Halki Theological School

(4) Istanbul University-Cerrahpasa Electrical-Electronics Engineering Department, Istanbul, Turkey

Abstract

This research work focuses on application of innovative technologies on a particularly important field of Archaeology: the identification of pigments. It aims to study, for the first time in a systematic way: important ecclesiastical documents (Patriarchal sigilia), dated to the Byzantine and Post Byzantine period from the Library of Theological School of Halki.

The systematic study of printed documents of the Byzantine and Post Byzantine period contains a plethora of information related to both their provenance and the creator. The material originates from the Theological School of Halki therefore the information revealed by its study is unique. On the other hand, the study of Greek painters' masterpieces will provide us with information regarding the trends of the time, the use of new materials and the new artistic experimentations.

The use of contemporary non-destructive techniques (Raman Spectroscopy, FTIR), have the advantage of portability of devices entailment in-situ measurements in the area of Museums. Besides the theological and ecclesiastical content, the words and the speeches of fathers of the church contained in the codes, there are texts with historical content, codes referring to the ecclesiastical history of the monastery (usually from the world), musical codes etc.

The above-mentioned material can be thoroughly examined and revealed information that has so far remained in obscurity, such as material origin, workshop, artist's expertise, techniques and the materials used to decorate them (writing material, pigments, presence or absence of watermarks, type of binding etc). Thus, regardless of the indisputable palaeographic and historical interest of all printed material, the "technical" features of its construction, which will be explored in the present research article using nondestructive techniques, will certainly complete their overall picture.

Acknowledgments

To the award of the W.D.E. Coulson & Toni Cross Aegean Fellowship for 2019-2020 from the American School of Classical Studies at Athens



Bibliography

- Gkoutas N., Ganetsos Th., Peraki M., Tseles D. and Laskaris N., 2018. "Application of Non-destructive Techniques (Raman Spectroscopy and XRF) into an Icon by Michael Damaskinos, Springer International Publishing 2018, Digital Heritag", *Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*, 185-95.
- Ganetsos Th., Douka K., Higham Th. and Laskaris N., 2010. "FTIR and Raman Spectroscopy in the analysis of archaeological samples", *American Institute of Physics*, 305-6.

Μελέτη της διακόσμησης του μαρμάρινου κοσμήτη στο Καθολικό της Μονής Δαφνίου

Π. Λουκοπούλου ⁽¹⁾, Σ. Μπογιατζής ⁽²⁾ και Γ. Φακορέλλης ⁽²⁾

(1) Διεύθυνση Συντήρησης Αρχαίων και Νεωτέρων Μνημείων, ΥΠΠΟΑ, Πειραιώς 81, 105 53, Αθήνα

(2) Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αγίου Σπυρίδωνος, 122 43 Αιγάλεω

Περίληψη

Το Καθολικό της Μονής Δαφνίου χρονολογείται στον 11ο αι. και θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά μνημεία της μεσοβυζαντινής περιόδου, λόγω της αρχιτεκτονικής και της εξαιρετικής ψηφιδωτής διακόσμησής του, ενώ περιλαμβάνεται στον κατάλογο των μνημείων της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς της UNESCO. Τους εσωτερικούς τοίχους του ναού κοσμούν επιπρόσθετα οριζόντια μαρμάρινα διαζώματα, οι «κοσμήτες». Οι κοσμήτες έχουν εγχάρακτες παραστάσεις, οι αυλακώσεις των οποίων φέρουν έγχρωμο υλικό πλήρωσης. Μέχρι σήμερα, η χρήση υλικού πλήρωσης για τη διακόσμηση των μαρμάρινων μελών της βυζαντινής περιόδου έχει συνοπτικά αναφερθεί στη βιβλιογραφία και δεν έχει αποτελέσει αντικείμενο συστηματικής έρευνας, ενώ γενικότερα σπανίζουν μελέτες για συναφή μνημεία ή αρχιτεκτονικά μέλη.

Η παρούσα εργασία αφορά τη διερεύνηση της σύστασης του υλικού πλήρωσης των κοσμητών του Καθολικού της Μονής Δαφνίου. Η έρευνα έγινε στο πλαίσιο της συντήρησης και αποκατάστασης του μνημείου και της ψηφιδωτής διακόσμησης (ΕΣΠΑ 2007-2013). Σκοπός της έρευνας ήταν ο προσδιορισμός της σύστασης του υλικού πλήρωσης σε μια προσπάθεια κατανόησης της τεχνολογίας κατασκευής της διακόσμησης αυτής και παράλληλα η εκτίμηση της κατάστασης διατήρησης του υλικού. Η παρατήρηση των κοσμητών αποκαλύπτει διαφορές στην απόχρωση του υλικού πλήρωσης ανά επίπεδο διακόσμησης του ναού. Η μακροσκοπική και μικροσκοπική εξέταση αποκαλύπτει κηρώδη υφή και την παρουσία χρωστικής, ενώ εντοπίζονται διαφοροποιήσεις της κατάστασης διατήρησης του υλικού. Επιλεγμένα δείγματα αναλύθηκαν με Φασματοσκοπία Υπερύθρου Μετασχηματισμού Fourier με Αποσβένουσα Ολική Ανάκλαση (Attenuated Total Reflectance - Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR –FTIR) και Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης σε συνδυασμό με Φασματοσκοπία Ακτίνων Χ (SEM-EDS). Οι αναλύσεις επιβεβαιώνουν τα αρχικά πορίσματα της οπτικής εξέτασης για τη σύσταση του υλικού, η οποία έχει ως βάση το κερί και αποκαλύπτουν τη φύση των χρωστικών, παραπέμποντας σε έναν τύπο διακόσμησης που πιθανώς συνδέεται με τη μακραίωνη χρήση της εγκαυστικής τεχνικής.

The marbles of the quarries Abu Hayat and Ahmet Beyli in the area of Ephesos

V. Anevlavi ⁽¹⁾, W. Prochaska ⁽²⁾ and S. Ladstätter ⁽³⁾

(1) *P.h.D. student, MSc, Austrian Archaeological Institute – Austrian Academy of Sciences, Vienna, Austria*

(2) *Ao.Univ.-Prof. Dr.phil., Department of Geosciences and Geophysics, University of Leoben, Austria*

(3) *Priv.-Doz. Mag. Dr., Austrian Archaeological Institute – Austrian Academy of Sciences, Vienna, Austria*

Abstract

An extensive investigation on the marble quarries at the area of Ephesus is been held the last years. A big number of ancient quarries of various sizes are known in the area and petrographic and geochemical data are available (Prochaska and Grillo 2009) (Yavuz et al 2011). Recently two quarries at the area of Ephesus, Abu Hayat and Ahmet Beyli quarry, were investigated. Whether these formations belong to the Menderes massif or to the Attic-Cycladic Complex is still under debate.

Ahmet Beyli quarry is located ca 20 km from the ancient city of Ephesus. Ancient traces of tool marks, as well as unfinished objects can be observed at the area of the quarry. It seems that this quarry was mainly used for the ancient city of Notion and the sanctuary of Claros, however no scientific data on the marbles are so far available. The Abu Hayat quarry is located 2.5 km from the modern village of Selçuk and about 4 km from the ancient city of Ephesus. The recent investigation of the quarry showed indications that it was in use as a small sarcophagus production centre. Throughout the quarry there are many tool marks on the solid rock as well as abandoned marble objects (broken sarcophagi, unfinished olive presses etc.).

The methods applied are petrographic investigations, chemical and isotopic analysis and extractable salts (crush-leach analyses). This research is updating the already existing large database of white marble quarries in Asia Minor.

The analysis of the new quarries contributes to the research of the identification of archaeological artefacts and their provenance coming from the ancient city of Ephesus and the surrounding areas.

Bibliography

Prochaska W. and Grillo S. M., 2009. "The marble quarries of the metropolis of Ephesos and some examples of the use for marbles in Ephesian architecture and sculpturing", in A. Gutiérrez García-M. et al, *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone Proceedings of the IX Association for the Study of Marbles and Other Stones in Antiquity (ASMOSIA) Conference (Tarragona 2009)*, 584-91.



Yavuz A.B., Bruno M. and Attanasio D., 2011. "An updated, multi-method Database of Ephesos Marbles, including white, Greco scritto and Bigio varieties", *Archaeometry* 53, 215-40.

Ανάπτυξη μεθόδου HPLC-DAD για τον ποσοτικό προσδιορισμό οργανικών χρωστικών

Α. Βασιλειάδου ⁽¹⁾, Ι. Καραπαναγιώτης ⁽²⁾ και Α. Σ. Ζώτου ⁽¹⁾

(1) Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Κ. 54124, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

(2) Εργαστήριο Χρωματογραφίας, Πρόγραμμα Διαχείρισης Εκκλησιαστικών Κειμηλίων, Ανώτατη Εκκλησιαστική Ακαδημία Θεσσαλονίκης, Τ.Κ. 54250, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

Περίληψη

Οι φυσικές οργανικές χρωστικές προέρχονται από φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς και είναι γνωστές ήδη από την αρχαιότητα για τη χρήση τους στη διατροφή, στη φαρμακευτική και στα έργα τέχνης στη Μεσόγειο και στην Ανατολή (Mantzouris et al 2011). Οι οργανικές χρωστικές αποτελούνται από χρωμοφόρες ενώσεις, ο ποσοτικός προσδιορισμός των οποίων βοηθάει στην ταυτοποίηση του είδους των οργανικών χρωστικών (Vasileiadou et al 2016).

Η συγκεκριμένη εργασία εξυπηρετεί την ανάγκη για την ανάπτυξη και επικύρωση μεθόδου HPLC-DAD για τον ταυτόχρονο ποσοτικό προσδιορισμό δεκατεσσάρων χρωμοφόρων ενώσεων, οι οποίες ταυτοποιούνται σε πλήθος οργανικών χρωστικών και φυσικών βαφών (ανθρακινόνες και φλαβονοειδή) που έχουν χρησιμοποιηθεί σε έργα τέχνης. Οι χρωμοφόρες ενώσεις είναι το καρμινικό οξύ, το ελλαγικό οξύ, η φισετίνη, η μορίνη, η σουλφουρετίνη η κερκετίνη, το κερμεσικό οξύ, η απιγενίνη, η кемπερόλη, η αλιζαρίνη, το кемπερίδιο, η πουρπουρίνη, η κουρκουμίνη και η εμοντίνη. Η μέθοδος χρησιμοποιείται επιπλέον για την ποιοτική ανάλυση και άλλων χρωμοφόρων ενώσεων, όπως αυτές της πορφύρας.

Για τον προσδιορισμό των χρωμοφόρων ενώσεων χρησιμοποιήθηκε στήλη Altima C18 (Altech) (5μm μέγεθος πόρων, 250mmx 3,0mm). Η στήλη θερμοστατείται στους 35°C. Το πρόγραμμα έκλουσης είναι βαθμωτό και αποτελείται από Α) H₂O + TFA 0,1% (v/v) και Β) CH₃CN + TFA 0,1% (v/v). Η ροή της κινητής φάσης είναι 0,5 mL/min. Οι ενώσεις εκκλύονται σε χρόνο 23 λεπτών και ο διαχωρισμός είναι ικανοποιητικός. Η ανίχνευση γίνεται στα 254 nm, 275 nm, 360 nm και 420 nm. Ο όγκος της κυψελίδας είναι 20 μL. Για την αποτίμηση της απόδοσης του χρωματογραφικού συστήματος υπολογίστηκαν ο παράγοντας ασυμμετρίας $A = (RW10\% + LW10\%) / 2 * LW10\%$, η σχετική τυπική απόκλιση των χρόνων συγκράτησης, κατά τη διάρκεια της ίδιας μέρας και κατά τη διάρκεια πέντε διαδοχικών ημερών, και η διακριτική ικανότητα κάθε ζεύγους κορυφών, $R_s = 2(t_p - t_R) / (BW_p - BW_R)$. Τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά.

Η μέθοδος επικυρώθηκε ως προς τη γραμμικότητα, τα όρια ανίχνευσης και ποσοτικού προσδιορισμού, την ακρίβεια, την πιστότητα και την ευρωστία. Η ευρωστία της μεθόδου μελετήθηκε προκαλώντας μικρές, εκούσιες μεταβολές στην ανάλυση ενός πρότυπου διαλύματος των χρωμοφόρων ενώσεων, που περιείχε τελικές συγκεντρώσεις μάζας 1μg mL⁻¹. Οι τροποποιήσεις που

δοκιμάστηκαν, αφορούσαν στην ταχύτητα ροής της κινητής φάσης κατά $\pm 0,1\%$, στο πρόγραμμα βαθμωτής έκλουσης κατά $\pm 2\%$ (v/v) του οργανικού διαλύτη, στη θερμοκρασία της στήλης κατά $\pm 5^\circ\text{C}$ και στο pH, κατά $\pm 0,1$ μονάδες, του υδατικού διαλύματος με TFA. Από τα πειράματα της ευρωστίας διαπιστώθηκε πως οι μικρές αλλαγές στις χρωματογραφικές συνθήκες δεν επηρεάζουν αρνητικά το διαχωρισμό των ενώσεων της πορφύρας.

Βιβλιογραφία

- Mantzouris D., Karapanagiotis I., Valianou L. and Panagiotou C., 2011. "HPLC-DAD-MS analysis of dyes identified in textiles from Mount Athos", *Anal Bioanal Chem* 399, 3065-79.
- Vasileiadou A., Karapanagiotis I. and Zotou A., 2016. "Determination of Tyrian purple by high performance liquid chromatography with diode array detection", *Journal of Chromatogr A* 1448, 67-72.

Δυνατότητες και περιορισμοί στη διερεύνηση της τεχνολογίας και των υλικών κατασκευής λάκας αντικειμένου από τη Κινέζικη συλλογή του Μουσείου Μπενάκη

Ε. Β. Φαρμακαλίδου ⁽¹⁾, Σ. Μπογιατζής ⁽²⁾ και Α. Σαμπατάκος ⁽²⁾

(1) Μουσείο Μπενάκη

(2) Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Περίληψη

Η συντήρηση του αντικειμένου ΓΕ 2897 της Κινέζικης συλλογής του Μουσείου Μπενάκη επέβαλε τη μελέτη της τεχνολογίας κατασκευής και των υλικών διακόσμησης των στρωμάτων λάκας καθώς και των νεότερων υλικών αποκατάστασης της ώστε να κατανοηθεί ο μηχανισμός διάβρωσης που συντέλεσε στην απολέπιση της διακοσμητικής επιφάνειας από τον φορέα του αγγείου.

Η τεχνολογία του αγγείου είναι εξαιρετικά σπάνια. Πρόκειται για αγγείο λευκής πορσελάνης με λευκή εφυσάλωση και υπερκείμενη διακόσμηση μαύρης λάκας (urushi lacquerware) με ένθεση σεντεφιού και μεταλλικών στοιχείων (εικ. 1). Το αντικείμενο προέρχεται από την επαρχία Jiangxi και χρονολογείται την περίοδο της Δυναστείας Qing το α' μισό του 18^{ου} αιώνα μ.Χ. (Ashton 1939; Webb 2000).

Η μελέτη της σχετικά άγνωστης για τα Ευρωπαϊκά δεδομένα και ειδικά για την Ελλάδα διακόσμησης από λάκα ακολούθησε μεθοδολογία που στηρίχτηκε στα κλασσικά ανατολικά πρωτόκολλα/αναφορές κατασκευής των τεχνικών αυτών, σε συνδυασμό με την ανάλυση των υλικών του αντικειμένου και την χρήση πρότυπων δειγμάτων αναφοράς. Τα κύρια ερωτήματα σχετίζονταν με την σύσταση και συμπεριφορά των υλικών: υδρόφοβη προετοιμασία, στιλπνή αδιαβάθμητη στρωματογραφία λάκας και άγνωστο υλικό επέμβασης. Σε δεύτερο επίπεδο μέσα από τον χαρακτηρισμό στοιχείων τεχνολογίας και επεμβάσεων επιχειρήθηκε να προσδιορισθεί η χώρα κατασκευής, η αρχική πρόθεση σχετικά με την τοπική ή εξαγωγίμη χρήση του αντικειμένου, καθώς και αν η επέμβαση ήταν δυτικού ή ανατολικού τύπου (Σαμπατάκος 2013).

Για την ταυτοποίηση των υλικών χρησιμοποιήθηκαν καταστρεπτικές και μη καταστρεπτικές τεχνικές. Με την κάμερα υπερύθρου, με αισθητήρα InGaAs και ευαισθησία που φτάνει τα 1700 nm διαπιστώθηκαν ίχνη από τη μέθοδο στίλβωσης της λάκας και με παρατήρηση σε υπεριώδη ακτινοβολία κατέστη δυνατή η καταγραφή παλαιότερων επεμβάσεων όπως μεταγενέστερη ρητίνη στην επιφάνεια του αγγείου.

Η μελέτη μικροτομών στο πολωτικό μικροσκόπιο (ορατό – UV) και στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης SEM (εικ. 2) με στοιχειακή μικροανάλυση EDS ανέδειξε την στρωματογραφία της διακοσμητικής επιφάνειας. Στην επιφάνεια της πορσελάνης έχει αρχικά εφαρμοστεί στρώμα

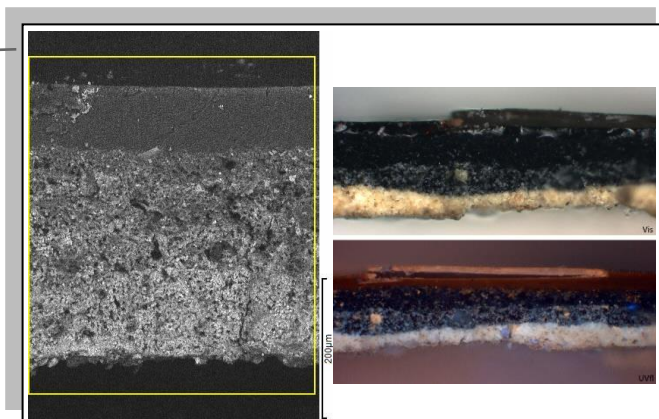
άκαμπτης και υδρόφοβης προετοιμασίας. Πάνω σε αυτήν την προετοιμασία, παρατηρήθηκαν τρία στρώματα διαφορετικής κοκκομετρίας όπου αποδίδουν το σώμα της μαύρης λάκας με παρουσία των στοιχείων Fe, Si, Al. Στο δεύτερο στρώμα μαύρης λάκας ήταν ένθετα τα διακοσμητικά στοιχεία όπως σεντέφι και μεταλλικά ελάσματα (από κράμα Sn, Pb) διακοσμητικά στοιχεία που αποτυπώθηκαν και με τη μέθοδο ακτινογράφησης. Η τελευταία επίστρωση λάκας, πλαισιώνει και σταθεροποιεί τα ένθετα στοιχεία, προσδίδει λάμψη στην επιφάνεια κατόπιν διαδικασίας στίλβωσης.

Η ανάλυση με φασματοσκοπία υπερύθρου με μετασχηματισμό Fourier (μέθοδος ενισχυμένης ολικής ανάκλασης, ATR-FTIR) σε απολεπισμένο δείγμα της λάκας, κατόπιν σύγκρισης με σύγχρονα δείγματα αναφοράς, έδειξε το αναμενόμενο προφίλ κορυφών της ιαπωνικής λάκας στην εξωτερική πλευρά του δείγματος. Επί πλέον, ταυτοποιήθηκε μεγάλη ποσότητα οργανικού άλατος, μαζί με ανθρακικό ασβέστιο (ασβεστίτης) και ελαιώδες μέσο στο εσωτερικό λευκό στρώμα προετοιμασίας. Τέλος, ανιχνεύθηκε γύψος και ελαιώδες μέσο στην περιοχή με σεντέφι καθώς και σε περιοχή που εκτιμάται ότι έγιναν προηγούμενες επεμβάσεις.

Η διεπιστημονική συνεργασία στη μελέτη του κινέζικου αντικειμένου, βασισμένη σε προηγούμενη έρευνα και με στόχο τη κατανόηση των διαφορετικών πολιτιστικών και φιλοσοφικών αντιλήψεων Ανατολής και Δύσης αναφορικά με ένα εμβληματικό υλικό όπως η ασιατική λάκα, ανέδειξε την δυνατότητα σύγκλισης των επιστημονικών πεδίων με την εφαρμογή γνωστών πρωτοκόλλων με τελικό στόχο την αναγνώριση της τεχνολογίας κατασκευής του αντικειμένου.



Εικόνα 1: Το αντικείμενο ΓΕ 2897 της Κινέζικης συλλογής του Μουσείου Μπενάκη.



Εικόνα 2: Μελέτη μικροτομών στο SEM και πολωτικό μικροσκόπιο (ορατό – UV).

Βιβλιογραφία

Ashton L., 1939. *Catalogue of the Chinese Pottery & Porcelain*, Benaki Museum 187, Athens.

Webb M., 2000. *Lacquer: Technology and Conservation*, Oxford, 22-3.

Σαμπατάκος, Α., 2013. «Δύο αντιδιαμετρικά αντίθετες σχολές συντήρησης συνεργάζονται: το παράδειγμα της σύγκλησης ανατολής και δύσης για την ορθότερη αποκατάσταση έργων ιαπωνικής λάκας», *Ετήσια ημερίδα 2013 συντηρητών αρχαιοτήτων & έργων τέχνης, ΠΕΣΑ*, 25-36.

Διερεύνηση τεχνολογίας κατασκευής υδραυλικών κονιαμάτων από αρχαίες δεξαμενές στο Βρυόκαστρο της Κύθνου

Α. Παπουτσάκη ⁽¹⁾, Γ. Φακορέλλης ⁽¹⁾ και Α. Μαζαράκης-Αινιάν ⁽²⁾

(1) Εργαστήριο Μελέτης και Συντήρησης Αρχαίων και Νεότερων Πολιτιστικών Αγαθών, Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αγίου Σπυρίδωνος, 122 43 Αιγάλεω

(2) Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Κοινωνικής Ανθρωπολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Αργοναυτών & Φιλελλήνων, 38221 Βόλος

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη αφορά στη διερεύνηση της τεχνολογίας κατασκευής κονιαμάτων από τη βασική δεξαμενή της ανασκαφής στο Βρυόκαστρο της Κύθνου (10ος έως και 6ος-7ος αι. μ.Χ.) και τη σύγκριση της με εκείνη κονιαμάτων από άλλες δεξαμενές ή από σημεία που αφορούν στην ύδρευση της αρχαίας πόλης (Μαζαράκης – Αινιάν, Α., 2013). Για το σκοπό αυτό αναλύθηκαν επτά δείγματα προερχόμενα από τη δεξαμενή που βρίσκεται κοντά στο Ασκληπιείο (2), της οποίας η χρονολόγηση είναι ακόμα υπό διερεύνηση, από τον περιβάλλοντα χώρο της (1) και από μια αρχαία δεξαμενή D4 (1), η οποία βρίσκεται ακόμα και σήμερα σε χρήση. Τα υπόλοιπα τρία δείγματα προέρχονται από την κρήνη του Βρυόκαστρου, από το εσωτερικό της (2) και από τον περιβάλλοντα χώρο της (1). Τα κονιάματα εξετάστηκαν ως προς την ορυκτολογική και τη χημική τους σύσταση με τη χρήση αναλυτικών φυσικοχημικών μεθόδων: περιθλασιμετρία ακτίνων Χ (XRD) σε σκόνη <100 μm, οπτική μικροσκοπία, ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης με μικροαναλυτή (SEM/EDS), τόσο σε λείες τομές εγκιβωτισμένων σε ρητίνη δειγμάτων, όσο και σε φρεσκοσπασμένες επιφάνειες. Επιπλέον έγινε κοκκοδιαβάθμιση των αδρανών των κονιαμάτων προκειμένου να προσδιορισθεί η κατανομή του μεγέθους τους. Επίσης αναλύθηκαν δείγματα του τοπικού σχιστολιθικού πετρώματος της Κύθνου για λόγους σύγκρισης. Τα αποτελέσματα της εν εξελίξει έρευνας δείχνουν ότι πρόκειται για κονιάματα υδραυλικής ασβέστου με ασβεστιτικά (είτε καθαρά, ή δολομιτικά) με χαλαζιακά αδρανή, ορισμένα είδη αστρίων (π.χ. μικροκλινής KAlSi_3O_8) αλλά και τοπική παρουσία οξειδίων του Fe (που προσδίδουν κοκκινωπό χρώμα) (Borsoi, G., Santos Silva, A., Menezes, P., Candeias, A., Mirão, J., 2019). Επιπλέον, παρατηρήθηκε στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης σε φρεσκοσπασμένες επιφάνειες, ανακρυσταλλωμένο NaCl λόγω γειννίας με τη θάλασσα. Τα αδρανή που έχουν χρησιμοποιηθεί δεν έχουν μέγεθος <8 mm σε όλα τα δείγματα με εξαίρεση εκείνα των κονιαμάτων της κρήνης που έχουν μέγεθος <4 mm. Επιπλέον, βρέθηκαν απολιθωμένα κελύφη μαλακίων υποδηλώνοντας ότι τα αδρανή προέρχονται από παραθαλάσσιο περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

- Μαζαράκης-Αινιάν, Α., 2017, «Χερσαίες και ενάλιες ανασκαφές στην αρχαία πόλη της Κύθνου», στο *Το Αρχαιολογικό έργο στα νησιά του Αιγαίου, Διεθνές Επιστημονικό Συνέδριο*, Ρόδος, Νοέμβριος – Δεκέμβριος 2013, τόμος Β', 305.
- Borsoi G., Santos Silva A., Menezes P., Candeias A. and Mirão J., 2019. *Analytical characterization of ancient mortars from the archaeological roman site of Pisões (Beja, Portugal)*.
- Kirca O., 2005, *Ancient binding materials, mortars and concrete technology: history and durability aspects*, Turkey.
- Stefanidou M., Pachta V., Konopissi St., Karkadelidou F., and Papayianni I., 2013, "Analysis and characterization of hydraulic mortars from ancient cisterns and baths in Greece", *Materials and structures*.

Το Αρχαίο Θέατρο της Ηφαιστίας Λήμνου(Ελλάδα): Χαρακτηρισμός και Προέλευση των Δομικών Λίθων

Μ. Βαρτή-Ματαράγκα ⁽¹⁾, Γ. Κατσίκης ⁽¹⁾ και Δ. Ματαράγκας ⁽¹⁾

(1) π. Ερευνητές του Ινστιτούτου Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ)

Περίληψη

Στα πλαίσια ευρύτερου έργου μελέτης των δομικών λίθων αρχαίων μνημείων και παραδοσιακών οικισμών της Λήμνου του Ινστιτούτου Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών, μελετήθηκαν οι δομικοί λίθοι του αρχαίου θεάτρου της Ηφαιστίας, καθώς και ο γεωλογικός σχηματισμός του λόφου, στο πρανές του οποίου οικοδομήθηκε το αρχαίο θέατρο. Το αρχαίο θέατρο της Ηφαιστίας κατατάσσεται μεταξύ των αρχαιότερων του ελληνικού κόσμου, τοποθετείται στο τέλος του 5ου ή τις αρχές του 4ου αιώνα π.Χ.

Με βάση τις κλασικές γεωλογικές - πετρολογικές μεθόδους, προσδιορίστηκαν οι εναπομείναντες (υπάρχοντες) δομικοί λίθοι, οι οποίοι ανήκουν σε τέσσερις πετρογραφικούς τύπους: δύο είδη ιγκνιμπρίτη, λευκό δολομιτικό μάρμαρο, και πωρόλιθος (calcarenite). Επίσης, εντοπίστηκαν τα αρχαία λατομεία από τα οποία προήλθαν. Ο λόφος, στο πρανές του οποίου κτίστηκε το αρχαίο θέατρο, δομείται από τον γεωλογικό σχηματισμό του φλύσχη.

Οι πρώτες σειρές των εδωλίων του θεάτρου, όπου κάθονταν οι επίσημοι και οι πολίτες δομούνται από μεγάλες ορθογώνιες πλάκες πωρόλιθου των λατομείων της Ηφαιστίας ενώ τα ανώτερα έδρανα, όπου κάθονταν οι γυναίκες και οι δούλοι, είναι μικρές και μεγάλες σχιστολιθικές πλάκες του φλύσχη, πάνω στον οποίο κτίστηκε το αρχαίο θέατρο.

Ορυκτολογικός και πετρογραφικός και χαρακτηρισμός πετρωμάτων της νήσου Αστυπάλαιας με σκοπό τη διερεύνηση προέλευσης λίθινων προϊστορικών τεχνέργων από το Βαθύ

Μ. Κοκκαλιάρη ⁽¹⁾, Ι. Ηλιόπουλος ^(1, 2), Ε. Αδάμ ⁽³⁾, Α. Βλαχόπουλος ⁽⁴⁾

(1) Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, Ρίον, 26504 Πάτρα

(2) ERAAUB, Departament d'Història i Arqueologia, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona, c/Montalegre 6-8, 08001 Barcelona, Spain

(3) Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, Εφορεία Αρχαιοτήτων Ιωαννίνων, Πλ. 25^{ης} Μαρτίου 6, 45221 Ιωάννινα

(4) Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Φιλοσοφική Σχολή, Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας, 45110 Ιωάννινα

Περίληψη

Τα πρόσφατα ευρήματα της αρχαιολογικής έρευνας στην περιοχή Βαθύ της νήσου Αστυπάλαιας υποδεικνύουν αδιάλειπτη κατοίκησή της από τους προϊστορικούς χρόνους, με σημαντικότερη φάση την μεταβατική περίοδο από την Τελική Νεολιθική στην Πρώιμη Εποχή του Χαλκού (τέλος 4^{ης} / αρχές 3^{ης} χιλιετίας π.Χ.). Η αξιολόγηση των αρχαιολογικών προϊστορικών λίθινων τεχνέργων από το Βαθύ με την χρήση μη επεμβατικών αναλυτικών μεθόδων (Φασματοσκοπία Εγγύς Υπερύθρου – NIR), σε συνδυασμό με τον ορυκτο-πετρογραφικό χαρακτηρισμό των κύριων λιθολογικών σχηματισμών της νήσου, αναμένεται να δώσει σημαντικές πληροφορίες για τις εμπορικές ανταλλαγές των εποχών εκείνων αλλά και για την τεχνογνωσία των κατοίκων του νησιού. Η γεωλογική αναγνώριση της περιοχής σε συνδυασμό με την ανάλυση των αρχαιολογικών και των γεωλογικών υλικών οδήγησαν στην αναγνώριση και τον προσδιορισμό τόσο των επιχώριων όσο και των αλλογενών υλικών.

Κατά πρώτον, έγινε δυνατόν να προσδιοριστούν οι πιθανές θέσεις απόληψης πρώτων υλών για την παρασκευή των τεχνέργων και να γίνει μια πρώτη προσέγγιση της προέλευσης των αλλογενών υλικών. Τα λίθινα τέχνηρα που είναι κατασκευασμένα από γεωυλικά που αναγνωρίστηκαν ως επιχώρια αποτελούνται κυρίως από ασβεστιτικούς ψαμμίτες, ιλυόλιθους, ασβεστόλιθους και ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, τα οποία αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των λιθολογικών σχηματισμών της Αστυπάλαιας. Με τη βοήθεια της οπτικής παρατήρησης με τη βοήθεια φορητού μικροσκοπίου και της εφαρμογής της φασματοσκοπίας NIR κατέστη περαιτέρω δυνατή η αναγνώριση λίθινων τεχνέργων για την κατασκευή των οποίων έχουν χρησιμοποιηθεί γεωυλικά που είναι αλλογενή όπως οπάλιος, βωξίτης, σμύριδα, στεατίτης, μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος, κίσηρης, ηφαιστειακά πετρώματα (δακτιτικής και τραχιτικής σύστασης) και οψιανός. Όλα τα παραπάνω υλικά χαρακτηρίζονται ως αλλογενή και μερικά πιθανόν ως εισηγμένα καθώς δεν ανήκουν στο γεωλογικό υπόβαθρο της νήσου. Τέλος, με βάση τον ορυκτολογικό και πετρογραφικό χαρακτηρισμό των αρχαιουλικών επιχειρείται μια πρώτη συσχέτισή τους με πιθανές περιοχές απόληψής τους.

Macroscopic XRF imaging in unravelling polychromy on Mycenaean wall-paintings from the Palace of Nestor at Pylos

E. Kokiasmenou ^(1, 2), C. Caliri ⁽³⁾, V. Kantarelou ⁽¹⁾, A. G. Karydas ⁽¹⁾, F. P. Romano ⁽⁴⁾, and H. Brecolaki ⁽⁵⁾

(1) *Institute of Nuclear and Particle Physics, NCSR “Demokritos”, 15341 Agia Paraskevi, Athens, Greece*

(2) *Aristotle University of Thessaloniki, University Campus, 54124, Greece*

(3) *INFN-LNS, Via Santa Sofia 62, 95123, Catania, Italy*

(4) *IBAM-CNR, Via Biblioteca 4, 95124, Catania, Italy*

(5) *Institute of Historical Research, The National Hellenic Research Foundation, 11635, Athens, Greece*

Abstract

The wall painting fragments from the Mycenaean “Palace of Nestor” at Pylos, are characterized by their high artistic quality, their unusual iconographic variety and the use of tempera and secco painting techniques (Brecolaki et al 2012). Systematic in-situ XRF analyses combined with the results of other portable and laboratory analytical techniques have already revealed a rich gamut of inorganic pigments with respect to the common Aegean “palette”, including different white and black pigments, iron based ochres ranging from dark brown to orange and pinkish hues, manganese based umbers, natural copper based greens, goethite, Egyptian blue and organic purple dyes (Brecolaki et al 2008). Macroscopic X-ray Fluorescence (MA-XRF) imaging, although well-established for non-invasive analysis of historical or contemporary painted artworks (Romano et al 2017) has hitherto been applied in a few cases only regarding the study of ancient polychromy (Alfred et al 2017; Alfred et al 2018a,b). The purpose of applying in-situ MA-XRF imaging on selected wall painting fragments from the Palace of Pylos was to evaluate the capabilities of this technique in identifying the composition of pigments and their spatial distribution within heavily deteriorated pictorial layers, and in revealing iconographic information invisible to the naked eye. The examined fragments are part of two major compositions, a Naval Scene (Figure 1) and a Battle Scene (Figure 2). Through the resulted elemental distribution images of the analyzed wall-painting fragments, an immediate visual impression is produced on how the different elements are distributed in close conjunction with the iconographic elements unravelling their possible associations, and thus providing valuable insight into the painting techniques used by Late Bronze Age painters. Following that, as it has been attested by the MA-XRF results and further examination of the fragment belonging to the Battle Scene, a technique of superimposed layers has been identified (Figure 2). Moreover, lost polychromy and hidden figurative drawings or decorative motifs were revealed, allowing a critically reconsideration of previous artistic reconstructions

(Figure 3). This is highlighted for example by the revelation of a male head located inside a ship, as resulted from a detailed analysis performed in selective area of a fragment belonging to the Naval Scene.

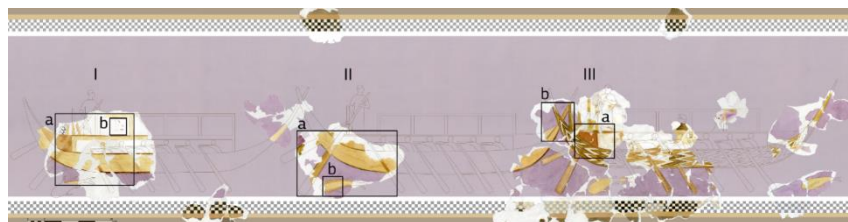


Figure 1: Reconstruction of the Naval Scene from Hall 64, by R. Robertson. The corresponding wall-painting fragments composing the Naval Scene are marked in the reconstruction as I, II and III. The different areas of the fragments scanned by MA-XRF imaging are also outlined in the reconstruction and are depicted with small letters.

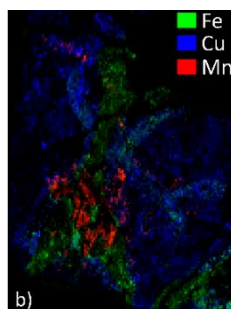


Figure 2: a) The examined area of the Battle Scene fragment. b) MA-XRF image of Fe-K α (Fe-ochre), Cu-K α (Egyptian Blue) and Mn-K α (pyrolusite) intensities depicted with green, blue and red colors, respectively, produced by the MA-XRF analysis of the examined area of the Battle Scene fragment.

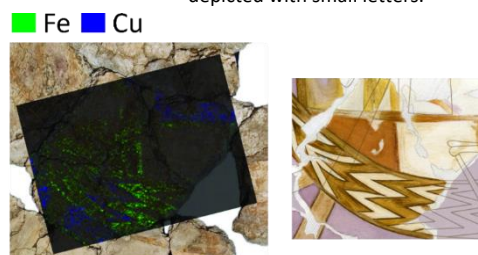


Figure 3: MA-XRF image in Green-Blue (GB) correlation showing the spatial variation of the Fe-K α and Cu-K α intensities with green and blue colors, respectively, superimposed to the analyzed fragment, produced by the MA-XRF analysis of the examined area III-a of the Naval scene fragment. The reconstruction on the right was made by R. Robertson.

Acknowledgements

All authors gratefully acknowledge Dr. Sharon Stocker for continuous encouragement and support of the “Palace of Nestor” wall-painting project and the Department of Classics, University of Cincinnati for financial support.

Bibliography

- Brecoulaki H., Andreotti A., Bonaduce I., Colombini M. P. and Lluveras A., 2012. “Characterization of organic media in the wall-paintings of the “Palace of Nestor” at Pylos, Greece: evidence for a secco painting techniques in the Bronze Age”, *Journal of Archaeological Science*, 39(9), 2866-76.
- Brecoulaki H., Zaitoun C., Stocker S. R., Davis J. L., Karydas A. G., Colombini M. P. and Bartolucci, U., 2008. “An archer from the palace of Nestor: a new wall-painting fragment in the Chora Museum”, *Hesperia*, 77, 363-97.
- Romano F. P., Caliri C., Nicotra P., Di Martino S., Pappalardo L., Rizzo F. and Santos H. C., 2017. “Real-time elemental imaging of large dimension paintings with a novel mobile macro X-ray fluorescence (MA-XRF) scanning technique”, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 32(4), 773-81.
- Alfeld M., Mulliez M., Martinez P., Cain K., Jockey P. and Walter P., 2017. “The eye of the medusa: XRF imaging reveals unknown traces of antique polychromy”, *Analytical chemistry* 89 (3), 1493-1500.
- Alfeld M., Mulliez M., Devogelaere J., De Viguerie L., Jockey P. and Walter P., 2018a. “MA-XRF and hyperspectral reflectance imaging for visualizing traces of antique polychromy on the Frieze of the Siphnian Treasury”, *Microchemical Journal* 141, 395-403.
- Alfeld M., Baraldi C., Gamberini M. C. and Walter P., 2018b. “Investigation of the pigment use in the Tomb of the Reliefs and other tombs in the Etruscan Banditaccia Necropolis”, *X-Ray Spectrometry*, 1-12.

Κιννάβαρη από το Λαύριο Αττικής- νέα ευρήματα επιτάσσουν την επαναπροσέγγιση του *Περί λίθων* του Θεόφραστου του Ερέσιου

Θ. Κατσαρός

Εργαστήριο Φυσικοχημικών Αναλύσεων και Αρχαιομετρίας Βυζαντινό και Χριστιανικό Μουσείο
Βασιλίσσης Σοφίας 22, Αθήνα 10675

Περίληψη

Κατά την συγκρότηση μιας Βάσης Δεδομένων Φασματοσκοπίας Raman δειγμάτων κιννάβαρης από ήδη γνωστές θέσεις παγκοσμίως, μελετήσαμε και δείγματα από τη Λαυρεωτική. Εκτός από Raman (Κατσαρός 2018) εφαρμόσαμε και φασματομετρία XRF και περιθλασιμετρία ακτίνων $-X$. Η Λαυρεωτική μας θέτει νέα ερωτήματα αρχαιολογικά και αρχαιομετρικά με την εμφάνιση κιννάβαρης. Η διεξοδική μελέτη των δειγμάτων μας επέτρεψε να διαπιστώσουμε διαφοροποιήσεις στο χημισμό ικανές να υποδείξουν πιθανές θέσεις προέλευσης, όπως για παράδειγμα η ανίχνευση σεληνίου σε δείγματα από την Κίνα ή η διαπίστωση υδρογονανθράκων [Idrialite] στα δείγματα από Κροατία-Σλοβενία. Το ενδιαφέρον νέο εύρημα είναι από το Λαύριο. Ο John Healy (1999) στο μνημειώδες έργο του *Pliny the Elder on Science and Technology* αναφέρει χαρακτηριστικά ότι: «οι γεωλογικές ενδείξεις δεν δικαιολογούν κανένα ισχυρισμό ότι βρέθηκε ποτέ κιννάβαρη στη νότια Αττική». Αυτή η δήλωση ερχόταν σε σύμπτωση με το πνεύμα της μέχρι τότε σχετικής έρευνας, αν μάλιστα λάβουμε υπόψιν μας τα σχόλια του Eichholz (1965) στο έργο του *Theophrastus De Lapidibus*, όπου η ανακάλυψη του κιννάβαρης από τον Καλλία τον Αθηναίο, θεωρήθηκε ότι έλαβε χώρα στην περιοχή της Εφέσου. Όμως το 2016, ανακαλύφθηκε κιννάβαρη από τον Δημήτρη Συρίγο στην Παλαιοκαμάριζα της Λαυρεωτικής. Τον εντοπισμό της θέσης τον οφείλουμε στους αειμνήστους γεωλόγους Αλκιβιάδη Τσολάκο και Χρήστο Σολωμό. Το ερώτημα συνίσταται στο εάν θα μπορούσε να ήταν γνωστή η κιννάβαρη από το Λαύριο κατά την αρχαιότητα. Ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος αναφέρει ότι ο Καλλίας ο Αθηναίος ανακάλυψε την τεχνική εμπλουτισμού της κιννάβαρης κατά την αναζήτηση χρυσού. Ο Θεόφραστος αναφέρει πρώτος στο έργο του *Περί λίθων* τον Καλλία ως έναν Αθηναίο από τα αργυρεία και πιθανότατα υπονοεί το Λαύριο. Γιατί όμως δεν το διευκρινίζει; Ίσως γιατί θα μπορούσε να υπήρχε εκτενέστερη αναφορά για το Λαύριο στο απολεσθέν σήμερα έργο του *Περί Μετάλλων*. Ποιος όμως ήταν ο Καλλίας που αναφέρεται από τον Θεόφραστο; Ο Eichholz πολύ σωστά κατά την άποψη μας, απορρίπτει την ταύτιση με τον φίλο του Σωκράτη τον βαθύπλουτο Καλλία, τον γιο του Ιππονίκου, τον οποίο είχε προτείνει ο Kirchner. Όμως υπάρχουν τρία πρόσωπα με αυτό το όνομα στην ίδια μάλιστα οικογένεια. Ο Eichholz τονίζει ότι εάν ήταν ο διάσημος Καλλίας θα αναφερόταν υποχρεωτικά και το πατρώνυμο του και όχι το υποτιμητικό απρόσωπο εθωνυμικό ένας *αθηναίος*. Η μελέτη των σωζόμενων επιγραφών της Λαυρεωτικής μας επέτρεψε να στρέψουμε την προσοχή μας σε ένα άλλο πρόσωπο, έναν Καλλία από τον δήμο του αρχαίου Σφηττού όπου μαρτυρείται σε μεταλλευτικούς ορούς [στήλες δηλωτικές ιδιοκτησίας μεταλλείων]. Ο Καλλίας ο

Σφήττιος αναφέρεται και στις επιγραφές των *Πωλητών* από την Αρχαία Αγορά της Αθήνας και θα μπορούσε να είναι το ίδιο πρόσωπο για το οποίο κάνει λόγο ο Θεόφραστος. Και αν όντως ισχύει η υπόθεση μας αυτή, η περιγραφή του Θεόφραστου στο *Περί λίθων* για την ανακάλυψη από τον Καλλία της κιννάβαρης, θα μπορούσε να αναφέρεται σε ένα συμβάν στα μεταλλεία αργύρου του Λαυρίου. Η νέα προτεινόμενη θέση προέλευσης κιννάβαρης εμπλουτίζει το σύνολο των μέχρι σήμερα γνωστών πηγών ανά τον κόσμο, με μεγαλύτερη όμως πιθανότητα συσχετισμού με αρχαιολογικά ευρήματα.

Βιβλιογραφία

Katsaros Th., 2018. “A New Spectral Library of cinnabar from different geological sources and the characterization of a red pigment from Makriyannis archaeological excavation at Athens using Raman spectroscopy”, *GeoRaman* 2018, Catania, 222-3.

ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΛΙΘΙΝΑ-ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ-ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ

Ανθεμωτή ανάγλυφη επίστεψη από τον κυκλικό τάφο Δερβενίου Θεσσαλονίκης, Ελλάδα.

Σ. Βιβντένκο ⁽¹⁾, Αικ. Τζαναβάρη ⁽²⁾ και Α. Βασιλειάδου ⁽³⁾

*(1) Δρ Ιστορίας και Κριτικής των Καλών Τεχνών, Χημικός στην Εφορεία Αρχαιοτήτων Περιφέρειας
Θεσσαλονίκης, Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμο*

(2) Δρ Αρχαιολογίας, Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης

*(3) Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Κ. 54124, Θεσσαλονίκη,
Ελλάδα. Τηλέφωνο/Fax:2310997746/2310997719*

Περίληψη

Η ανθεμωτή ανάγλυφη επίστεψη του Δερβενίου (Εικ. 1) σήμερα στολίζει τον ειδικό χώρο της έκθεσης του Αρχαιολογικού Μουσείου Θεσσαλονίκης. Το σπουδαίο αρχιτεκτονικό στοιχείο αυτό ανακαλύφθηκε σε έναν από τους τάφους του γνωστού στους αρχαιολόγους και μελετητές νεκροταφείου του Δερβενίου Θεσσαλονίκης (Τζαναβάρη 2002). Συγκεκριμένα, η περίφημη ανθεμωτή επίστεψη βρέθηκε στον κυκλικό τάφο (σπάνια αρχιτεκτονική δομή), στο δρόμο του κτιρίου και υποθέτεται ότι διακοσμούσε την πρόσοψη του τάφου. Στο φως ήρθε ολόκληρα σκεπασμένη με χρώματα, τα οποία ήταν γερά προσκολλημένα στην ζωγραφική επιφάνεια.

Κατά τη διάρκεια της απομάκρυνσης του χρώματος από την επιφάνεια του ανθεμίου, παρατηρήθηκε πως οι κόκκοι χρωστικών σώζονταν πάνω στα αποκολλημένα στρώματα του χρώματος. Αυτά τα ίχνη χρώματος αποτέλεσαν τα προς μελέτη δείγματα, χωρίς να πραγματοποιηθεί άλλου είδους καταστροφική δειγματοληψία από τα ελάχιστα σωζόμενη ζωγραφική διακόσμηση.

Οι συγγραφείς είχαν τιμή να συμμετέχουν στην αποκάλυψη, αρχαιολογική μελέτη, αρχαιομετρική μελέτη και συντήρηση της λίθινης ανθεμωτής επίστεψης.

Αναλύθηκαν τα στοιχεία της κατασκευής του ανθεμίου: λίθινη βάση, λευκή προετοιμασία, χρωστικές. Στις τεχνικές της εξέτασης ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στη χρήση των οπτικών μέσων ανάλυσης (Fostiridou et al 2016). Η πιο σημαντική πληροφορία για ορυκτολογική σύσταση των χρωστικών έχει ληφθεί κατά την εξέτάσή τους στο πολωτικό μικροσκόπιο. Προκειμένου να προσδιορισθούν τα ορυκτά συστατικών των χρωμάτων στη λεπτή τομή του δείγματος εξετάζονται οι οπτικές ιδιότητες των κόκκων του δείγματος: χρώμα, *πλεοχροϊσμός*, ανάγλυφο, δείκτης διάθλασης, διπλοθλαστικότητα, χρώματα πολώσεως, κατάσβεση κ.ά.

Τελικός προσδιορισμός των χρωστικών πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια των φυσικοχημικών αναλύσεων (επιλεκτικά m-XRF, SEM-EDX, FTIR και HPLC-PDA για οργανικές χρωστικές).

Από τα αποτελέσματα της μελέτης των τεχνολογικών στοιχείων συμπεραίνεται η χρήση κυρίως ανόργανων χρωστικών (αιματίτης, κιννάβαρη, γκαιτίτης, κιμωλία, άνθρακας, μαλαχίτη, αιγυπτιακό μπλε) και μίας οργανικής ρόδινης χρωστικής. Στη διακόσμηση της ανάγλυφης επιφάνειας του ανθεμίου έχουν χρησιμοποιήσει την τεχνική *tempera*.



Εικ. 1. Η ανθεμωτή ανάγλυφη επίστεψη του Δερβενίου.

Βιβλιογραφία

- Τζαναβάρη Κ., 2002. «Πώρινη ανθεμωτή επίστεψη από το νεκροταφείο της αρχαίας Λητής. Το χρώμα στην αρχαία Ελλάδα. Ο ρόλος του χρώματος στην αρχαία ελληνική τέχνη και αρχιτεκτονική 700-31 π.Χ.», στο Μ. Α. Τιβέριος, Δ. Σ. Τσιαφάκη (επιμ.), *Πρακτικά συνεδρίου, Θεσσαλονίκη, 12-16 Απριλίου 2000, Οργάνωση: J. Paul Getty Museum και Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*, Θεσσαλονίκη, 129-46.
- Fostiridou A., Karapanagiotis I., Manoudis P., Vivdenko S., Lampakis D., Mantzouris D. and Achilara L., 2016. "Identification of Pigments in Hellenistic and Roman Funeral Figurines", *Archaeometry* 58, (3) 453-64.

Μελέτη πολύτιμων λίθων της συλλογής του Ιστορικού Μουσείου Ιωαννίνων

Θ. Γκανέτσος ⁽¹⁾, Ε. Μπορμπόλη ⁽¹⁾ και Χ. Νικολάου ⁽²⁾

(1) Παν/μιο Δυτικής Αττικής, Θεσμ. Εργαστήριο Μη-καταστροφικών Τεχνικών, Π.Ράλλη & Θηβών 250

(2) Ιστορικό Μουσείο Ιωαννίνων Χ. Νικολάου, Νεοπτολέμου 9, Ιωάννινα

Περίληψη

Το Ιστορικό Μουσείο Ιωαννίνων Χ. Νικολάου στεγάζεται στο διατηρητέο αρχοντικό που βρίσκεται επί της οδού Νεοπτολέμου 9 απέναντι από την κεντρική πύλη του κάστρου και έχει ανεγερθεί το έτος 1900. Οι συλλογές του είναι αποτέλεσμα πολυετούς μελέτης, έρευνας και αναζήτησης ιστορικών αντικειμένων με υψηλά τεχνικά αισθητικά και σημασιολογικά χαρακτηριστικά. Επικεντρώνεται κυρίως σε τεκμήρια από την πόλη των Ιωαννίνων και του ευρύτερου Ελλαδικού χώρου κατά την ύστερη Οθωμανική περίοδο με σκοπό να φέρει το κοινό σε άμεση επαφή με την αισθητική του πολυσυλλεκτικού, πολύγλωσσου και πολυθρησκευτικού χαρακτήρα της εποχής. Τα εκθέματα αναδεικνύουν επιμέρους διαφοροποιήσεις μεταξύ των θρησκευτικών κοινοτήτων αλλά και την ανάπτυξη ενός πάνδημου ύφους σε ποικίλες πτυχές της χειροτεχνικής και καλλιτεχνικής δημιουργίας.

Χρυσοκέντητες φορεσιές, κεντήματα, σφραγίδες, έγγραφα, νομίσματα, μετάλλια, καπνικά είδη, αντικείμενα από τα λουτρά της εποχής (χαμάμ) ελαιογραφίες και λιθόγραφα. Κατά την περιήγηση στους χώρους του μουσείου εκτίθενται και πολλά μοναδικά αντικείμενα όπως η στολή πασά των Ιωαννίνων με το αξίωμα τριών ιππουρίδων (βεζίρη) κεντημένη με χρυσό στις αρχές του 19ου αιώνα, το σκήπτρο με το ένθετο διαμάντι και ένα πανέμορφο κρουοντήριο που απεικονίζει τον Άγιο Γεώργιο τον δρακοκτόνο, θρησκευτικά αντικείμενα των Μουσουλμάνων και αντικείμενα από την Εβραϊκή κοινότητα.

Στην ερευνητική εργασία που παρουσιάζουμε, μελετήθηκαν τα εκθέματα σε δύο από τις αίθουσες του Μουσείου: α) Αίθουσα 3 : Στολή πασά και συνοδευτικά και β) Αίθουσα 5 : Κοσμήματα και χαμάμ. Χρησιμοποιήθηκαν δύο φορητές μη-καταστροφικές τεχνικές, η φασματοσκοπία Raman και η Φασματοσκοπία ΧRF. Με τη βοήθεια της ανοικτής βάσης δεδομένων ruff ταυτοποιήθηκαν οι πολύτιμοι λίθοι της συλλογής.



Βιβλιογραφία

Katsaros Th. and Ganetsos Th., 2012. "Raman Characterization of Gemstones from the Collection of the Byzantine & Christian Museum", *Archaeology* 1(2), 7-14.

Ιστορικό Μουσείο Ιωαννίνων Χ. Νικολάου, <https://www.ioanmuseum.gr>.

Advanced micro-XRF scanning methodologies applied for the characterization of Roman wall-paintings

S. Fotiou ^(1, 2), A. G. Karydas ⁽²⁾, N. Zacharias ⁽¹⁾, C. Caliri ⁽³⁾ and F. P. Romano ⁽⁴⁾

(1) University of the Peloponnese, Department of History, Archaeology and Cultural Resources Management, 24100 Kalamata, Greece

(2) Institute of Nuclear and Particle Physics, NCSR "Demokritos", 15341 Agia Paraskevi, Athens, Greece

(3) INFN-LNS, Via Santa Sofia 62, 95123, Catania, Italy

(4) IBAM-CNR, Via Biblioteca 4, 95124, Catania, Italy

Abstract

Three different modalities of non-invasive micro-XRF analytical techniques were applied and comparatively evaluated for the characterization of pigments and application techniques on Roman wall – painting fragments. The seven wall – painting fragments (length 2-20 cm, width 2-18 cm) analyzed originated from two Roman sites located in Catania of Sicily, Italy, namely the Villa Del Casale and the Benedictine Monastery of San Nicolò l'Arena. The employed XRF analytical methodologies included the complementary but rather synergistic application of the in – depth (1D) confocal micro-analysis, areal (2D) spatially resolved and volumetric (3D) imaging aiming to achieve an integrated lateral and in-depth elemental analysis of the applied pictorial layers (Hascke, 2012; Caliri, 2017).

The interpretation of the 2D imaging micro-XRF results verified the application of the following pigments on a lime-based substrate: ochre's, green earth, cinnabar, copper-based green (possibly malachite/verdigris) and blue pigments (possibly azurite) (Siddal, 2006). For certain pigments in which more than one fingerprint elements were detected, the spatial associations revealed between major or/and minor elements have further constrained and secured their positive identification.

The examined Roman wall-painting fragments served as a challenging assembly of samples to exploit the merits of constructing a confocal detection geometry in micro-XRF set-ups (Kanngießer et al., 2012). The confocal micro-XRF set-up was characterized using infinitely thin, pure elemental targets of known areal density and a depth resolution between 10-25 µm was deduced for the characteristic X-ray energies of interest (3-10 keV). The confocal micro-XRF analysis revealed advanced information, regarding the complex paint layer stratigraphy (sequence, approximate thickness and number of individual paint layers), as well as interesting insights into the application technique. For example, the calcium in-depth profile clearly indicates its systematic presence onto the very surface pictorial layer, suggesting either the application of a lime solution (fresco technique) or simply the severe degradation of paint layers. This first in-depth and spatially resolved, non-invasive study is scheduled to further exploit multi-painted surfaces by also considering degradation and contamination effects.

Bibliography

- Caliri C., 2017. *A mobile XRF Scanner for a real-time elemental imaging of painted artworks* (PhD Thesis, University of Catania).
- Haschke M., 2014. *Micro-X-Ray Fluorescence Spectroscopy - Instrumentation and Applications*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH.
- Kanngießer B., Malzer W., Mantouvalou I., Sokaras D. and Karydas, A.G., 2012. "A deep view in cultural heritage: confocal micro X-ray spectroscopy for depth resolved elemental analysis", *Applied Physics A: Materials Science and Processing* 106(2), 325-38.
- Siddall R., 2006. "Not a day without a line drawn: pigments and painting techniques of Roman Artists", *Focus Magazine: Proceedings of the Royal Microscopical Society* 2, 18-23.

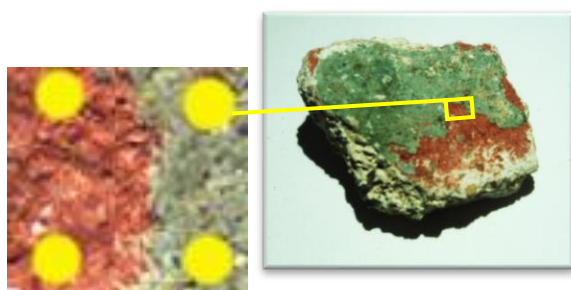


Photo 1: Aff16 sample from Benedictine monastery (right), optical microscopy photo of chosen area (1 mm x 1 mm, left) examined by means of lateral resolved micro-XRF analysis.

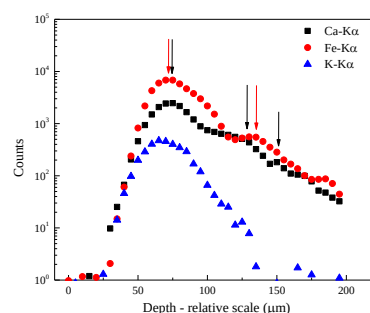


Figure 1: Aff16 sample, in-depth profiles of Ca-Kα, Fe-Kα and K-Kα X-ray intensities from 1D measurement of a green area spot. The 2 red arrows indicate local maxima of the Fe-Kα X-ray intensity corresponding to the top layer containing a green earth pigment and to the red ochre pigment located below. Similarly, the 3 black arrows indicate the presence of Ca in the first 2 paint layers and in the lime preparation. The K-Kα profile is exclusively assigned to the top green-earth pigment layer.

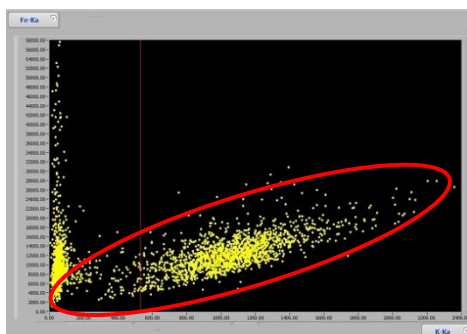


Photo 2: Aff16 sample, correlation plot between Fe-Kα counts (vertical axis) and K-Kα counts (horizontal axis) deduced by means of a micro-XRF scanning measurement.

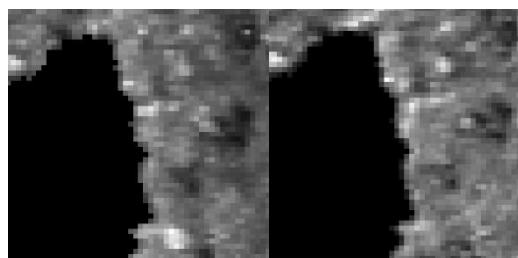


Photo 3: Aff16 sample, spatial distribution of the Fe-Kα (left) and K-Kα (right) counts as deduced from the micro-XRF scanning measurement indicating clearly their spatial co-existence within the green paint layer.

Εξαλείφοντας τη λαδιά: η συμβολή της φασματοσκοπίας Raman στην άμεση αποκατάσταση των εκθεσιακών χώρων του Βυζαντινού και Χριστιανικού Μουσείου

Θ. Κατσαρός

Εργαστήριο Φυσικοχημικών Αναλύσεων και Αρχαιομετρίας Βυζαντινό και Χριστιανικό Μουσείο Βασιλίσσης Σοφίας 22, Αθήνα 10675

Περίληψη

Το καλοκαίρι του 2018 δύο γυναίκες προέβησαν σε μια πράξη βανδαλισμού στο Βυζαντινό και Χριστιανικό Μουσείο επαλείφοντας με ένα ελαιώδες υγρό τους χώρους της τότε περιοδικής έκθεσης αλλά και χώρους της μόνιμης έκθεσης του μουσείου. Η ίδια επίθεση επαναλήφθηκε και στο μουσείο Μπενάκη καθώς και στο Ιστορικό και Εθνολογικό Μουσείο το οποίο στεγάζεται στην Παλιά Βουλή, όπου και έγινε τελικά η σύλληψη τους. Το ερώτημα που ετέθη ήταν τι ακριβώς είχαν χρησιμοποιήσει κατά την ιδιότυπη αυτή επίθεση και κατά πόσον αυτό θα μπορούσε να ήταν επικίνδυνο για την υγεία και κατ' επέκταση για τους χώρους όπου αυτό εντοπίστηκε. Στο Τμήμα Συντήρησης και ειδικότερα στο εργαστήριο Αρχαιομετρίας έπεσε η ευθύνη της διεξαγωγής της έρευνας για τη φύση του άγνωστου ελαιώδους αυτού υλικού. Η μέθοδος που επελέγη τότε ήταν η φασματοσκοπία Raman, με πηγή ακτινοβολίας LASER 785nm και εύρος φάσματος από τα 200 έως τα 2000 cm^{-1} . Το φασματόμετρο Raman που χρησιμοποιήθηκε ήταν φορητό επιτρέποντας την επιτόπια διεξαγωγή μετρήσεων άμεσα και την μελέτη των ληφθέντων φασμάτων στη συνέχεια στο εργαστήριο. Έγινε μια πρώτη αυτοψία στους χώρους με χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας δύο διαφορετικών συχνοτήτων 365nm και 395nm με σκοπό να εντοπιστούν τα ίχνη της αγνώστου ελαιώδους ύλης, αλλά και για να μελετηθεί η συμπεριφορά του υλικού, τυχόν φθορισμός στο υπεριώδες. Τα αποτελέσματα ήταν αρνητικά, πράγμα που απέκλειε αμέσως μια σειρά από πιθανότητες. Τότε αποφασίστηκε να μεταφερθεί στο εργαστήριο ένα δάπεδο από Plexiglas από τους δίδυμους τάφους της Σταμάτας Αττικής, όπου είχε διαπιστωθεί το υλικό σε περίσσεια. Μέσα σε δύο εικοσιτετράωρα είχαμε τα πρώτα αποτελέσματα, με έντονες τις χαρακτηριστικές κορυφές Raman της Παραφίνης (ορυκτού ελαίου (Jehlicka et al 2007)) κατευθύνοντας τις υποθέσεις για ταύτιση του υλικού προς τη σύσταση ενός προϊόντος του εμπορίου του τύπου των baby oil. Οι χαρακτηριστικές κορυφές της παραφίνης και η επαλήθευση τους από την παραβολή τους με πρότυπα δοκίμια {ηλιέλαιο, σογιέλαιο, λάδι ελιάς, παραφινέλαιο, πετρέλαιο κλπ.}, τα οποία παρασκευάστηκαν επί τούτου στο εργαστήριο, απέδειξαν την ακρίβεια της ταύτισης. Οι ισχυρισμοί για τη χρήση Μύρου κατέπεσαν με τα αποτελέσματα Raman. Τα πλήρη αποτελέσματα εστάλσαν στη συνέχεια μέσω της Διεύθυνσης του Μουσείου στην Γενική Ασφάλεια Αττικής, ενώ η αναλυτική έκθεση κατετέθη στην Ένορκη Διοικητική Εξέταση που διεξήχθη στη συνέχεια από την υπηρεσία. Η ταχύτητα με την οποία επιτεύχθηκε ο χαρακτηρισμός της αγνώστης ελαιώδους ουσίας κατέδειξε την αξία της φασματοσκοπικής τεχνικής

Raman. Η χρήση στη συνέχεια των κατάλληλων διαλυτών έδωσε τη δυνατότητα στους συναδέλφους συντηρητές αρχαιοτήτων να αφαιρέσουν την ουσία από τους χώρους του μουσείου.

Βιβλιογραφία

Jehlicka J., Edwards H.G. and Villar S.E., 2007. "Raman spectroscopy of natural accumulated paraffins from rocks: evenkite, ozokerite and hatchetine", *Spectrochimica Acta. Part A, Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 68, 1143-8.

Lapis Lazuli από μίαν «άγνωστη» γεωλογική εμφάνιση στα νότια περίχωρα της Ρώμης Ερωτήματα για την αινιγματική σιωπή των αρχαίων και μεσαιωνικών γραπτών πηγών

Θ. Κατσαρός ⁽¹⁾, Β. Σκληρός ⁽²⁾, Π. Παπαζώτος ⁽²⁾ και Μ. Περράκη ⁽²⁾

(1) Εργαστήριο Φυσκοχημικών Αναλύσεων και Αρχαιομετρίας Βυζαντινό & Χριστιανικό Μουσείο, Βασ. Σοφίας 22

(2) Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Περίληψη

Κατά τη διάρκεια της επανέκθεσης των συλλογών του Ορυκτολογικού Μουσείου της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων και Μεταλλουργών του Μετσόβιου Πολυτεχνείου εντοπίστηκε ένα δείγμα με την ένδειξη Lapis Lazuli με προέλευση το Λάτσιο της Ιταλίας. Η αναφερόμενη θέση επιβεβαιώθηκε ακριβέστερα ως λόφος Αλμπάνι δώδεκα χιλιόμετρα νοτίως της Ρώμης. Πράγματι κατά το τελευταίο τέταρτο του 19^{ου} αιώνα ανακαλύφθηκε στη θέση Πεπερίνο στην περιοχή Ariccia εμφάνιση Lapis Lazuli μέσα σε εξαλλοιωμένο τραχίτη από τον καθηγητή του πανεπιστημίου Sapienza Struver. Την ανακάλυψη του Struver έλαβε υπόψιν του ο Dannha κατά την έκτη έκδοση της Ορυκτολογίας του το 1892. Έκτοτε το θέμα ξεχάστηκε, για να ανασυρθεί ξανά το 1975, όταν αμφισβητήθηκε ο χαρακτηρισμός Lazurite και προτάθηκε ως πιο ενδεδειγμένος ο sodalite [Σοδάλιθος]. Όμως νεότερες έρευνες (Katsaros et al 2018) αποκατέστησαν την αρχική ταύτιση του υλικού ως Lapis Lazuli, επιστρατεύοντας μια πληθώρα αναλυτικών τεχνικών XRD, SEM/EDS, XRF, μεταξύ των οποίων και η φασματοσκοπία Raman διαφορετικών πηγών Laser. Το θέμα της προέλευσης του Lapis Lazuli έχει απασχολήσει πολύ την ανασύσταση των εμπορικών οδών διακίνησης του, με αδιαμφισβήτητη πηγή τα ορυχεία στο Sar-e-Sang του Badachshan στο Αφγανιστάν. Όμως πέρα από το Αφγανιστάν υπάρχουν και άλλες θέσεις όπως το Τατζικιστάν και η Σιβηρία, τα Καρπάθια, η Χιλή, ο Καναδάς, η Καλιφόρνια κ.α. Αν εξαιρέσουμε τις θέσεις του νέου κόσμου και ενσκήψουμε με προσοχή σε αυτές του αρχαίου κόσμου θα αναλογιστούμε τη σημασία της θέσης στο λόφο Αλμπάνι στο μέσον της ιταλικής χερσονήσου. Γιατί δεν αναφέρεται όμως τίποτε από τον Πλίνιο τον Πρεσβύτερο στο έργο του Φυσική Ιστορία, και μεταγενέστεροι συγγραφείς του μεσαιώνα όπως ο Theophilus στο *De Artis Diversibus* δεν το μνημονεύουν; Εύλογα θα μπορούσε κάποιος να υποθέσει ότι απλώς δεν ήταν γνωστό. Τέλος ο Μάρκο Πόλο (13^{ος}) αναφερόμενος στο *Lapis Lazuli* παραθέτει και αυτός με τη σειρά του μια αόριστη αναφορά για το *μπλε βουνό* το οποίο όμως αφήνει να εννοηθεί ότι δεν επισκέφτηκε ποτέ ο ίδιος. Επίσης ο Τσενίννο Τσενίνι αναφερόμενος σε μία έρευνα που έκανε στην περιοχή της Τοσκάνης με τον πατέρα του Αντρέα σε αναζήτηση χώρας, δεν σημειώνει τίποτε σχετικά με πιθανή εμφάνιση Lapis στην Ιταλική χερσόνησο. Άρα περιοριζόμενοι στα δεδομένα, και τις εργαστηριακές αναλύσεις θα αποπειραθούμε να λύσουμε το μυστήριο της σιωπής των κειμένων για το lapis από την

Ιταλία. Η περαιτέρω εφαρμογή ικανού αριθμού μεθόδων χαρακτηρισμού του υλικού θα μας επιτρέψει την εξακρίβωση του γεωλογικού αποτυπώματος της θέσης και της μετέπειτα συμβολής του σε μελέτες προέλευσης.

Βιβλιογραφία

Katsaros Th., Skliros V., Papazotos P. and Perraki M., 2018. "Multi excitation micro-Raman spectroscopy investigation in correlation to XRD and FT-IR of the «so called Lapis Lazuli» from the Ariccia, Alban Hills, Latium Province, Italy", *GeoRaman* 2018, Catania, Book of Abstracts, 37-38.

Αρχαιομετρικές παρατηρήσεις σε μια σαρκοφάγο του Διαχρονικού Μουσείου Λάρισας

Ν. Λάσκαρης ⁽¹⁾, Θ. Γκανέτσος ⁽¹⁾, Μ. Ντούγκα ⁽¹⁾ και Β. Τούλη ⁽²⁾

(1) Παν/μιο Δυτικής Αττικής, Θεσμ. Εργαστήριο Μη-καταστροφικών Τεχνικών, Π.Ράλλη & Θηβών 250

(2) Εφορεία Αρχαιοτήτων Λάρισας, Διαχρονικό Μουσείο Λάρισας, Μεζούρλο, 41500 Λάρισα

Περίληψη

Η μαρμάρινη σαρκοφάγος του Διαχρονικού Μουσείου Λάρισας με αρ. Ευρ. 1993/74 αποκαλύφθηκε, τυχαία, στην πόλη της Λάρισας. Είναι κατασκευασμένη από μάρμαρο της Πάρου, εντάσσεται τυπολογικά στην κατηγορία του λεγόμενου αρχιτεκτονικού τύπου και χρονολογείται στην Ύστερη Κλασική περίοδο. Στη λάρνακα και στο κάλυμμα της σαρκοφάγου διατηρούνται σποραδικά υπολείμματα χρωμάτων. Η αρχαιομετρική προσέγγισή της έγινε με στόχο να αναλυθούν τα υπολείμματα χρωμάτων και να βρεθούν οι χρωστικές.

Η μελέτη των υπολειπόμενων χρωμάτων της σαρκοφάγου έγινε με τις τεχνικές XRF (φασματοσκοπία ακτίνων Χ φθορισμού) και Raman (Φασματοσκοπία Raman). Αναλυτικότερα και ως προς τις τεχνικές λεπτομέρειες οι τεχνικές έχουν ως εξής:

Η πρώτη διάταξη με την οποία έγιναν μετρήσεις φασματοσκοπίας XRF ήταν το φορητό σύστημα XRF της Thermo Scientific, μοντέλο Niton XL5, εφοδιασμένο με 6-50 kV Ag Anode, ενσωματωμένο ανιχνευτή μετατόπισης μεγάλων περιοχών και απλό διαχωριστή διαμέτρου 8mm.

Η δεύτερη διάταξη που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα φορητό σύστημα XRF της εταιρείας Thermo Scintific και συγκεκριμένα το μοντέλο Niton XLp XRF με πηγή Am-241 και solid-state ανιχνευτή.

Το σύστημα Raman που χρησιμοποιήθηκε ήταν το φορητό μοντέλο Rockhound της εταιρείας DeltaNu, με πηγή λείζερ στα 785nm, ανάλυση 8cm^{-1} . Τα φάσματα ελήφθησαν στην περιοχή 200cm^{-1} έως 2000cm^{-1} .

Ως αποτέλεσμα των αναλύσεων των δύο τεχνικών ανιχνεύθηκαν και ταυτοποιήθηκαν το αιγυπτιακό μπλε, η κινναβάρι και ο γιαροσίτης. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία (Flourentzos, 2011) παρουσιάζονται οι χρωστικές που ανιχνεύθηκαν στη σαρκοφάγο Α του τάφου αρ. 128 της Λάρνακας, της ίδιας περιόδου. Στα συμπεράσματα της εργασίας γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων για τις δύο σαρκοφάγους.

Βιβλιογραφία

Flourentzos P., 2011. *Two exceptional sarcophagi from Larnaka, Nicosia.*



Katsaros Th., 2009. *Chromatology of Theophrastus from Eressos: Analyses, Identification and contribution to the works of Cultural Heritage*. (PhD Thesis).

Διερεύνηση υλικών & τεχνικών κατασκευής όψιμων μεταβυζαντινών φορητών εικόνων με τεχνικές ακτίνων Χ

Γ. Μαστροθεόδωρος ^(1, 4), Α. Ασβεστάς ⁽²⁾, Δ. Δριστιλιάρης ⁽³⁾, Ε. Φιλιππάκη ⁽⁴⁾,
Κ. Μπέλτσιος ⁽²⁾ και ⁽²⁾, Δ. Αναγνωστόπουλος ⁽²⁾

- (1) Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αιγάλεω, 12243 Αττική
- (2) Τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα
- (3) Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων, Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, 45110 Ιωάννινα
- (4) Εργαστήριο Παλαιοπεριβάλλοντος και Αρχαίων Μεταλλικών Δομών, Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», Πατριάρχου Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341 Αγία Παρασκευή

Περίληψη

Κατά τον 19^ο αιώνα στον ελλαδικό χώρο εργάστηκαν αρκετοί λαϊκοί τεχνίτες/ζωγράφοι που κατασκεύασαν πλήθος φορητά και επιτοίχια θρησκευτικά ζωγραφικά έργα. Αν και από αισθητικής απόψεως τα έργα τους συχνά αξιολογούνται ως ήσσονος σημασίας, σε πολλές περιπτώσεις οι τεχνικές και τα υλικά που επέλεξαν εμφανίζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Πράγματι, διαπιστώνεται ότι παρά την καθολική στρόφη της «ακαδημαϊκής» ζωγραφικής του 19^{ου} αιώνα προς τις μεθόδους και τα υλικά της δυτικοευρωπαϊκής ζωγραφικής (ελαιοχρώματα, καμβάς κλπ.), πολλοί σύγχρονοι λαϊκοί τεχνίτες συνέχισαν να εργάζονται αξιοποιώντας το τεχνικό υπόβαθρο της μακραίωνης βυζαντινής ζωγραφικής παράδοσης (υδατοχρώματα/τέμπερες, ξύλινα υποστηρίγματα κλπ.). Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας διερευνώνται τα υλικά κατασκευής ορισμένων φορητών εικόνων που κατασκευάστηκαν περί το 1890. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά τεχνικές ακτίνων Χ. Συγκεκριμένα, τα έργα εξετάστηκαν αρχικώς με ακτινογράφιση και ακολούθως με τεχνικές φασματοσκοπίας ακτίνων Χ (milli & micro-XRF) (Alfred 2013). Έγινε επίσης εφαρμογή σαρωτικής φασματοσκοπίας φθορισμού, η οποία επιτρέπει τη μονοδιάστατη και δισδιάστατη στοιχειική χαρτογράφηση της εξεταζόμενης περιοχής. Με βάση τα αναλυτικά δεδομένα κατέστη δυνατό να διερευνηθούν οι τεχνικές διαμόρφωσης των ξύλινων φορέων καθώς και τα υλικά προετοιμασίας και οι χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν στα εν λόγω έργα. Επί τη βάσει των συλλεχθέντων στοιχείων επιχειρείται σύγκριση με το τεχνικό υπόβαθρο της περιόδου (διάδοση της χρήσης συνθετικών χρωστικών κατά τον 19^ο αι.), αλλά και διερεύνηση τυχόν συσχετίσεων μεταξύ των εξετασθέντων έργων.

Βιβλιογραφία

Alfeld M. and Broekaert J.A.C., 2013. "Mobile depth profiling and sub-surface imaging techniques for historical paintings—A review, *Spectrochim. Acta Part B: At. Spectrosc.* 88, 211-30.

Οι τοιχογραφίες του καθολικού της Ιεράς Μονής Στρατηγοπούλου, νήσου λίμνης Ιωαννίνων: διερεύνηση με εφαρμογή αναλυτικών τεχνικών

Γ. Μαστροθεόδωρος ^(1, 2), Κ. Μπέλτσιος ⁽³⁾, Δ. Αναγνωστόπουλος ⁽³⁾, Ε. Φιλιππάκη ⁽¹⁾ και Β. Παπαδοπούλου ⁽⁴⁾

(1) Εργαστήριο Παλαιοπεριβάλλοντος και Αρχαίων Μεταλλικών Δομών, Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», Πατριάρχου Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341 Αγία Παρασκευή Ινστιτούτο

(2) Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων & Έργων Τέχνης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αιγάλεω

(3) Τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα

(4) Εφορεία Αρχαιοτήτων Άρτας, Άρτα

Περίληψη

Μέχρι τα τέλη του 15^{ου} αιώνα το μεγαλύτερο τμήμα του Ελλαδικού χώρου είχε κατακτηθεί από τους Οθωμανούς Τούρκους. Παρά ταύτα, κατά τον 16^ο αιώνα παρατηρείται έξαρση της μνημειακής θρησκευτικής ζωγραφικής στην περιοχή της βορειοδυτικής Ελλάδας, όπου πλήθος ναών διακοσμούνται με εξαιρετικής ποιότητας τοιχογραφίες. Η συγκεκριμένη καλλιτεχνική παραγωγή εμφανίζει ορισμένα εντόνως ιδιάζοντα στιλιστικά χαρακτηριστικά, με αποτέλεσμα το σχετικό καλλιτεχνικό ρεύμα να επονομαστεί «Σχολή της βορειοδυτικής Ελλάδας» (Αχειμάστου-Ποταμιάνου 1992). Ανάμεσα στα κορυφαία έργα της «σχολής» εξέχουσα θέση κατέχουν οι τοιχογραφίες του καθολικού (: κυρίως ναού) της Ιεράς Μονής Αγίου Νικολάου Στρατηγοπούλου (ή Ντίλιου, του έτους 1543) (Λίβα-Ξανθάκη 1980). Με σκοπό την εις βάθος διερεύνηση του υλικού και τεχνικού υποβάθρου των συγκεκριμένων τοιχογραφιών, μικροδείγματα από ζωγραφικά στρώματα και κονιάματα εξετάστηκαν ενδελεχώς εργαστηριακά. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκαν οι τεχνικές της οπτικής και ηλεκτρονικής μικροσκοπίας (OM & SEM-EDX), περιθλασιμετρία και φθορισμομετρία ακτίνων Χ (XRD & XRF αντίστοιχα), καθώς και φασματοσκοπία υπερώθρου (FTIR).

Τα αναλυτικά δεδομένα καταδεικνύουν εμπλοκή μόλις οκτώ ανόργανων χρωστικών. Εντούτοις, οι χρωστικές αυτές χρησιμοποιήθηκαν επιδεξίως δια αναμίξεως και υπερθέσεως ζωγραφικών στρωμάτων, με εξαιρετικά πλούσιο φάσμα χρωματικών αποτελεσμάτων. Διαπιστώθηκε επίσης χρήση υψηλής καθαρότητας φύλλων χρυσού στη διακόσμηση των φωτοστεφάνων και ορισμένων ανάγλυφων μεταλλίων. Με βάση πρόσφατα δεδομένα από την εξέταση άλλων σχετικών μνημείων (Mastrotheodoros et al. 2019) διαπιστώνεται ότι καίτοι οι τοιχογραφίες της ΙΜ Αγίου Νικολάου εντάσσονται στο αυτό ευρύτερο τεχνικό πλαίσιο, εμφανίζουν ορισμένα ιδιόμορφα τεχνικά χαρακτηριστικά που τις καθιστούν ιδιάζουσες.

Βιβλιογραφία

Αχειμάστου-Ποταμιάνου Μ., 1992. «Ζητήματα μνημειακής ζωγραφικής του 16^{ου} αιώνα. Η τοπική ηπειρωτική σχολή», *Δελτίον Χριστιανικής Αρχαιολογικής Εταιρείας*, τόμος 16, Αθήνα, 13-32.

Λίβα-Ξανθάκη Θ., 1980. *Οι τοιχογραφίες της Μονής Ντίλιου*, Ιωάννινα.

Mastrotheodoros G.P., Filippaki E., Bassiakos Y., Beltsios K.G., Papadopoulou V., 2019. "Probing the birthplace of the "Epirus School" of painting: analytical investigation of the Filanthropinon monastery murals. Part I: pigments", *Journal Archaeological and Anthropological Sciences* 11, 2821-36.

Μελέτη ιζήματος από το εσωτερικό Μυκηναϊκής τριποδικής χύτρας από τη Σαλαμίνα με συνδυαστικές τεχνικές XRD, XRF, SEM, Raman

Α. Οικονόμου ⁽¹⁾, Χρ. Μαραμπέα ⁽²⁾, Χρ. Παπαχριστοδούλου ⁽³⁾ και Δ. Παλλές ⁽⁴⁾

(1) Ερευνητικό Κέντρο Επιστήμης και Τεχνολογίας στην Αρχαιολογία και τον Πολιτισμό (STARC), Ινστιτούτο Κύπρου, Λευκωσία

(2) Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα

(3) Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα

(4) Ινστιτούτο Θεωρητικής και Φυσικής Χημείας, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα

Περίληψη

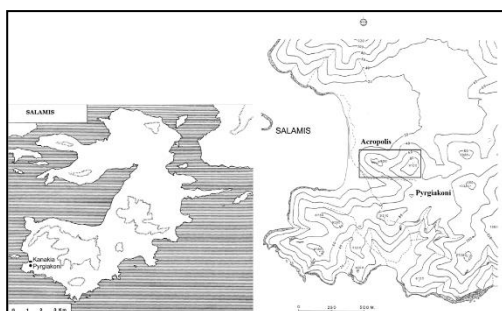
Κατά τη διάρκεια των ανασκαφών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στο Υστερομυκηναϊκό λατρευτικό συγκρότημα στο Πυργιακόνι, σε μικρή απόσταση νοτιοανατολικά της Μυκηναϊκής ακρόπολης των Κανακίων, στη νοτιοδυτική ακτή της Σαλαμίνας (Εικ. 1), αποκαλύφθηκε, μεταξύ άλλων, ποσότητα Αιγινήτικων μαγειρικών αγγείων στους χώρους του κτηρίου. Τα αγγεία χρησιμοποιήθηκαν για την προετοιμασία φαγητού, στο πλαίσιο τελετουργικών συναθροίσεων, που είχαν ως επίκεντρο παρακείμενο τύμβο/κενοτάφιο. Στα αγγεία αυτά περιλαμβάνεται τριποδική χύτρα, εντοπισμένη σε αποθηκευτικό χώρο του κτηρίου, η οποία περιείχε ιζημα έντονου ερυθρού χρώματος στο εσωτερικό της (Εικ. 2). Ας σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο χρώμα του ιζήματος δεν έχει εντοπισθεί σε καμία άλλη περίπτωση ιζήματος στην ακρόπολη των Κανακίων ή στο λατρευτικό κτηριακό συγκρότημα στο Πυργιακόνι, ως μέρους της στρωματογραφίας των χώρων, και, επομένως, μπορούμε βάσιμα να υποθέσουμε ότι η ερυθρή χρωματική εμφάνιση του ιζήματος έχει άμεση σχέση με το περιεχόμενο της χύτρας.

Ο βασικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι ο χαρακτηρισμός του συγκεκριμένου ιζήματος, με την εφαρμογή διαφόρων αναλυτικών τεχνικών, οι οποίες συμπληρώνουν η μία την άλλη, ώστε να εξαχθούν οι περισσότερες δυνατές πληροφορίες σχετικά με τη χρήση του. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόσθηκε η Περιθλασιμετρία Ακτίνων Χ (XRD), η Φθορισμομετρία Ακτίνων Χ (XRF), η Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης (SEM) και η Φασματοσκοπία Raman.

Σύμφωνα με τα πρώτα αποτελέσματα από την εφαρμογή της Περιθλασιμετρίας Ακτίνων Χ, η κύρια ορυκτολογική φάση που επικρατεί στο ιζημα είναι ο ασβεστίτης, γεγονός που συμφωνεί τόσο με τη στοιχειακή ανάλυση XRF, στην οποία βρέθηκε υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο, όσο και με τη Φασματοσκοπία Raman, στην οποία παρατηρούνται έντονες κορυφές ασβεστίτη στα 282, 713 και 1086 cm^{-1} (Εικ. 3). Αξίζει να σημειωθεί ότι στο διάγραμμα περίθλασης βρέθηκε αιματίτης σε μικρή ποσότητα, στον οποίο ενδεχομένως να οφείλεται το ερυθρό χρώμα του δείγματος. Επιπλέον, με τη Φασματοσκοπία Raman εντοπίστηκε η χρωστική της κόκκινης ώχρας (Εικ. 3), που είναι μία ανόργανη

χρωστική, η οποία αποτελείται κυρίως από άνυδρα οξείδια του σιδήρου και ήταν ευρύτατα διαδεδομένη κατά την Αρχαιότητα. Με βάση την Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης, η οποία εφαρμόστηκε σε θραύσμα τοιχώματος της χύτρας, παρατηρείται αυξημένη περιεκτικότητα σε σίδηρο στην εσωτερική επιφάνεια του τοιχώματος, που αποτελεί πιθανώς υπόλειμμα της κόκκινης ώχρας. Τέλος, η κεραμική ύλη της χύτρας παρουσιάζει αυξημένη υαλοποίηση και χαμηλό πορώδες (Εικ. 4) που οδηγεί στο συμπέρασμα της όπτησης σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες.

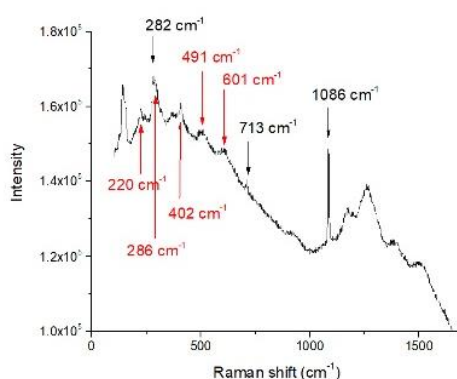
Τα παραπάνω αποτελέσματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ενδεχομένως η τριποδική χύτρα χρησιμοποιήθηκε ως σκεύος παρασκευής κόκκινης ώχρας μέσω της θέρμανσης κίτρινης ώχρας, ενώ δεν θα πρέπει να αποκλειστεί και η χρήση της ως σκεύος μεταφοράς του ερυθρού χρωστικού ιζήματος. Καθώς το δάπεδο της μεγάλης υπόστυλης αίθουσας (με εμβαδόν 60 m²) του συγκροτήματος στο Πυργιακόνι έφερε υπολείμματα επάλειψης από λευκό ασβεστοκονίαμα και λόγω της έλλειψης ενδείξεων για τοιχογραφίες, είναι εξαιρετικά πιθανό η κόκκινη αυτή ώχρα να χρησιμοποιήθηκε για την διακόσμηση του δαπέδου ή/και της ορθογώνιας εστίας, στο κέντρο της αίθουσας.



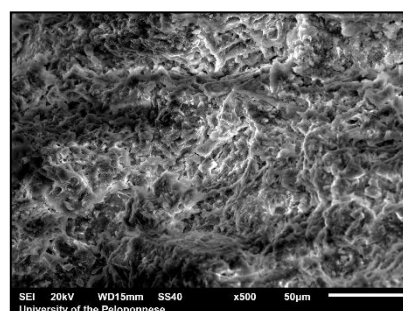
Εικ. 1. Χάρτης της Σαλαμίνας με σημειωμένες τις θέσεις της Μυκηναϊκής ακρόπολης των Κανακίων και του λατρευτικού συγκροτήματος στο Πυργιακόνι.



Εικ. 2. Το ερυθρό ιζήμα μετά την αφαίρεσή του από το εσωτερικό της τριποδικής χύτρας.



Εικ. 3. Φάσμα Raman του ερυθρού ιζήματος. Οι χαρακτηριστικές κορυφές του ασβεστίτη και της κόκκινης ώχρας σημειώνονται με μαύρο και κόκκινο χρώμα, αντίστοιχα.



Εικ. 4. Φωτογραφία SEM θραύσματος τοιχώματος της χύτρας. Διακρίνεται η έντονη υαλοποίηση και το χαμηλό πορώδες.

Χαρακτηρισμός τοιχογραφιών του Βυζαντινού παρεκκλησίου των Αγίων Αναργύρων Ιεράς Μονής Βατοπαιδίου: μια συνθετική μελέτη

Α. Οικονόμου ⁽¹⁾, Ε. Κουλουμπή ⁽²⁾, Χ. Καρύδης ⁽³⁾ και Ε. Παπαϊωάννου ⁽⁴⁾

(1) Ερευνητικό Κέντρο Επιστήμης και Τεχνολογίας στην Αρχαιολογία και τον Πολιτισμό (STARC),
Ινστιτούτο Κύπρου, Λευκωσία

(2) Εργαστήριο Φυσικοχημικών Ερευνών, Εθνική Πινακοθήκη-Μουσείο Αλέξανδρου Σούτζου

(3) Ιόνιο Πανεπιστήμιο-Τμήμα Περιβάλλοντος, Κατεύθυνση Συντήρησης Αρχαιοτήτων & Έργων Τέχνης,
Παναγούλα 29100, Ζάκυνθος

(4) Συντηρητής Τοιχογραφιών (MSc)

Περίληψη

Η Ιερά Μεγίστη Μονή Βατοπαιδίου (ή Βατοπεδίου) είναι η δεύτερη στην ιεραρχία των Αγιορείτικων Καθιδρυμάτων. Το μελετούμενο μνημείο των Αγίων Αναργύρων πρόκειται πιθανότατα για ένα από τα πιο σημαντικά παρεκκλήσια που βρίσκονται εντός της Μονής και βρίσκεται στη ΝΔ πλευρά δίπλα από τον πύργο της Μεταμορφώσεως. Το βυζαντινό παρεκκλήσι των Αγ. Αναργύρων ανήκει αρχιτεκτονικά σε τρίκλιτη βασιλική μικρών διαστάσεων. Έχει αρχικά διακοσμηθεί με τοιχογραφίες του 14^{ου} αι., ενώ έχει και δεύτερη τοιχογραφική φάση κατά τον 19^ο αι. Εσωτερικά, φέρει πολλά στοιχεία νεώτερων προσθηκών όπως το ξυλόγλυπτο τέμπλο (19^{ου} αι.) και οι δεσποτικές εικόνες (18^{ου} και 19^{ου} αι.).

Στο πλαίσιο μελέτης συντήρησης των τοιχογραφιών του παρεκκλησίου των Αγίων Αναργύρων που διενεργήθηκε από τους γράφοντες μεταξύ των ετών 2018-2109 έγινε μία πρώτη προσπάθεια ανίχνευσης των χρωστικών στις αυθεντικές και επιζωγραφισμένες περιοχές χρησιμοποιώντας μη επεμβατικές τεχνικές, και συγκεκριμένα XRF και ψηφιακή οπτική μικροσκοπία USB. Επιπλέον έγινε μία προσπάθεια ανίχνευσης υποκείμενων ζωγραφικών στρωμάτων, σχεδίων κ.λπ. με τη χρήση πολυφασματικής απεικόνισης.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα ο αριθμός των χρωματικών στρωμάτων καθώς και το πλήθος των χρωστικών που χρησιμοποιήθηκαν στους χρωματικούς συνδυασμούς είναι περιορισμένος. Η παλέτα των ζωγράφων στις διαφορετικές φάσεις είναι μικρή και επαναλαμβάνεται. Πιο συγκεκριμένα αποτελείται από παραδοσιακές ορυκτές χρωστικές όπως το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3), το λευκό του μολύβδου (PbCO_3), το μίνιο (Pb_3O_4), ο αζουρίτης [$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$] και η κιννάβαρι (HgS). Επιπλέον εντοπίστηκε και λευκό του τιτανίου (Ti) με το οποίο μπορούν να χαρακτηριστούν σύγχρονες επεμβάσεις στον ζωγραφικό διάκοσμο.

Τέλος, η μελέτη του μνημείου στις διάφορες περιοχές του Η/Μ φάσματος μέσω της πολυφασματικής απεικόνισης κατέγραψε κυρίως την τεχνοτροπία της νεότερης ζωγραφικής ενώ εντοπίστηκαν ίχνη

προσχεδίου αλλά και τα στάδια δημιουργίας των ζωγραφικών επιφανειών στα διαφορετικά μήκη κύματος.

Physicochemical analysis of a Macedonian Tomb's mortars: A case study of the Macedonian Tomb Saint Varvara Site, in Veria, Greece

A. Panagopoulou ^(1, 2), G. Zisekas ⁽³⁾ and Ch.-K. Kousouni ⁽⁴⁾

(1) *Department of Archaeology, University of Leiden, Einsteinweg 2, 2333 CC, The Netherlands.*

(2) *Institute of Materials Science "Demokritos" National Center for Scientific Research, Aghia Paraskevi, Athens, Greece.*

(3) *Ionian University- Division of Conservation of Antiquities & Works of Art, Zakynthos Island, Greece.*

(4) *Ephorate of Antiquities of Zakynthos, Museum of Zakynthos, Zakynthos Island, Greece.*

Abstract

Macedonian Tombs are numerous in Northern Greece, in the region of Macedonia. The Macedonian Tomb of Saint Varvara Site in Veria, Greece is one of them and is placed chronologically in the second quarter of the 4th to the mid-2nd century BC (Gossel, 1980). This study aims to the analysis of the chemical composition of the tomb's mortars, 13 samples were processed through physiochemical analysis.

This Macedonian Tomb is a one-chamber vaulted tomb, carved in limestone that created a temple like facade. The entire surface of the facade is coated with white mortar. The rectangular entrance was sealed with porous stone blocks. The tomb chamber from the floor of the corridor to the top of the room was completely covered with white lime mortar, as well as the corridor and the three beds of the burial chamber (Stefani, 2001-2004).

Mortars are complex materials, they combine hydraulic or aerial binding components, aggregates, additives and admixtures (Middendorf, 2005). The chemical and mineralogical analysis of ancient mortars can provide with information about the origin of the materials and the construction methods or assist the research of compatibility of the original materials and those used in monuments' restoration (Szczepaniak et al, 2006).

Optical Microscopy, Stereoscopy, X-Ray Fluorescence Analysis (XRF) and Scanning Electron Microscopy (SEM) were used in order to study the stratigraphy, the chemical composition, manufacturing technology and any influences from related structures. Optical Microscopy and Stereoscopy confirmed the uniformity of colour and layering, as there are two layers, the upper layer is whitish and the lower grey in all the samples. The main materials in all samples, found by the X-Ray Fluorescence Analysis are calcium (Ca), potassium (K) and iron (Fe). Scanning Electron Microscopy detected SiO₂, CaO₂, MgO and Al₂O₃ as main compounds.

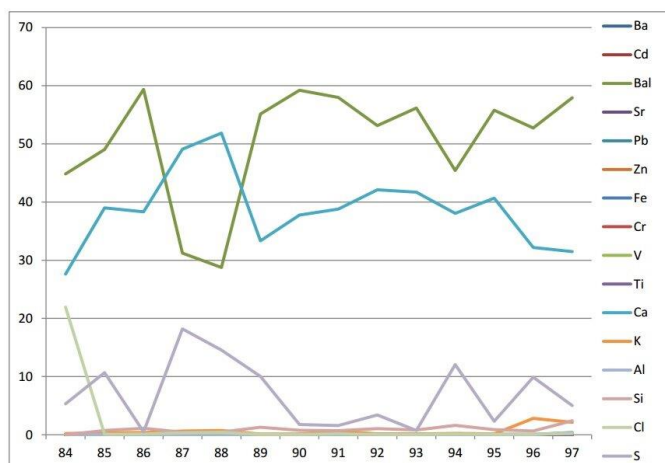
The characteristics of the mortars composition as determined by the physicochemical analysis placed the materials of the tomb in the same category of Macedonian tombs that exist in the region.



Although, this study is useful in order to contribute to the ongoing study of similar monuments in Macedonia, Greece, there is always a need for further research.



Figure 3 The Macedonian Tomb of Saint Varvara Site, in Veria, Greece.



Graph 1 XRF results of elements found in the samples.

Bibliography

- Gossel B., 1980. *Makedonische Kammergräber*, Ludwig-Maximilians-Universität zu München, Deutschland.
- Middendorf B., Hughes J. J., Callebaut K., Baronio G. and Papayianni I., 2005. "Investigative methods for the characterization of historic mortars – Part 1: *Mineralogical characterization*", *Materials and Structures*, Vol. 38, 761-69.
- Stefani E., 2001-2004. *Archaiologikon Deltion, Chronika B3B, Macedonia –Thrace*, Vol. 56-59, 414.
- Szczepaniak M., Nawrocka D. and Mrozek-Wysocka M., 2008. "Applied geology in analytical Characterization of stone materials from historical building", *Applied Physics A*, Vol. 90 (1), 89-95.

Χαρακτηρισμός των δομικών υλικών και εντοπισμός της φθοράς τους στους «Τάφους των Βασιλέων» της Πάφου, Κύπρος

Z. Πανταζοπούλου ⁽¹⁾, N. Καντηράνης ⁽²⁾, B. Μαρίνος ⁽³⁾ και E. Χαραλάμπους ⁽⁴⁾

(1) Υπ. Διδάκτορας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας, Εργαστήριο Εφαρμογών της Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

(2) Αν. Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας

(3) Αν. Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας, Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας

(4) Συντηρητής αρχαιολογικών ευρημάτων, Τμήμα Αρχαιοτήτων Κύπρου

Περίληψη

Η περιοχή έρευνας εντοπίζεται στον αρχαιολογικό χώρο της νεκρόπολης της Νέας Πάφου, η οποία βρίσκεται στο βόρειο και ανατολικό τμήμα της πόλης, ακριβώς έξω από τις οχυρώσεις. Το βόρειο τμήμα αυτής της νεκρόπολης είναι γνωστό ως οι «Τάφοι των Βασιλέων» και καλύπτει μια έκταση 1.2m² περίπου. Είναι ταφικά μνημεία εξολοκλήρου λαξευμένα μέσα στον βράχο. Θεωρούνται ως ένα από τα σημαντικότερα αρχαία μνημεία που σώζονται, αφού είναι ένα από τα λίγα παραδείγματα ελληνιστικής αρχιτεκτονικής που μπορεί να συναντήσει κάποιος στην Πάφο. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο περιλαμβάνεται στον κατάλογο της UNESCO για την παγκόσμια πολιτιστική κληρονομιά και η διατήρησή τους θεωρείται κρίσιμη. Από την Ελληνιστική ως την Ρωμαϊκή εποχή ο χώρος λειτούργησε ως λατομείο. Κατά την διάρκεια αυτών των χρόνων έγινε εκτεταμένη απόληψη δομικών λίθων για την οικοδόμηση πολλών αρχαίων οικοδομημάτων στην πόλη της Πάφου και της ευρύτερης περιοχής μια παράμετρος που μαζί με ορισμένα φυσικά φαινόμενα έχουν επηρεάσει σημαντικά το μνημείο.

Οι "Τάφοι των Βασιλέων" αποτελούνται από 8 ταφικά μνημεία. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οι τάφοι #3 & #4. Στόχοι της εργασίας είναι αρχικά ο χαρακτηρισμός ιστολογικά και ορυκτολογικά του πετρώματος δόμησης, ώστε σε κάθε προσπάθεια συντήρησης ή αποκατάστασης να χρησιμοποιείται ο ίδιος ή παρόμοιων χαρακτηριστικών δομικός λίθος. Δεύτερον η διερεύνηση των υφιστάμενων φθορών και η αναγνώριση των αστοχιών που σχετίζονται με την ποιότητα του πετρώματος.

Για την επίτευξη των στόχων έγιναν μετρήσεις του προσανατολισμού των βασικών τεκτονικών ασυνεχειών - ρωγματώσεων του βράχου, λήφθηκαν δείγματα για την πετρολογική μελέτη, καθώς και φωτογραφικό υλικό από τις θέσεις φθοράς και αστοχιών του ευρύτερου χώρου.

Πραγματοποιήθηκε μικροσκοπική μελέτη των δομικών λίθων από την οποία προέκυψε ότι όλα χαρακτηρίζονται ως βιογενής ασβεστόλιθοι. Από την ορυκτολογική μελέτη προέκυψε ότι ο ασβεστόλιθος είναι το κυρίαρχο ορυκτό και τα αποτελέσματά της είναι σε πολύ καλή συμφωνία με την μικροσκοπική μελέτη.

Ο ευρύτερος αρχαιολογικός χώρος λειτούργησε ως λατομείο με εκτεταμένη απόληψη δομικών λίθων για την οικοδόμηση της πόλης της Πάφου και της ευρύτερης περιοχής. Αυτή η διαδικασία είχε ως αποτέλεσμα την φθορά του δομικού λίθου του μνημείου, σε βάθος γεγονός που επηρεάζει την ποιότητα του στον χρόνο. Εντοπίστηκαν τόσο στα επιφανειακά όσο και υπόγεια τμήματα του μνημείου υφιστάμενες αστοχίες. Εξαιτίας της αλλοίωσης που έχει υποστεί το μνημείο από τις ποικίλες χρήσεις καθιστά πολύ δύσκολή την διάγνωση και την εύρεση της προέλευσης των αστοχιών. Παρόλα αυτά, με βάση τα στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί από βιβλιογραφικές αναφορές καθώς και τις παρατηρήσεις στο πεδίο γίνεται προσπάθεια εύρεσης των αιτιών φθοράς του μνημείου. Από τη μελέτη προέκυψε ότι πιθανές αιτίες είναι η μικρή απόσταση από την παραλιακή ζώνη της Πάφου λόγω της αυξημένης υγρασίας της περιοχής, καθώς και οι άνεμοι ο οποίοι μεταφέρουν σταγόνες του θαλασσινού νερού εμπλουτισμένοι με άλατα ακόμα και κόκκους άμμου έχουν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη του φαινομένου της κυψέλωσης. Επίσης, μελετήθηκαν οι υπάρχουσες ρωγμές στο μνημείο και θεωρείται ότι συνδέεται με ρήγμα το οποίο πιθανώς να βρίσκεται κάτω από το μνημείο σε διεύθυνση Βορρά – Νότου όπως και οι ρωγμές. Συνεπώς η μικροσεισμικότητα της περιοχής διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην φθορά του μνημείου.

Βιβλιογραφία

- Kyriakides N., Lysandrou V., Agapiou A., Illampas R., 2016. "Correlating damage condition with historical seismic activity in underground sepulchral monuments of Cyprus", *ELSEVIER, Journal of archaeological Science: Reports*.
- Ανδρέου Α., Ιωάννου Ι., Χατζηπαναγιώτου Κ., Τσικουρας Β., 2008. «Φυσικοχημικός χαρακτηρισμός και μελέτη της διαβρεκτικότητας του ασβεστιτικού ψαμμίτη της Κύπρου», *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών υλικών και στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα*.
- Βελδεμίρη Φ., Αναστασιάδης Α., Αποστολίδης Π., Πιτιλάκης Κ., Μιχαηλίδης Π., Ευθυμίου Μ., Καλλιόγλου Π., 2006. «Σεισμική απόκριση εδαφικών σχηματισμών στην Πάφο (Κύπρος)», *5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωεχνικής & Γεωπεριβαλλοντικής Μηχανικής, ΤΕΕ, Ξάνθη*.
- Κκάλλας Χ., 2009. *Μελέτη της σεισμικότητας και της ενεργού τεκτονικής του ευρύτερου Κυπριακού χώρου*. (Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωφυσικής, Α.Π.Θ.)
- Μοροπούλου Α. «Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης: κριτήρια, Μεθοδολογία και τεχνικές αποτίμησης και σχεδιασμού», *Επιστημονικές ημερίδες για την προστασία Της πολιτιστικής κληρονομιάς: Προβλήματα φθοράς και παθολογίας μνημείων: Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης και αποκατάστασης Ι*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Σκουλικίδης Θ., Βασιλείου Π., 1994. *Διάβρωση και Προστασία Υλικών*, Αθήνα.
- Τμήμα Αρχαιοτήτων, Κυπριακή Δημοκρατία : www.mcw.gov.cy.

Φυσικοχημικές αναλύσεις Ιεροσολυμίτικου ζωγραφικού έργου: Ι. Μονή Παμμεγίστων Ταξιαρχών Πηλίου

Α. Χατζόγλου ⁽¹⁾, Χ. Καρύδης ⁽¹⁾ και Δ. Κανελλοπούλου ⁽²⁾

(1) Ιόνιο Πανεπιστήμιο- Τμήμα Περιβάλλοντος, Κατεύθυνση Συντήρησης Αρχαιοτήτων & Έργων Τέχνης, Παναγούλα, 29100, Ζάκυνθος

(2) Πανεπιστήμιο Πατρών- Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Καραθεοδωρή 1 Πανεπιστημιούπολη, 26504, Πάτρα

Περίληψη

Στα "ιδιαίτερα" θρησκευτικά έργα της μεταβυζαντινής περιόδου συγκαταλέγονται τα «προσκυνητάρια» ή, διαφορετικά, τα «Ιεροσολυμίτικα». Πρόκειται για εικονογραφικές συνθέσεις, ζωγραφική σε προετοιμασμένο ύφασμα, όπου αποτυπώνουν μέρη των Αγίων Τόπων (ιερό Κουβούκλιο, Γολγοθάς κ.α.). Αποτελούν δε ζωντανές μαρτυρίες για τα πλήθη των ανθρώπων που είδαν και προσκύνησαν από κοντά τους Αγίους Τόπους, μέσα στο πέρασμα των αιώνων. Γι' αυτό και ως εικαστικές συνθέσεις χρίζουν περαιτέρω καταγραφή και τεκμηρίωση καθώς δεν υπάρχει στην ερευνητική κοινότητα.

Ένα τέτοιο έργο, χρονολογούμενο το 1838, διατηρείται μέχρι σήμερα στην Ιερά Μονή Ταξιαρχών Πηλίου και είναι ένα από τα λίγα, που διασώζονται στον Ελλαδικό χώρο, αφού τα περισσότερα διασκορπίστηκαν εκτός Ελλάδος, ενώ άλλα καταστράφηκαν ανά τους αιώνες.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει γενικά τα Ιεροσολυμίτικα έργα και να τα καταστήσει ευρύτερα γνωστά στο κοινό, ως σημαντικά στοιχεία της Ορθόδοξης εικονογραφίας και παράδοσης. Ωστόσο, στην προκειμένη περίπτωση η μελέτη επικεντρώνεται στο κομμάτι της ταυτοποίησης και κατανόησης των κατασκευαστικών υλικών του έργου, εστιάζοντας στο ύφασμα, τις χρωστικές και το συνδετικό μέσο (*paint medium*) μέσω των απεικονιστικών τεχνικών και φυσικοχημικών αναλύσεων. Η διερεύνηση των χρωστικών και των συνδετικών στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν στο έργο του 19^{ου} αιώνα μέσω των XRD, FTIR, SEM-EDS πραγματοποιήθηκαν σε συνεργασία με το εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας του Τμήματος Χημικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών.

Βιβλιογραφία

Αλεξοπούλου-Αγοράνου Α. και Χρυσουλάκης Γ., 1993. *Θετικές Επιστήμες και Έργα Τέχνης*, Αθήνα.

Derrick M., R., Dusan S., and Landry G.M., 1999. *Infrared Spectroscopy in Conservation Science, Scientific Tools for Conservation*.

Donald L., Pavia G., Lampman M. and Kriz G.S., 1999. *Introduction to Spectroscopy: A guide for students of organic chemistry*, Western Washington University. USA: Harcourt Brace College Publishers, USA.

Pinna D., Galeotti M. and Mazzeo R., 2010. *Scientific Examination for the Investigation of Paintings. A Handbook for Conservator-restorers*. Centro Di.

Stolow N., 1987. *Conservation and Exhibitions*, London.

Theophanides T., 2012. *Infrared Spectroscopy-Materials Science, Engineering and Thechnology*.

Thompson D.V., 1998. *Οι τεχνικές και τα υλικά της μεσαιωνικής ζωγραφικής*, Αθήνα .

ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΑΝΟΙΧΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

Η αρχαιομετρία στην Ελλάδα: 100 και πλέον χρόνια πριν

Γ. Μωραΐτου

*Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο Τμήμα Συντήρησης, Φυσικών - Χημικών Ερευνών & Αρχαιομετρίας,
Τοσίτσα 1 Αθήνα 10682*

Περίληψη

Η απαρχή της «αρχαιομετρίας» διεθνώς χρονολογείται στην επαναστατική Γαλλία τη τελευταία δεκαετία του 18^{ου} αιώνα και οφείλεται στον συνδυασμό της τελειοποίησης της σταθμικής χημικής ανάλυσης και στο περιεχόμενο των “cabinets de curiosité” της εποχής, που περιλάμβαναν αρχαιολογικά αντικείμενα. Ήδη όμως από τις πρώτες ανασκαφές χρονολογείται και το ενδιαφέρον για τη φυσικοχημική διερεύνηση των αρχαιοτήτων.

Όσον αφορά στην Ελλάδα, μέχρι σήμερα ήταν κοινά αποδεκτό ότι το ενδιαφέρον για την αρχαιομετρική έρευνα ξεκίνησε τη δεκαετία του 1960 μαζί με την αναγέννηση της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας. Νεότερα όμως δεδομένα δείχνουν ότι, αν και δεν υπήρχε σαν όρος η αρχαιομετρία, η φυσικοχημική διερεύνηση των αρχαιοτήτων ξεκίνησε στην Ελλάδα πριν τα μέσα του 19^{ου} αιώνα και συνδέεται άμεσα με την ίδρυση του νέου Ελληνικού κράτους και τη μέριμνα για τις αρχαιότητες.

Η σημασία της έρευνας σχετικά με τις παλαιότερες αρχαιομετρικές μελέτες είναι σημαντική όσο σημαντική είναι και η ιστορία της αρχαιολογίας και γενικότερα των επιστημών. Στόχος της έρευνας είναι να παρουσιαστεί ένα χρονολογικό και βιβλιογραφικό δέντρο πάνω στο οποίο θα αναρτώνται όλα τα νεότερα στοιχεία κάθε φορά που αυτά αποκαλύπτονται. Η βιβλιογραφία για τα ελληνικά δεδομένα είναι ελάχιστη. Οι πληροφορίες είναι διάσπαρτες μέσα στις αρχαιολογικές δημοσιεύσεις.

Τα παλαιότερα αποτελέσματα που έχουν προκύψει είναι τα ακόλουθα: για τον 19^ο αιώνα αφορούν πρωτίστως στον χημικό Ξαβέριο Λάνδερερ (1809-1868), αλλά και στον Αναστάσιο Χρηστομάνο (1841-1906) και τον Κωνσταντίνο Μητσόπουλο (1844-1911). Στα τέλη του 19^{ου} και αρχές του 20^{ου} αιώνα υπάρχουν περισσότεροι επιστήμονες που ασχολούνται με την αρχαιομετρία με προεξάρχοντα τον χημικό Όθωνα Ρουσόπουλο (1856-1922), αλλά και τον καθηγητή του Πανεπιστημίου Γεώργιο Κρίνο (1850-1935), τον Αναστάσιο Δαμβέργη (1857-1920), ενώ στα αποτελέσματα για το δεύτερο τέταρτο του 20^{ου} αιώνα συγκαταλέγεται ο χημικός Κωνσταντίνος Ζέγγελης (1870-1957).

Από τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα γίνεται αντιληπτό ότι παρά το γεγονός ότι από ιδρύσεως Ελληνικού κράτους οι αρχαιολόγοι αποζητούσαν την αρχαιομετρική έρευνα των ευρημάτων τους, αυτό γινόταν εκτός υπηρεσίας από τους θετικούς επιστήμονες σε επίπεδο εξυπηρέτησης ή με παροχή υπηρεσιών και δεν θεσμοθετήθηκε παρά μόνο τη δεκαετία του 1980 αφ' ενός μεν στο ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος με τη δημιουργία του «Εργαστηρίου Αρχαιομετρίας», αφ' ετέρου δε στην Αρχαιολογική Υπηρεσία με την άτυπη δημιουργία, τον εξοπλισμό και τη λειτουργία του «Χημείου» στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο επι Γενικού Εφόρου Αρχαιοτήτων Ν. Γιαλούρη. Το εν λόγω Χημείο δεν

θεσμοθετήθηκε παρά το 2003 ως «Τμήμα Χημικών και Φυσικών Ερευνών» με το ΠΔ 191/2003, ΦΕΚ/Α'/146 άρθρο 51.

Βιβλιογραφία

- Αλούπη Ε., 2008. «Θέματα μουσείων και διαχείρισης πολιτιστικής κληρονομιάς, Πρακτικά Ημερίδας, Θετικές επιστήμες και αρχαιολογικά υλικά, οι φορείς της έρευνας συζητούν και προτείνουν», *Ελληνική Αρχαιομετρική Εταιρεία*, 7 Μαΐου 2007, 40-5.
- Γιαλούρης Ν., 1992. «Η συνεργασία των φυσικών επιστημών με την αρχαιολογική έρευνα στην Ελλάδα», *Πρακτικά Α' Συμποσίου Αρχαιομετρίας*, Αθήνα, 27-33.
- Μανιάτης Γ., 1993. «Εργαστήριο Αρχαιομετρίας ΕΚΕΦΕ», *Αρχαιολογία & Τέχνες* 46, 32-4.
- Μωραΐτου Γ., 2008. Τοποθέτηση στην Ημερίδα της Ελληνικής Αρχαιομετρικής Εταιρείας: «Θετικές Επιστήμες και Αρχαιολογικά Υλικά, Οι Φορείς της Έρευνας συζητούν και προτείνουν», 17-25.
- Μωραΐτου Γ., 2009. «Η Οργάνωση της Συντήρησης των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς στην Αρχαιολογική Υπηρεσία από το 1960 έως σήμερα: Μισός αιώνας Θεσμικής Λήθης», *Πρακτικά Ημερίδας ΠΕΣΑ 2008*, Αθήνα.
- Μωραΐτου Γ., 2014. Ο Κωνσταντίνος Δ. Ζέγγελης (1870-1957) και η συμβολή του ως χημικού στη συντήρηση των χάλκινων αρχαιοτήτων, *Πρακτικά Ημερίδας ΠΕΣΑ 2012*, Αθήνα, 459-70 .
- Μωραΐτου Γ., 2016. Η «ΟΔΥΣΣΕΙΑ» της Συντήρησης και της Φυσικοχημικής Έρευνας των Αρχαιοτήτων στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, Κατάλογος έκθεσης «ΟΔΥΣΣΕΙΕΣ», Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, ΤΑΠ, (επιμ. Μ. Λαγογιάννη), 237-60.
- Μωραΐτου Γ., 2018. Η συμβολή της Χημείας στην ανάδειξη του Ωραίου, Κατάλογος έκθεσης «Οι Αμέτρητες όψεις του Ωραίου», Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, ΤΑΠ, (επιμ. Μ. Λαγογιάννη), 433-43.
- Μωραΐτου Γ., υπό έκδοση. Ο Όθων Α. Ρουσόπουλος (1856-1922) και οι απαρχές της επιστημονικής συντήρησης των αρχαιοτήτων στην Ελλάδα, *Ταμείο Αρχαιολογικών Πόρων*.

The XRF laboratory at NCSR “Demokritos”: Contribution to Cultural Heritage Research

A.G. Karydas ⁽¹⁾, V. Kantarelou ⁽¹⁾, D. Sokaras ^(1, 2), Ch. Zarkadas ^(1, 3), E. Aloupi ⁽⁴⁾, V. Argyropoulos ^(1, 5), H. Brecolaki ⁽⁶⁾, N. Zacharias ⁽⁷⁾, M. Kaparou ⁽¹⁾, E. Kokiasmenou ⁽¹⁾, M. Kontimpa ⁽¹⁾, G. Mastrotheodoros ^(1, 8), K. Tsampa ⁽¹⁾, C. Caliri ⁽⁹⁾ and F.P. Romano ⁽¹⁰⁾

(1) *Institute of Nuclear and Particle Physics, N.C.S.R. “Demokritos”, 15341 Agia Paraskevi, Athens, Greece.*

(2) *SLAC National Accelerator Laboratory / Stanford University, 2575 Sand Hill Road, California, 94025, USA*

(3) *Malvern Panalytical, Lelyweg 1, 7602 EA Almelo, P.O.Box 13, Netherlands.*

(4) *Thetis Authentics Ltd, 4 Diagoras st., GR-116 36 Athens*

(5) *University of West Attica, School of Applied Arts and Culture, Department of Conservation of Antiquities and Works of Art, Ag. Spyridona, 12210 Athens, Greece.*

(6) *Institute of Historical Research, The National Hellenic Research Foundation, 11635, Athens, Greece.*

(7) *Laboratory of Archaeometry, Department of History Archaeology and Cultural Resources Management, University of the Peloponnese, Old Camp 24133, Kalamata, Greece*

(8) *Institute of Nanoscience/Nanotechnology, N.C.S.R. “Demokritos”, 15341 Ag. Paraskevi, Athens, Greece.*

(9) *Laboratori Nazionali del Sud, INFN, Via Santa Sofia 62, 95123, Catania, Italy.*

(10) *IBAM- CNR, Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali (IBAM), Via Biblioteca 4, 95124, Catania, Italy.*

Abstract

The aim of this study is to present the scientific contribution of the XRF laboratory, highlighting case studies on different Cultural Heritage (CH) materials, international collaborations establishment, participation in schemes under European funding frameworks and educational involvement in interdepartmental MSc programs¹. Examples on the study of ancient polychromy on different substrate media (Pantazis et al., 2003; Karydas et al., 2005; Karydas et al., 2009; Kantarelou et al., 2016), gold and copper alloys (Karydas et al., 2008; Kantarelou et al., 2015), painted decoration on

¹ *CultTech, Cultural Heritage Materials and Technologies, <http://culttech.uop.gr/index.html> /Interdepartmental Program of Postgraduate Studies in Protection, Conservation and Restoration of Cultural Monuments, <http://prosynapo.web.auth.gr>*



ceramics (Aloupi et al., 2000), glass (Sokaras et al., 2009; Karydas et al., 2018) etc., as well as methodological developments of XRF and relevant techniques will be presented.

More specifically, since mid to late 90's the XRF laboratory fully exploited and boosted the technological breakthroughs which offered portability and miniaturization of X-ray detectors/tubes and increasing availability of X-ray focusing devices. Thus, it led the dissemination of the XRF CH applications in Greece through the development of various innovative, custom-made portable XRF spectrometers (Karydas and Zarkadas, 2009). This activity has greatly motivated the establishment of sustained research collaborative schemes with conservators, curators, archaeologists and CH researchers and offered technology transfer and analytical services to CH end-users. Thus, in the last twenty (20) years, numerous field investigations have been conducted by analyzing and studying archaeological/historical collections in Greece and abroad.

Presently, the XRF laboratory possesses a unique portable and laboratory infrastructure with complementary and synergistic analytical features, in terms of analytical sensitivity, spatial resolution and sort of materials to be investigated. Samples or areas having few millimeters-sizes can be analyzed using a microfocus, 50W maximum power Rh anode tube, whereas appropriate incident beam apertures and monochromaticity filters (pXRF spectrometer) can tune optimally the excitation conditions, in accordance with the specific application. When a micro-beam of a lateral size of about 50 μm is required, scanning micro-XRF analysis can be carried out using a customized version of the commercial spectrometer Artax (Bruker Nano GmbH) equipped with a polycapillary X-ray lens. Using a XYZ motorized stage, the surface of an immovable archaeological object or of an artwork can be laterally examined, thus, producing elemental distribution maps. Pressed pellets, powdered forms or bulk homogenous materials can be analyzed with excellent analytical sensitivity using the high energy, high polarization and high monochromaticity exciting X-ray beams delivered by the available benchtop E5 spectrometer, equipped with a large set of secondary targets (Epsilon 5 PANalytical) (Kantarelou and Karydas, 2016). Recently the research activities of the XRF laboratory have been directed to the analytical merits of Macroscopic XRF (MA-XRF) imaging and confocal micro-XRF analysis towards new categories of CM, adding quantitative information to the elemental MA-XRF images generated and in modeling the confocal micro-XRF depth-profiles (Kanngießer et al., 2012). This research is conducted via a multi-scale collaboration established with the LANDIS laboratory of INFN-LNS and IBAM-CNR, Catania, Sicily.¹ Finally, with the strong links built with different MSc educational programs, several MSc theses have been completed on XRF related subjects.



The milli-probe pXRF spectrometer at Delos museum analyzing traces of ancient polychromy on Hellenistic sculptures



In-situ micro-XRF measurements performed: (a) at the National Archaeological Museum by analyzing the polychromy on the statue of Phrasikleia, (b) at the same museum evaluating the chemical composition and preservation state of the bronze statue of the Poseidon of Livadostra and c) during in-situ analyses of gilded artefacts at the Archaeological Museum of Damascus, Syria within the framework of PROMET FP6 project.

¹ LANDIS Laboratory: <https://www.lns.infn.it/en/application/landis.html>

Bibliography

- Aloupi E., Karydas A.G. and Paradellis T., 2000. "Pigment analysis of wall paintings and ceramics from Greece and Cyprus. The optimal use of X-Ray spectrometry on specific archaeological issues", *X-Ray spectrometry* 29, 18.
- Kanngießer B., Malzer W., Mantouvalou I., Sokaras D. and Karydas A.G., 2012. "A Deep View in Cultural Heritage - Confocal Micro X-ray Spectroscopy for Depth Resolved Elemental Analysis", *Appl. Phys. A* 106, 325-38.
- Kantarelou V., and Karydas A.G., 2016. "A simple calibration procedure of polycapillary based portable micro-XRF spectrometers for reliable quantitative analysis of cultural heritage materials", *X-Ray Spectrometry* 45, 85-91.
- Kantarelou V., Axiotis M. and Karydas A.G., 2016. "New Investigations into the statue of Phrasikleia in Athens National Museum, A Systematic Investigation of Pigment Traces on Phrasikleia Statue, by Means of Scanning Micro-XRF Analyses", *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 131.
- Kantarelou V., Karydas A.G., Sokaras D., Mahfouz L., Qurdab A., Al-Saadi M., Giannoulaki M. and Argyropoulos V., 2015. "In situ scanning micro-XRF analyses of gilded bronze figurines at the National Museum of Damascus", *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 30, 1787-98.
- Karydas A.G., Anglos D. and Harith M.A., 2008. "Mobile Spectrometers for Diagnostic Micro-Analysis of Ancient Metal Objects", in V. Argyropoulos (ed.) *Metals and Museums in the Mediterranean: Protecting, Preserving and Interpreting*, 141-77.
- Karydas A.G., Brecolouaki H., Bourgeois B. and Jockey Ph., 2009. "In-situ XRF Analysis of raw pigments and traces of polychromy on Hellenistic sculpture at the Archaeological museum of Delos", in Y. Maniatis (ed.), *ASMOSIA VII, BCH Suppl.*, 51, 811-29.
- Karydas A.G., Brecolouaki H., Pantazis Th, Aloupi E., V. Argyropoulos V., Kotzamani D., Bernard R., Zarkadas Ch. and Paradellis Th., 2005. "Importance of in-situ EDXRF measurements in the preservation and conservation of Material Culture", in M. Uda, G. Demortier and I. Nakai (eds.), *X-Rays for Archaeology*, 27-53.
- Karydas A.G., Kantarelou V. and Kaparou M., 2018. "Appendix: Analysis by portable X-ray Fluorescence of the Central Bead", in J. Davis and S. Stocker (eds.), *The gold necklace from the Grave of the Griffin Warrior at Pylos, Hesperia* 87, 623-32.
- Karydas A.G., and Zarkadas Ch., 2009. "A portable X-ray Fluorescence spectrometer in support of the archaeological research and conservation science for the area of Thessaly", *Proceedings of the workshop Archaeological research at Thessaly and Mainland, Volos*, 16(3)-19/3/2006, Vol. I: Thessaly, 713-22.
- Sokaras D., Karydas A.G., Oikonomou A., Zacharias N., Beltsios K. and Kantarelou V., 2009. "Combined elemental analysis of ancient glass beads by means of ion beam, portable XRF and EPMA techniques", *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 395, 2199-209.
- Pantazis T., Karydas A.G., Doumas C., Vlachopoulos A., Nomikos P., Thomson E., Vecoli C. and Dinsmore M., 2003. "X-Ray Fluorescence Analysis of a Gold Ibex and other Artifacts from Akrotiri", *Aegaeum* 24, 155-60.

Γεωφυσική διερεύνηση του Αρχαίου Οικισμού του Λεχαιού

A. Sarris ^(1, 2), T. Kalayci ⁽²⁾, N. Papadopoulos ⁽²⁾, J. Donati ⁽²⁾, N. Argyriou ⁽²⁾, G. Kakoulaki ⁽²⁾,
M. Kucukdemirci ⁽²⁾, G. Cantoro ⁽²⁾, F. Di Biase ⁽²⁾, M. Manataki ⁽²⁾, M. Papadakis ⁽²⁾,
N. Nikas ⁽²⁾, P. Scotton ⁽³⁾ and K. Kissas ⁽⁴⁾

(1) *The Archaeological Research Unit, Department of History and Archaeology, University of Cyprus, Cyprus.
Chair "Sylvia Ioannou" for Digital Humanities, Archaeological Research Unit (ARU), Department of History
and Archaeology, University of Cyprus*

(2) *GeoSat ReSeArch Laboratory, Foundation for Research and Technology (FORTH), Institute for
Mediterranean Studies, Rethymno, Crete, Greece;*

(3) *California State University, Long Beach, USA.*

(4) *University of Trier & EFACOR, Ancient Corinth 20007*

Περίληψη

Μία πολυδιάστατη γεωφυσική έρευνα διενεργήθηκε την περίοδο 2016-2018 στο Λέχαιον υπό την αιγίδα του Lechaion Harbor and Settlement Project (LHSP) αποσκοπώντας στην χαρτογράφηση των καταλοίπων της κατοίκησης του οικισμού και της εξέλιξης του περιβάλλοντα χώρου του αρχαίου λιμένος (Sarris *et al.* 2018, 2019).

Κάνοντας μία συνδυαστική χρήση μαγνητικών, ηλεκτρικών και ηλεκτρομαγνητικών τεχνικών διασκόπησης έγινε εφικτή η αποτύπωση του οικιστικού πλαισίου και η κατανομή των αρχιτεκτονικών καταλοίπων. Τα αποτελέσματα των μαγνητικών μετρήσεων επιβεβαίωσαν την ύπαρξη ενός δικτύου παράλληλων δρόμων με προσανατολισμό Β-Ν, οι οποίοι είχαν εντοπιστεί από ιστορικές αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες. Οι δρόμοι αυτοί εκτείνονται κυρίως βόρεια της λεκάνης του εσωτερικού αρχαίου λιμένος. Μεγάλη πυκνότητα αρχιτεκτονικών καταλοίπων εντοπίστηκε επίσης γύρω από την λιμενολεκάνη ακολουθώντας την κατεύθυνση της σύγχρονης ακτογραμμής, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνει ότι η εσωτερική λιμενολεκάνη έχει μείνει σχετικά αμετάβλητη με τον χρόνο.

Οι μαγνητικές μετρήσεις και το γεωραντάρ υπέδειξαν επίσης την ύπαρξη μιας τρίκλιτης βασιλικής με προσανατολισμό Α-Δ προς τα ανατολικά του οικισμού (Fig. 1). Η συγκεκριμένη βασιλική είναι κατά πολύ μικρότερη από την μεγάλη βασιλική του Λεωνίδα που έχει ανασκαφεί στα ΒΔ και πλησίον της ακτής.

Η συνδυασμένη χρήση του γεωραντάρ, της ηλεκτρικής τομογραφίας και των μαγνητικών μετρήσεων απέδειξε ότι βόρεια της κεντρικής λιμενολεκάνης, δεν υπάρχει παρόμοια πυκνότητα οικιστικών καταλοίπων. Οι τομές του γεωραντάρ έδωσαν ενδείξεις προσάμμωσης και ίχνη αποθέσεων από εισερχόμενα κύματα της θάλασσας που θα μπορούσαν να τροποποιούν την ΒΑ ακτογραμμή σε διαφορετικές ιστορικές περιόδους. Η ηλεκτρική τομογραφία στην συγκεκριμένη περιοχή πρότεινε

ένα στρωματογραφικό μοντέλο αποτελούμενο από ένα επιφανειακό αγώγιμο αργιλικό οριζόντα κορεσμένο με αλατούχο νερό (πάχος 2m), ακολουθούμενο από ένα παχύ (5-9m) ιλυοαργιλώδες στρώμα μεγαλύτερης ηλεκτρικής αντίστασης.

Προς τα δυτικά, οι γεωφυσικές έρευνες έδωσαν παρόμοια αποτελέσματα για την συνέχιση οικιστικών καταλοίπων, ορισμένα από τα οποία είναι μεγάλων διαστάσεων (Fig. 2). Το γεωραντάρ και η ηλεκτρική τομογραφία ήταν ιδιαίτερα αποκαλυπτικά για την τρισδιάστατη χαρτογράφηση ενός διπλού εξωτερικού τείχους (σε απόσταση περίπου 8,5-10m) που εκτείνεται για περισσότερο από 120m σχεδόν παράλληλα με την σημερινή ακτογραμμή. Στα ΒΔ, τα τείχη φαίνεται να αλλάζουν κατεύθυνση προς τα ΝΔ περικλείοντας τον οικισμό. Στην γωνία αυτή, τα τείχη συνδέονται με μία κυκλική κατασκευή που ενδεχομένως σχετίζεται με τα κατάλοιπα φάρου. Η βασική θεμελίωση του φάρου φαίνεται να ξεκινάει από περίπου 2m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, ενώ εμφανίζεται και ένα εξωτερικό προστατευτικό τείχος γύρω από αυτόν (Fig. 3).

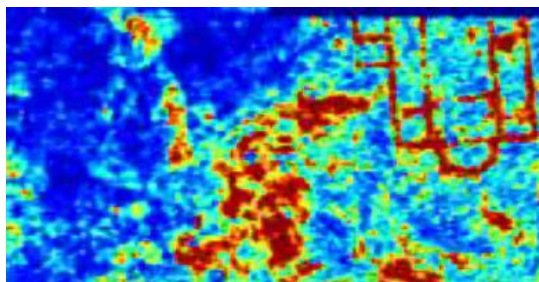


Fig. 1. Τομή του γεωραντάρ που αντιστοιχεί σε βάθος 120-130cm από την επιφάνεια του εδάφους. Το περίγραμμα της τρίκλιτης βασιλικής είναι εμφανές στο δεξιό τμήμα της εικόνας.

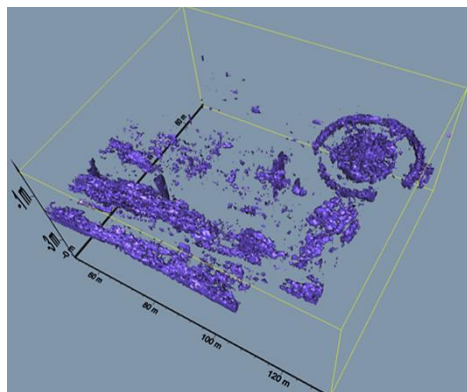


Fig. 3. Τρισδιάστατο μοντέλο που προέρχεται από τις μετρήσεις του γεωραντάρ και αναπαριστά το διπλό τείχος καθώς και τη θεμελίωση του φάρου.



Fig. 2. Τομή του γεωραντάρ που αντιστοιχεί σε βάθος περίπου 60cm από την επιφάνεια του εδάφους και απεικονίζει το δυτικό τμήμα του οικισμού του Λεχαιού. Διακρίνονται τα διπλά τείχη και το κυκλικό περίγραμμα

Βιβλιογραφία

- Sarris A., Kalayci T., Papadopoulos N., Argyriou N., Donat J., Kakoulaki G., Manatak M., Papadakis M., Nikas N., Scotton P. and Kissas, K., 2018. "Geophysical Explorations of the Classical Coastal Settlement of Lechaion, Peloponnese (Greece)", *XVIIIth UISPP World Congress in Paris*.
- Sarris A., Kalayci T., Papadopoulos N., Argyriou N., Donati J., Kakoulaki G., Manataki M., Papadakis M., Nikas N., Scotton P. and Kissas, K., 2019. "Mapping the Coastal Landscape of Lechaion, Peloponnese, (Greece)", *Archaeological Institute of America, Annual Meeting*.

Παλαιοπεριβάλλον στον προϊστορικό οικισμό στη θέση Κοίμηση Θηρασίας και νέα στοιχεία για την έκρηξη του ηφαιστείου της Σαντορίνης από την ανασκαφή

Κ. Σμπόνιας ⁽¹⁾, Ί. Τζαχίλη ⁽²⁾ G. Hodgins ⁽³⁾, Ch. Pearson ⁽⁴⁾ και T. Wazny ⁽⁵⁾

(1) Τμήμα Ιστορίας Ιονίου Πανεπιστημίου, Κέρκυρα

(2) Τμήμα Ιστορίας-Αρχαιολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο

(3) University of Arizona Accelerator Mass Spectrometry Laboratory, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA

(4) Laboratory of Tree Ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA

(5) Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland

Περίληψη

Ο προϊστορικός οικισμός στη θέση Κοίμηση στο ΝΑ άκρο της σημερινής Θηρασίας (εικ. 1) αποτελεί τμήμα μιας ευρύτερης προϊστορικής κατάληψης του χώρου, που εντοπίζεται στο νότιο τμήμα της Θηρασίας την Εποχή του Χαλκού. Η συστηματική ανασκαφή που άρχισε το 2014 από το Ιόνιο Πανεπιστήμιο, το Πανεπιστήμιο Κρήτης και την Εφορεία Αρχαιοτήτων Κυκλάδων με στόχο τη διερεύνηση του τμήματος της εγκατάστασης που διασώζεται στα ανώτερα άνδηρα του λόφου, αποκαλύπτει ποικίλα στοιχεία για τις φάσεις του οικισμού κατά την Πρώιμη και Μέση Εποχή του Χαλκού αλλά και για την χρονική στιγμή της μινωικής έκρηξης, που κάλυψε τα ερείπια του οικισμού κάτω από τα στρώματα της ηφαιστειακής τέφρας. Η εργασία εστιάζει σε στοιχεία από την ανασκαφή που φωτίζουν τόσο το παλαιοπεριβάλλον της θέσης σε σχέση και με τη μορφή της προεκρηξιακής καλντέρας (Βουγιουκαλάκης 2015), όσο και σε νέα στοιχεία από την ανασκαφή σχετικά με την χρονολόγηση της ηφαιστειακής έκρηξης. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στην εύρεση κομματιών απανθρακωμένου κορμού ελιάς που κάηκε κατά τη μινωική έκρηξη, όπως υποδηλώνουν τα τοπικά ίχνη καύσης σε άμεση γειτνίαση με το ξύλο και η κάλυψή τους από το στρώμα της μινωικής ελαφρόπετρας. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ραδιοχρονολόγησης δειγμάτων που έγινε με τη μέθοδο φασματοσκοπίας μάζης στα εργαστήρια ραδιοχρονολόγησης και δενδροχρονολόγησης του πανεπιστημίου της Αριζόνα. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν μια παρόμοια χρονολόγηση σε έτη ραδιάνθρακα με αυτή της ανάλυσης άλλων οργανικών υλών από τη Θήρα και το Ακρωτήρι, που προέρχονται από περιβάλλοντα αμέσως πριν την ηφαιστειακή έκρηξη. Η εφαρμογή της καμπύλης βαθμονόμησης των ηλικιών του άνθρακα 14 που έχει αναπτυχθεί στο Πανεπιστήμιο της Αριζόνα (ICCP17) τοποθετεί το χρονικό αυτό σημείο μεταξύ του 1600 και 1540 π.Χ. και κατά συνέπεια προσδιορίζει μία χρονολόγηση της μινωικής έκρηξης στον πρώιμο 16^ο αι. π.Χ. (Pearson et al. 2018).



Εικ. 1 Άποψη του λόφου της Κοίμησης στο ΝΑ άκρο της Θηρασίας

Βιβλιογραφία

- Βουγιουκαλάκης Γ., 2015. «Η δημιουργία της Θηρασίας και η μορφολογία της την Ύστερη Εποχή του Χαλκού», στο Κ. Παλυβού και Ι. Τζαχίλη (επιμ.), *Θηρασία Ι. Μια διαχρονική διαδρομή*, Αθήνα, 21-31.
- Pearson Ch., Brewer P., Brown D., Heaton T., Hodgins G., Jull T., Lange T. and Salzer M., 2018. "Annual radiocarbon record indicates 16th century BCE date for the Thera eruption", *Science Advances* 4(8).

Early Bronze Age Manika on Euboea: a Cycladic colony or not?

A. Nafplioti

Homerton College, University of Cambridge, Hills Road, Cambridge, CB2 8PH

IMBB-FORTH, N. Plastira 100, Vasilika Vouton, Heraklion, GR-70013

Abstract

This paper explores the biological constitution (indigenous settlement vs. colony) of the Early Helladic II-III site of Manika on Euboea. It uses, for the first time in the Archaeology of Euboea, the remains of the people themselves and systematic strontium isotope ratio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) analysis of human teeth from the respective cemetery in order to characterize the population, distinguish between locals and non-locals (first generation immigrants) at the site and investigate whether Manika was a Cycladic colony. This widely-debated question fits well in the context of inter-regional cultural affinities in the Central Aegean during the Early Bronze Age that have been interpreted as evidence for population movement(s), residential mobility and the establishment of colonies by Cycladic islanders in the immediate Aegean region.

For the purposes of this study we measured $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ signatures from tooth enamel samples from a selected sixty-five individuals from Manika in order to determine their provenance and explore the possibility that non-locals are present among those analyzed. This paper presents and discusses these results and further focuses on specific issues such as the relationship between the geographical origins of the deceased on the one hand, the nature of the material culture associated with them, the spatial organization of the burial grounds and the grouping of non-local burials within a specific segment of the cemetery, on the other hand.

The origins of archaeometry in Greece: A narrative from the recent past

M. Deli

*Ministry of Culture and Sports, Directorate of Conservation of Ancient and Modern Monuments, 81, Pireos Str.
& Salaminas 105 53 Athens Tel: +30 210 32.15548 (236)*

Abstract

The aim of the research is to trace the origins of archaeometry in Greece and to narrate its infant steps through the work of the two first scientists that applied it in the country: the Bavarian Xavier Landerer after the establishment of the Greek nation-state and the Greek Konstantinos Zengelis between the Wars. The results of the research contribute to an eventual understanding of this relatively new scientific field, which is very closely linked with and has a tremendous impact on other scientific fields such as archaeology, heritage conservation and anthropological and sociological sciences. The methodological process of the research comprised of extensive mining and synthesis of archival and bibliographic records, in particular Greek periodicals, and a thorough analysis of published and unpublished material. The research has brought to light the archaeological findings and the monuments that constituted the core of the two scientists' work and the multi-dimensional scientific concerns that motivated them while carrying out their work in the, unknown at that time, scientific field of archaeometry. Although limited information is revealed on the technical processes and methods adopted by the two scientists, Xavier Landerer's and Konstantinos Zengelis' contributions on ancient technologies and the interpretation of the ancient world, set the basis and initial setting of the field of archaeometry in Greece. Further research on the two scientists' exact methodological approaches, the potential linkage between each other's work and their impact on the work of scientists that followed, will eventually enable us to follow the evolutionary road of archaeometry in Greece.

Bibliography

Ζέγγελis Κ., 1891. Ἡ Παρ' Ὀμήρῳ μεταλλουργία, *Προμηθεύς*, 'Ετος Α', 270-71.

Ζέγγελis Κ., 1924. Παρατηρήσεις περί τῶν ἐκ βρούνζου ἀρχαίων ἀντικειμένων: Ι. Περί τῆς διαβρωτικῆς πατίνας (λέπρας) τῶν ἀρχαίων βρούνζων, *Ἀρχαιολογική Ἐφημερίς*, 86- 90.

Λάνδερer, Ξ., 1854-1855 (1855). Περί τοῦ περιβλήματος τῶν ἀρχαίων νομισμάτων, *Ἀρχαιολογική Ἐφημερίς*, Περίοδος Πρώτη, 10-11, 1227.

Λάνδερer, Ξ., 1840-1843 (1840). Περί τοῦ φαιοῦ χρωματισμοῦ τῶν κιόνων τῶν ἀρχαίων ναῶν, *Ἀρχαιολογική Ἐφημερίς*, Περίοδος Πρώτη, 4-7, 430.

Λάνδερer, Ξ., 1840-1843 (1840). Περί χημικῆς ἀναλύσεως κυανοῦ χρώματος, *Ἀρχαιολογική Ἐφημερίς*, Περίοδος Πρώτη, 4-7, 430.



Εκτίμηση της επίδρασης των συντελεστών μετατροπής στην ακρίβεια των χρονολογήσεων με τη μέθοδο της οπτικά διεγερόμενης φωταύγειας. Νέοι συντελεστές μετατροπής

Ι. Χριστοδουλάκης

Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος», Αγία Παρασκευή, Αθήνα, 15310, Ελλάδα Πλήρης διεύθυνση

Ομάδα Φυσικής Κλίματος, Τομέας Φυσικής Περιβάλλοντος και Μετεωρολογίας, Τμήμα Φυσικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη Κτήριο Φυσικής V, 15784, Αθήνα, Ελλάδα

Περίληψη

Η Οπτικά Διεγερόμενη Φωταύγεια (ΟΔΦ) αποτελεί μια σχετικά σύγχρονη μέθοδο απόλυτης χρονολόγησης. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής απαιτεί, μεταξύ άλλων, και τη χρήση κάποιων συντελεστών, οι οποίοι αποκαλούνται «συντελεστές μετατροπής» (conversion factors). Οι συντελεστές αυτοί χρησιμοποιούνται προκειμένου να εκτιμηθεί ο ρυθμός ραδιενεργού δόσης που απορροφούν τα χρονολογούμενα ορυκτά εξαιτίας της ραδιενέργειας που εκπέμπουν τα κυριότερα ραδιενεργά στοιχεία που συναντώνται στο φυσικό περιβάλλον (Ουράνιο, Θόριο, Κάλιο, Ρουβίδιο). Βιβλιογραφικά, οι πρώτες εκτιμήσεις των τιμών των συντελεστών μετατροπής συναντώνται στην εργασία των Aitken and Bowman (1975). Από τότε, 11 ακόμα εργασίες έχουν δημοσιευτεί προτείνοντας διαφορετικές τιμές για τους συντελεστές αυτούς (Bell, 1976, 1977, 1979· Carriveau and Troka, 1978· Nambi and Aitken, 1986· Liritzis and Kokkoris, 1992· Aitken, 1998· Adamiec and Aitken, 1998· Guérin et al., 2011· Liritzis et al., 2013).

Το μεγάλο αυτό πλήθος διαθέσιμων τιμών των συντελεστών μετατροπής δημιουργεί δυο βασικά ερωτήματα: α) Ποιες τιμές από αυτές είναι καταλληλότερες για να χρησιμοποιηθούν κατά την εκτέλεση μιας χρονολόγησης με ΟΔΦ; β) Πόσο συγκρίσιμες μπορούν να είναι μεταξύ τους οι εκτιμήσεις ηλικιών που έχουν προκύψει με χρήση διαφορετικών τιμών συντελεστών μετατροπής;

Οι απαντήσεις των παραπάνω ερωτημάτων διερευνώνται στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Ξεκινώντας από το δεύτερο ερώτημα, παρουσιάζονται στατιστικά αποτελέσματα σύμφωνα με τα οποία υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι εκτιμώμενες ηλικίες δύναται να διαφέρουν σε ποσοστό μεγαλύτερο ακόμα και του 10%, ανάλογα με τους εφαρμοζόμενους συντελεστές μετατροπής. Το γεγονός αυτό, σύμφωνα με την άποψη του συγγραφέα, αποδεικνύει την ανάγκη που υφίσταται προκειμένου να υιοθετηθεί από την ερευνητική κοινότητα μια σαφής και συγκεκριμένη θέση ως προς τη χρήση συγκεκριμένων μόνο συντελεστών μετατροπής.

Στην προσπάθεια αυτή, ο συγγραφέας της παρούσας προτείνει ως αντιπροσωπευτικούς συντελεστές μετατροπής ένα σύνολο νέων συντελεστών η ανάπτυξη των οποίων στηρίζεται στη χρήση όλων των διαθέσιμων από το National Nuclear Data Center του Brookhaven National Laboratory μετρήσεων πυρηνικών ιδιοτήτων των εμπλεκόμενων ραδιενεργών στοιχείων.

Βιβλιογραφία

- Adamiec G. and Aitken M.J., 1998. "Dose-rate conversion factors: update", *Ancient TL* 16, 37-50.
- Aitken M.J., 1985. *Thermoluminescence Dating*, London, 381.
- Aitken M.J., 1998. *An Introduction to Optical Dating*. Oxford, 280.
- Aitken, M.J. and Bowman, S.G., 1975. TL dating: assessment of alpha particle contribution, *Archaeometry* 18, 132-38.
- Bell W.T., 1976. The assessment of the radiation dose-rate for thermoluminescence dating, *Archaeometry* 18, 107.
- Bell W.T., 1977. Thermoluminescence dating: revised dose-rate data, *Archaeometry* 19, 99.
- Bell, W.T., 1979. Thermoluminescence dating: dose rate data, *Archaeometry* 21, 243-46.
- Carriveau G.T. and Troka W., 1978. Annual dose rate calculations for TL dating, *Archaeophysika*, 10, 406-22.
- Guérin G., Mercier N. and Adamiec G., 2011. Dose-rate conversion factors: update, *Ancient TL* 29, 5-8.
- Liritzis I. and Kokkoris M., 1992. Revised dose-rate data for thermoluminescence/ ESR dating, *Nuclear Geophysics*, 6, 423-43.
- Liritzis I., Stamoulis K., Papachristodoulou C. and Ioannides K., 2013. A re-evaluation of radiation dose-rate conversion factors, *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 13(3), 1-15.
- Nambi K.S.V. and Aitken M.J., 1986. Annual dose conversion factors for TL and ESR dating, *Archaeometry* 28, 202-5.

Towards a dialogic perpetuation of cultural heritage

D. Makris

Department of Interior Architecture, Faculty of Applied Arts and Civilization, University of West Attica, 12243 Athens, Greece.

Abstract

The perpetuation of cultural tangible and intangible artworks is an increasing domain in digital heritage populated by scientific fields such as 3D acquisition, 3D and semantic modelling, building information modelling, generative modelling, and augmented reality (Georgopoulos, 2017), (Ioannides et al. 2017). The overall digital framework is based on a series of multi layer workflows which in turn integrate implicit and explicit knowledge from diverge scientific disciplines, such as archaeometry, archaeology, conservation, architecture, museology, computer graphics, digital humanities and digital entertainment (Liritzis et al. 2019), (Makris et al. 2018). It is worth recalling that the involved disciplines were concerned – in a broader sense – with the production and consumption of cultural heritage works – events.

The main question is: in which ways could cultural heritage perpetuation move towards in order to ensure individuals' experiences that presents a world always becoming. On a wider approach we would like to confront questions and hypothesis concerning the individuals' engagement with cultural heritage environments and events (caves, landscapes, museums). In particular, the goals of the current ongoing research is on the one hand to theoretically and methodologically approach an overlapping multi-disciplinary era of cultural heritage's perpetuation as a result of archaeometric methods and augmented reality approaches in order to reveal the collective and cultural memory of places and peoples. On the other hand, to discuss the capabilities – potential of Augmented Reality in expressing aspects of collective and cultural memory of heritage, and enhancing the role of archaeometric quantitative and qualitative knowledge towards the individuals' engagement with cultural heritage works – events.

The dialogic perpetuation framework integrates to main poles. The first includes the digital acquisition based Building Information Modeling, and a newly proposed that of Generative-BIM. All such methodologies rely on 3D geometric and semantic acquisition. The second pole is Augmented Reality, as state-of-the art technological methodologies, that have overcome the borders of technological approaches and appeared as theoretical and philosophical questions. AR could append towards the typical four categories of spatial proximities scales: figural, vista, environmental and geographical space where we impose four strategies that underlying a storytelling AR typology (reinforcing, recontextualization, remembering and re-embodiment) (Moiras Makris, 2018).

The AR is an immersive process which could redefines the individuals from a preconceived observer to a progressive active participant. We emphasize towards a model of immersive experience that is

focused on meaning, feelings, values and connotations as resulted of associative cultural heritage's works – events. The conception of perpetuation aided by deep digital methodologies enables the cultural heritage's emergence as a consonantly field of significance and meaning that is capable to tolerate multiple interpretations. Especially during our-days when human and natural unfortunate events threaten the continuity of our heritage civilization.

Bibliography

- Georgopoulos A., 2018. "Contemporary Digital Technologies at the Service of Cultural Heritage", in B. Chanda, S. Chaudhuri, S. Chaudhury (eds.), *Heritage Preservation*, Singapore, 1–20. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7221-5_1
- Ioannides M., Magnenat-Thalmann N. and Papagiannakis G. (eds.), 2017. *Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-49607-8>.
- Liritzis I, and Korka E., 2019. "Archaeometry's Role in Cultural Heritage Sustainability and Development". *Sustainability* 11(7):1972.
- Makris D., Vlachou M.A. and Karampinis L. 2018. "Digital Color Restoration of Vandalized Monument's Frescoes", in Kouli M., Zezza F., Kouli D. (eds.), *10th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin. MONUBASIN 2017*, 561-9. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-319-78093-1_61
- Moira M. and Makris, D., 2018. "Cultural memory in its spatio-narrative augmented reality", *International Journal of Media & Cultural Politics* 14(2), 153–71, doi: 10.1386/macp.14.2.153_1

Endoscopy and qualitative archaeometric material analysis from microns to meters using ultrasounds

G. Th. Karagiannis

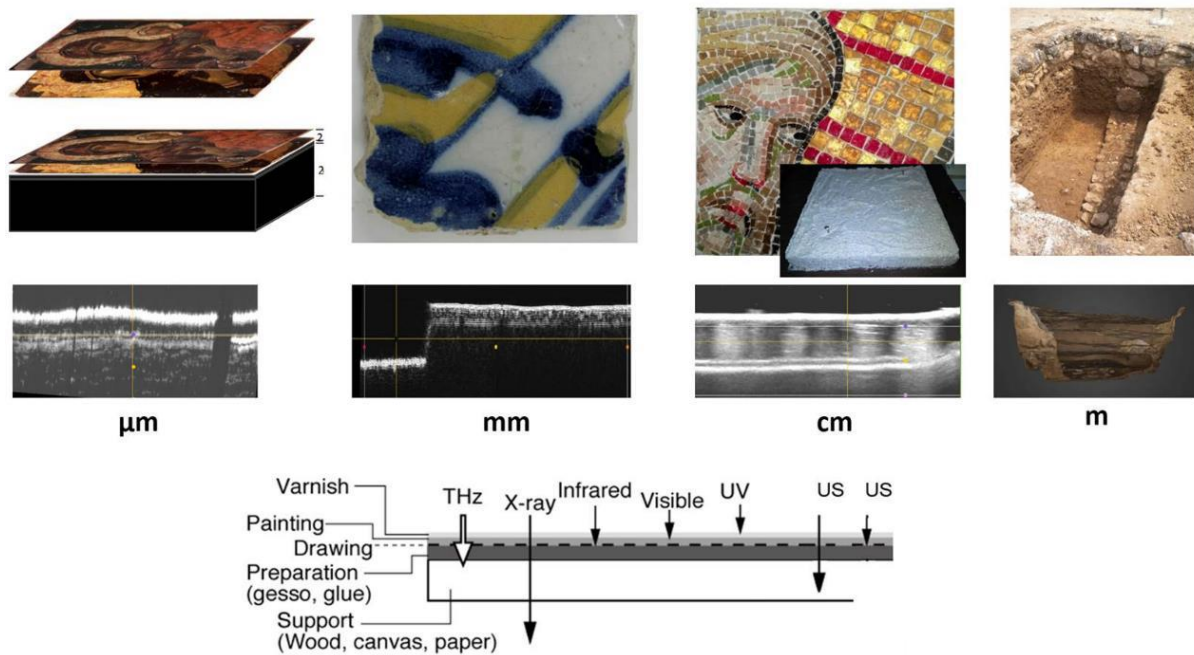
“ORMYLIA” Foundation, Art Diagnosis Center, GR-63071, Ormylia, Chalkidiki, Greece

Abstract

This paper demonstrates the non-destructive endoscopy and qualitative in-depth analysis of cultural heritage objects with dimensions starting from microns till meters. The core modality for this non-destructive operation is the powerful ultrasonic module of “ORMYLIA” Foundation infrastructure.

The main part of an ultrasonic system is the piezoelectric transducer, which is induced by an electric pulse produced by the transmit / receive system, producing in turn an acoustic pulse. This pulse is emitted into the underlying structure and then the successive reflections of the acoustic wave on the various layers, of the structure under consideration, are again gathered from the piezoelectric transducer. However, this time the operation is reversed since it transforms the acoustic echoes into an electrical signal received in the transmit/receive system. Depending on the area of measurement, a distinction is made between single point scanning (A-scan), tomographic scanning (B-scan) and volume scanning (C-scan). Finally, the discretion of the acoustic microscope depends on its central operating frequency, which is directly related to the physical properties of the piezoelectric transducer, such as its dimensions. In particular, the resolution is increased by the frequency with the drawback that the penetration depth of the acoustic wave is reduced. For this reason, transducers of various central frequencies will be used to extract the maximum possible information.

From the archaeometric point of view, there is a huge variety of cultural heritage objects that require analysis of their inner structures, such as coins, wall-paintings, ceramic objects, mosaics of tesserae patterns hidden under mortar elements, excavations, etc. It is evident that there is a wide scale for the ultrasonic analysis. Starting from the micrometric order, high frequency ultrasounds (over 100 MHz) are utilized, thus enabling the discrimination between different layers of paintings. As the frequency is lowered, at approximately 50 MHz, the qualitative material analysis can be performed using advanced signal processing algorithms, such as spectral mapping and auto-regressive models, for the characterization of items such as azulejos. As frequency is approaching 10 MHz, the acoustic waves penetrate into deeper layers and hidden structures, like mosaics or wall-paintings, under cm thick mortar elements can be accurately revealed. Finally, entire excavations can be analyzed, using even lower acoustic frequencies or/and infrared imaging modalities.



Acknowledgement

This work is supported by the project “HELLAS-CH” (MIS 5002735) which is implemented under the “Action for Strengthening Research and Innovation Infrastructures”, funded by the Operational Programme “Competitiveness, Entrepreneurship and Innovation” (NSRF 2014-2020) and co-financed by Greece and the European Union (European Regional Development Fund)

ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ
ΑΝΟΙΧΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

On the scaling of the global average surface temperature during last two million years

John Christodoulakis ^(1, 2), George Kouremadas ⁽²⁾ and Costas Varotsos ⁽²⁾

(1) *Laboratory of Archaeometry, Institute of Nanoscience and Nanotechnology, National Centre for Scientific Research "Demokritos", Aghia Paraskevi, Athens, 15310, Greece*

(2) *Climate Research Group, Section of Environmental Physics and Meteorology, Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens, University Campus Bldg. Phys. V, 15784 Athens, Greece*

Abstract

In 2016, Carolyn W. Snyder (Snyder, 2016) presented a global average surface temperature (GAST) reconstruction covering the last two million years. That research was based on the available in literature sea-surface temperature (SST) proxy reconstructions and related statistical processes. The aim of the present analyses is to investigate time scaling in both the GAST time series and the SST proxies used for GAST reconstruction. These plausible scaling features have the potential to reveal the presence of long-range correlations (LRC) in the studied records and allow for a comparative analysis between the source data and the final GAST reconstruction.

A common difficulty in analysing long time series is non-stationarity of the data. To overcome this difficulty, we use the Detrended Fluctuation Analysis (DFA) and Haar wavelet analysis (HWA) techniques to look for LRC. DFA technique introduced by Peng et al. (1994) and its main advantage is that it permits the detection of intrinsic self-similarity in non-stationary time series. According to Lovejoy and Schertzer (2012), both DFA and HWA produce very similar estimations of scaling exponents. Nevertheless, HWA has the advantage of being numerically faster, theoretically simpler and physically easier to interpret.

Among the most important findings of this research is that, according to the DFA results, the slope of log-log plot of the change in GAST root-mean-square fluctuation function versus temporal interval (in thousands of years) is greater than 0.5. The physical meaning of this preliminary finding is that small positive or negative GAST fluctuations in the past will be followed by fluctuations of the same sign in the future but with a magnified amplitude (e.g. Varotsos, 2005)

More details will be presented in the paper, along with potential physical mechanisms causing LRC behaviour of GAST.

Bibliography

Lovejoy, S., and Schertzer, D., 2012. Haar wavelets, fluctuations and structure functions: convenient choices for geophysics, *Nonlinear Processes in Geophysics*, 19, 513–527.



- Peng, C.K., Buldyrev, S.V., Havlin, S., Simons, M., Stanley, H.E. and Goldberger, A.L., 1994, Mosaic organization of DNA nucleotides. *Physical Review E*, 49, 1685–1689.
- Snyder, C.W., 2016. Evolution of global temperature over the past two million years, *Nature*, 538, 226-228.
- Varotsos, C., 2005. Power-law correlations in column ozone over Antarctica. *International Journal of Remote Sensing* 26 (16), 3333-3342.

Οδοιπορικό στον Μυστρά: Η Ψηφιακή Αφήγηση της Πολεοδομικής Εξέλιξης της Καστροπολιτείας

Β. Παναγιωτίδη ⁽¹⁾ και Ν. Ζαχαριάς ⁽¹⁾

(1) Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Ανατολικό Κέντρο, Καλαμάτα 24100

Περίληψη

Ένας χάρτης αποτελεί μια στατική απεικόνιση μελέτης του φυσικού χώρου, αντίστοιχα, η μελέτη της ανθρώπινης δραστηριότητας στον χρόνο αποτελεί με τη σειρά του αντικείμενο της επιστήμης της αρχαιολογίας. Ο συνδυασμός και η σύγκριση της χωρικής και χρονικής εξέλιξης της ανθρώπινης δραστηριότητας σε ένα περιβάλλον αποτελεί μια εξαιρετική ερευνητική κατεύθυνση στην μελέτη της ανθρώπινης ιστορίας. Στόχος της εργασίας αυτής είναι η οπτικοποίηση και προβολή με τη χρήση σύγχρονων ψηφιακών μέσων της εξέλιξης στον χώρο και στον χρόνο της Βυζαντινής Καστροπολιτείας του Μυστρά.

Η πόλη του Μυστρά είναι η καλύτερα σωζόμενη Βυζαντινή πολιτεία στην Ελλάδα. Η Καστροπολιτεία του χωροθετείται στην δυτική Λακωνία έξι χιλιόμετρα νοτιοδυτικά της Σπάρτης και ιδρύθηκε από τον Φράγκο διοικητή Γουλιέλμο Β' Βιλεαρδουίνο που κτίζει κάστρο στην κορυφή του λόφου Μυζηθρά το 1249 για τον έλεγχο της κοιλάδας του Ευρώτα που εξελίσσεται σε σημαντικό οικισμό της περιοχής. Ο Μυστράς περνάει σε Βυζαντινή κυριαρχία το 1259 και εν συνεχεία από σημαντικό αριθμό φάσεων άνθησης, διαφορετικών κυριαρχιών και πληθυσμιακών αλλαγών (Σίνος 2009). Αυτές οι αλλαγές αντανακλώνται στον πολεοδομικό ιστό της πόλης και εξελίσσονται εικονικά με την παρουσίαση έξι διαφορετικών φάσεων της πόλης του Μυστρά σε ψηφιακό χάρτη ανεπτυγμένο σε Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα – ΓΠΣ (Αρβανιτόπουλος, 2004). Με την ψηφιακή απεικόνιση της εξέλιξης του χώρου παρουσιάζεται η αφήγηση της ιστορίας του Μυστρά, της χωρικής εξέλιξης της πόλης στο χρόνο περιλαμβάνοντας και επιπλέον πληροφορία όπως περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά, πληθυσμιακά στοιχεία, σύγκριση με το σύγχρονο περιβάλλον και προοπτική περαιτέρω ανάλυσης των χαρακτηριστικών της πόλης σε επίπεδο γεωμορφολογίας, χωροθέτησης, προσβασιμότητας κλπ.

Η μεθοδολογία περιλαμβάνει ψηφιοποίηση ιστορικών χαρτών με την αναγνώριση στοιχείων του σημερινού τοπίου ως σημεία αναφοράς και αντιστοίχισης κλίμακας. Ορθοφωτοχάρτες συνθέτουν το φόντο της περιοχής σήμερα πάνω στο οποίο έχουν μεταφερθεί, χρησιμοποιώντας σημεία αναφοράς, τα στοιχεία των ιστορικών χαρτών αναπτύσσοντας διαδοχικά επίπεδα. Ξεχωριστά επίπεδα στο ΓΠΣ εμπεριέχουν πληθυσμιακά στοιχεία και ιστορική πληροφορία συνθέτοντας έτσι μια σημαντική βάση δεδομένων ιστορικής πληροφορίας (Αναγνωστάκης κ.ά., 2014). Απώτερος στόχος της εργασίας είναι η δημιουργία ενός δυναμικού χάρτη με διαφορετικά επίπεδα πληροφορίας διαθέσιμο στο ευρύτερο κοινό ως εναλλακτικό μέσο πληροφόρησης και προβολής για την κατανόηση της εξέλιξης του χώρου από τον Γουλιέλμο Β Βιλεαρδουίνο μέχρι την εγκατάλειψή του το 1953 από τους τελευταίους

κατοίκους, αναδεικνύοντας την συμβολή των ψηφιακών τεχνολογιών στην Πολιτισμική Διαχείριση (Panagiotidis et al 2019).

Βιβλιογραφία

- Η Καστροπολιτεία του Μυστρά, 2005. *Ιστορία & Χαρακτήρας της Βυζαντινής Πόλης [online]:* <https://www.culture.gr/mystras-edu/history/index.html#>
- Σίνος Στ., 2009. «Τα Μνημεία του Μυστρά, Το έργο της Επιτροπής Αναστήλωσης Μνημείων Μυστρά», Αθήνα: Ταμείο Διαχείρισης Πιστώσεων για την εκτέλεση Αρχαιολογικών Έργων Επιτροπή Αναστήλωσης Μνημείων Μυστρά, 11-22.
- Αρβανιτόπουλος Στ., 2004. *Η Πόλη του Μυστρά: Όψεις της Οργάνωσης και Λειτουργίας ενός Υστεροβυζαντινού Αστικού Συνόλου με Βάση της Πηγής και τα Κοσμικά Κτήρια*. (Διδακτορική Διατριβή Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών).
- Αναγνωστάκη Κ., Πετμεζάς Σ. και Σαρρής Απ., 2014. «Διαβάζοντας ιστορία πάνω σ' ένα χάρτη: το ενετικό κτηματολόγιο της Βοστίτσας», στο 3^ο Συμπόσιο Arch_RNT-Αρχαιολογικής Έρευνας και Νέες Τεχνολογίες. Καλαμάτα, 31-8.
- Panagiotidis V., Malaperdas G., Palamara E., Valantou V. and Zacharias N., 2019. "Information Technology, Smart Devices and Augmented Reality Applications for Cultural Heritage Enhancement: The Kalamata 1821 Project", in *1st International Transdisciplinary Multispectral Modelling and Cooperation for the Preservation of Cultural Heritage, Athens*. Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12957-6_15.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ-ΧΟΡΗΓΟΙ

IPERION-CH.gr: Καινοτόμες μέθοδοι, τεχνικές και εργαλεία με εφαρμογές στην ανάλυση, διάγνωση, τεκμηρίωση, μελέτη, προστασία και ανάδειξη αρχαιολογικών αντικειμένων, έργων τέχνης, ιστορικών μνημείων και αρχαιολογικών χώρων

Π. Πουλή ⁽¹⁾, Σ. Σωτηροπούλου ⁽¹⁾ και Δ. Άγγλος ⁽¹⁾

(1) Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής και Λέιζερ, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΗΔΛ-ΙΤΕ), Τ.Θ. 1385, 71110 Ηράκλειο, Κρήτη

Περίληψη

Η Ερευνητική υποδομή IPERION-CH.gr / E-RIHS.gr αποτελεί βασικό πυλώνα της διεπιστημονικής Εθνικής Ερευνητικής Υποδομής (ΕΕΥ) HELLAS-CH, url: hellasch.iesl.forth.gr, εντάσσεται στο ευρύτερο Ευρωπαϊκό Οικοσύστημα των Ερευνητικών Υποδομών ως εθνικός εκπρόσωπος/κόμβος του E-RIHS.eu και προσφέρει πρόσβαση σε προηγμένες πειραματικές εγκαταστάσεις και ευέλικτα ολοκληρωμένα εργαλεία και τεχνολογίες στον τομέα της Πολιτιστικής Κληρονομιάς (Heritage Science).

Η έρευνα στο πλαίσιο του IPERION-CH.gr αποβλέπει αφενός στην τεχνολογική ενίσχυση υπάρχουσας οργανολογίας και μεθοδολογιών για την μελέτη, συντήρηση και τεκμηρίωση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, αφετέρου στην επιστημονική ανάπτυξη νέων καινοτόμων και αξιόπιστων εργαλείων που θα επιτρέψουν στους χρήστες-μελετητές να προσεγγίσουν τις απαιτητικές ερευνητικές προκλήσεις στον τομέα της επιστήμης της Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

Δίνεται στους ερευνητές-χρήστες που δραστηριοποιούνται στο ευρύ πεδίο της πολιτιστικής κληρονομιάς δυνατότητα πρόσβασης στον πολυδιάστατο ιστό της ερευνητικής υποδομής, η οποία διαρθρώνεται σπονδυλωτά επί του τρίπτυχου μοτίβου “micro – macro – info”. Αυτοί οι όροι υποδηλώνουν και τις ουσιώδεις γνωστικές συνιστώσες, που είναι απαραίτητες για την περιγραφή, ανάλυση, μελέτη, κατανόηση, τεκμηρίωση και διατήρηση της υλικής Πολιτιστικής κληρονομιάς και επιγραμματικά περιλαμβάνουν:

“Micro”

- Αναλυτικές τεχνικές βασιζόμενες στη χρήση οπτικών τεχνολογιών και σύγχρονων πηγών λέιζερ για την ανάλυση υλικών και την απεικονιστική μελέτη αρχαιολογικών-ιστορικών αντικειμένων, έργων τέχνης και μνημείων
- Προηγμένες μεθόδους για τη μελέτη αρχαίου γενετικού υλικού
- Σύγχρονες τεχνολογίες λέιζερ για τη συντήρηση και αποκατάσταση έργων πολιτιστικής κληρονομιάς

“Macro”

- Γεωφυσικές μετρήσεις για τον μακροσκοπικό έλεγχο και χαρτογράφηση αρχαιολογικών και ιστορικών χώρων, συμπεριλαμβανομένων και υποβρύχιων τοπίων

“Info”

- Ανάπτυξη καινοτόμων εργαλείων αποδοτικής διαχείρισης πειραματικών δεδομένων, που επιτρέπει σε ομάδες χρηστών και ευρύτερες επιστημονικές κοινότητες να εκμεταλλευτούν την αλληλένδετη, πολυσχιδή πληροφορία, που συλλέγεται από τις μελέτες επιπέδου «micro» ή «macro».

Η Ερευνητική Υποδομή στελεχώνεται από τα Ινστιτούτα του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ): Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής και Λέιζερ (ΙΗΔΛ), Ινστιτούτο Μεσογειακών Σπουδών (ΙΜΣ), Ινστιτούτο Μοριακής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας (ΙΜΒΒ), Ινστιτούτο Υπολογιστικών Μαθηματικών(ΙΥΜ), Ινστιτούτο Πληροφορικής (ΙΠ) και το Ίδρυμα Ορμύλια – Διαγνωστικό Κέντρο Έργων Τέχνης (ΙΟ-ΔΚΕΤ).

Η παρουσίαση έχει σκοπό την περιγραφή των δράσεων της Εθνικής Ερευνητικής Υποδομής, των δυνατοτήτων πρόσβασης στους ερευνητές-χρήστες που δραστηριοποιούνται στο ευρύ φάσμα εφαρμογών στην πολιτιστική κληρονομιά καθώς και των προοπτικών που ανοίγονται σε εθνικό και διεθνές επίπεδο στον τομέα της Επιστήμης της Κληρονομιάς.

Ίδρυμα “ORMYLIA”, έξυπνη εξειδίκευση-καινοτομία για την τεκμηρίωση της πολιτιστικής μας κληρονομιάς

G. Th. Karagiannis

“ORMYLIA” Foundation, Art Diagnosis Center, GR-63071, Ormylia, Chalkidiki, Greece

Περίληψη

Τα εργαστήρια του ιδρύματος "ORMYLIA" διέπονται από μια ολιστική και κοινή προσέγγιση όσον αφορά τις διάφορες εφαρμογές που αφορούν το εργαστήριο, συνδυάζοντας διάφορες τομογραφικές μη επεμβατικές τεχνολογίες με ανάλυση σε επίπεδο μικρομέτρων έως και μέτρων παρέχοντας λύσεις από την απόκτηση υψηλής πιστότητας πληροφοριών, τη συμβατική αποθήκευση σε βάσεις δεδομένων (σε DICOM μορφή) με σημασιολογική ευρετηρίαση και ανάκτηση των πληροφοριών και με την τελική παρουσίαση τελικού χρήστη σε μια σειρά από διαφορετικές μεθόδους, φιλική προς το χρήστη 3D ενδοσκοπική πλοήγηση ... εξυπηρετώντας την τεκμηρίωση αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς διαφόρων τεχνολογιών και υλικών, την ανάπτυξη και εφαρμογή βιοϊατρικών τεχνολογικών αναγκών και κλινικών εφαρμογών, κοινωνικών δράσεων και βιομηχανικών λύσεων ...

Όλες οι γνωστές και δημοσιευμένες, σε μια ορισμένη έκταση, παραπάνω επιστημονική και εφαρμοσμένη εργασία υποστηρίζονται από ένα σημασιολογικά κοινό όραμα μεταξύ της αρχαιοελληνικής και ορθόδοξης κληρονομιάς μας και της επιστήμης της πληροφορίας και της επεξεργασίας σημάτων

Ειδικές περιπτώσεις ανάλυσης αντικειμένων της πολιτιστικής μας κληρονομιάς θα παρουσιαστούν προς επίρρωση των ανωτέρων.

Ευχαριστίες

Το έργο αυτό υποστηρίζεται από το έργο «HELLAS-CH» (MIS 5002735) το οποίο υλοποιείται στο πλαίσιο της «Δράσης για την Ενίσχυση Υποδομών Έρευνας και Καινοτομίας», που χρηματοδοτείται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία» (ΕΣΠΑ 2014-2020) και συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης).



Modern TEM Applications on Cultural Heritage Materials: How to Access in Greece

E. Palamara

ART-E SOLUTIONS PC, 18 Sfaktirias str., 24 133, Kalamata, Greece

Laboratory of Archaeometry, University of the Peloponnese, Old Camp, 24 133 Kalamata, Greece

Abstract

Scientific studies of Cultural Heritage materials are usually focused towards the characterisation of corrosion product from artefacts for better preservation, determination of production technologies and the identification of raw materials used in the production of pigments, glass, decorated pottery, metals, etc. To assist the above issues, the introduction of advanced Transmission Electron Microscopy (TEM) techniques aims to uniquely characterize Cultural Heritage artefacts and archaeological materials.

ART E SOLUTIONS specializes in the use of advanced TEM techniques (Electron diffraction Tomography, Image Tomography, EDS & Electron Energy Loss Spectroscopy) for highly localized analysis down to nm scale for identification of particles, phase/orientation mapping down to nm scale. Additionally, SEM Cathodoluminescence (SEM-CL) in combination with SEM-EDS can be applied for the detailed characterization of metal, alloys, ceramics, glass, (organic and inorganic) pigments, minerals and mortars.

These innovative techniques allow addressing issues of provenance of raw materials and determination of the production technology of Cultural Heritage artefacts for a wide spectra of organic and inorganic material. Additionally, they require the extraction of very small micro-samples (mm^2 to μm^2), proving particularly useful in the study of Cultural Heritage materials.

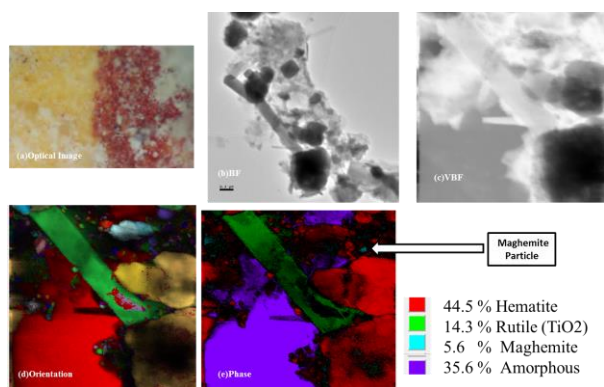


Figure 4. Orientation and phase map (d,e) of one of the pre-hispanic maya red colour pigments from murals coming from Mayapan archaeological site (Yucatan Peninsula, Mexico) (REF: S. Nicolopoulos, P. P. Das, A. G. Pérez *et al.*, “Novel TEM Microscopy and Electron Diffraction Techniques to Characterize Cultural Heritage Materials: From Ancient Greek Artefacts to Maya Mural Paintings,” Scanning, 2019)

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ





ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ

A

- Adam E. (Αδάμ Ε.), *Θ. VI_08* **185**
- Agglos D. (Άγγλος Δ.), *01* **249**
- Akyüz S., *Θ. VI_01* **171**
- Alexander M., *Θ. III_03* **69**
- Alexopoulos G. (Αλεξόπουλος Γ.), *Θ. III_04* **71**
- Aloupi-Siotis E. (Αλούπη-Σιώτη Ε.), *Θ. V_01* **129**, *Θ. V_P1* **143**, *Θ. V_P12* **165**, *Θ. VII_02* **223**
- Anagnostopoulos D. (Αναγνωστόπουλος Δ.), *Θ. VI_P7* **205**, *Θ. VI_P8* **207**
- Anevlavi V., *Θ. VI_03* **175**
- Apostolaki Chr., *Θ. IV_03* **87**
- Archimandrite Kaisarios Chronis, *Θ. VI_01* **171**
- Argyriou N. (Αργυρίου Ν.), *Θ. VII_03* **227**
- Argyropoulos V. (Αργυρόπουλος Β.), *Θ. VII_02* **223**
- Asvestas A. (Ασβεστάς Α.), *Θ. VI_P7* **205**

B

- Bassiakos Y. (Μπασιάκος Ι.), *Θ. I_02* **7**, *Θ. I_P1* **27**, *Θ. I_P3* **31**, *Θ. I_P8* **41**, *Θ. IV_02* **85**, *Θ. IV_0387*, *Θ. IV_05* **91**, *Θ. IV_011* **103**, *Θ. IV_P1* **109**, *Θ. IV_P2* **111**
- Beltsios K. (Μπέλτσιος Κ.), *Θ. VI_P7* **205**, *Θ. VI_P8* **207**
- Betina L., *Θ. V_02* **131**
- Blue L., *Θ. I_P5* **35**
- Bode M., *Θ. IV_05* **91**
- Borboli E. (Μπορμπόλη Ε.), *Θ. VI_P2* **195**
- Boyatzis S. (Μπογιατζής Σ.), *Θ. VI_02* **173**, *Θ. VI_05* **179**
- Brecoulaki H., *Θ. VI_09* **187**, *Θ. VII_02* **223**
- Buxeda i Garrigós J., *Θ. V_P2* **145**

C

- Caliri C., *Θ. VI_09* **187**, *Θ. VI_P3* **197**, *Θ. VII_02* **223**
- Cantoro G., *Θ. VII_03* **227**
- Caruso F., *Θ. V_P5* **151**
- Celik S., *Θ. VI_01* **171**
- Charalambous A. (Χαραλάμπους Α.), *Θ. IV_04* **89**, *Θ. IV_P1* **109**
- Charalambous E. (Χαραλάμπους Ε.), *Θ. VI_P12* **215**



Chatzoglou A. (Χατζόγλου Α.), *Θ.VI_P13* **217**
Choleva M., *Θ.V_P3* **147**
Christodoulakis I. (Χριστοδουλάκης Ι.), *Θ.VII_O7* **235**, *Θ.VII_P1* **243**
Christodoulou D., *Θ.II_O4* **51**
Christodoulou K., *Θ.V_O6* **139**
Chroni A. (Χρόνη Α.), *Θ.II_O7* **57**
Collins M.J., *Θ.III_O3* **69**

D

Dafas K.A. (Δάφας Κ.Α.), *Θ.IV_O12* **105**
Das P.P., *Θ.V_O3* **133**
Davis J., *Θ.I_O6* **15**
Dédérrix S., *Θ.IV_P1* **109**
Deli M., *Θ.VII_O6* **233**
Dermitzakis M. (Δερμιτζάκης Μ.), *Θ.I_P3* **31**
Diamandi N. (Διαμαντή Ν.), *Θ.II_P1* **61**
Di Biase F., *Θ.VII_O3* **227**
Dimas X., *Θ.II_O4* **51**
Dimitriou V.E. (Δημητρίου Β.Ε.), *Θ.IV_O11* **103**
Donati J., *Θ.VII_O3* **227**
Dougla M. (Ντούγκα Μ.), *Θ.VI_P62* **03**
Drinia H., *Θ.I_P5* **35**
Dristiliaris D. (Δριστιλιάρης Δ.), *Θ.VI_P7* **205**

E

Evelpidou N., *Θ.I_P5* **35**

F

Facorellis Y. (Φακορέλλης Γ.), *Θ.I_O5* **13**, *Θ.I_O10* **23**, *Θ.VI_O2* **173**, *Θ.VI_O6* **181**
Fakiris E., *Θ.II_O4* **51**
Farmakalidou E.V. (Φαρμακαλίδου Ε.Β.), *Θ.VI_O5* **179**
Ferentinos G., *Θ.II_O4* **51**
Filippaki E. (Φιλιππάκη Ε.), *Θ.I_O2* **7**, *Θ.I_P1* **27**, *Θ.I_P8* **41**, *Θ.IV_O2* **85**, *Θ.IV_O3* **87**, *Θ.IV_O5* **91**, *Θ.IV_O9* **99**, *Θ.IV_O11* **103**, *Θ.IV_P1* **109**, *Θ.IV_P2* **111**, *Θ.IV_P6* **119**, *Θ.VI_P7* **205**, *Θ.VI_P8* **207**
Filippidi E., *Θ.III_O6* **75**



Foka A., *Θ.IV_P4* **115**

Fotiou S., *Θ.VI_P3* **197**

G

Georgiou Ch., *Θ.I_P1* **27**

Georgiou N., *Θ.II_O4* **51**

Geraga M., *Θ.II_O4* **51**

Gkanetsos Th. (Γκανέτσος Θ.), *Θ.IV_P4* **115**, *Θ.VI_O1* **171**, *Θ.VI_P2* **195**, *Θ.VI_P6* **203**

Gourtzioumi I. (Γκουρτζιούμη Ι.), *Θ.IV_O2* **85**

Grigoropoulos D., *Θ.V_P4* **149**

H

Handberg S., *Θ.V_P5* **151**

Hein A., *Θ.IV_O2* **85**, *Θ.V_O2* **131**, *Θ.V_O6* **139**, *Θ.V_P4* **149**, *Θ.V_P8* **157**, *Θ.V_P9* **159**,

Hodgins G., *Θ.VII_O4* **229**

I

Iliopoulos I. (Ηλιόπουλος Ι.), *Θ.IV_O8* **97**, *Θ.V_O4* **135**, *Θ.V_P6* **153**, *Θ.V_P11* **163**, *Θ.VI_O8* **185**

Iñáñez J. G., *Θ.V_P2* **145**

K

Kakoulaki G. (Κακουλάκη Γ.), *Θ.VII_O3* **227**

Kalayci T., *Θ.VII_O3* **227**

Kalogeropoulos N., *Θ.III_O2* **67**

Kalogirou A. (Καλογήρου Α.), *Θ.V_P1* **143**

Kampolis I., *Θ.II_O2* **47**

Kampouroglou E.E. (Καμπούρογλου Ε.Ε.), *Θ.I_O8* **19**

Kampouroglou E.M. (Καμπούρογλου Ε.Μ.), *Θ.I_O8* **19**

Kanelloroulou D. (Κανελλοπούλου Δ.), *Θ.VI_P13* **217**

Kantarelou V. (Κανταρέλου Β.), *Θ.IV_P3* **113**, *Θ.VI_O9* **187**, *Θ.VII_O2* **223**

Kantiranis N.M.V. (Καντηράνης Ν.Μ.Β.), *Θ.VI_P12* **215**

Kaparou M., *Θ.V_P10* **161**, *Θ.VII_O2* **223**

Kapetanios A., *Θ.II_O3* **49**

Kapourani E. (Καπουράνη Ε.), *Θ.I_O4* **11**

Karagiannis G.Th., *Θ.VII_O9*, **239**, *O2* **251**



Karaindrou K. (Καραϊνδρου Κ.), Θ.IV_O2 **85**, Θ.IV_P2 **111**

Karapanagiotis I. (Καραπαναγιώτης Ι.), Θ.VI_O4 **177**

Karkanis P. (Καρκάνης Π.), Θ.I_O6 **15**

Karydas A.G. (Καρύδας Α.Γ.), Θ.IV_P3 **113**, Θ.VI_O9 **187**, Θ.VI_P3 **197**, Θ.VII_O2 **223**

Karydis Ch. (Καρύδης Χ.), Θ.VI_P10 **211**, Θ.VI_P13 **217**

Kassianidou V. (Κασσιανίδου Β.), Θ.IV_O1 **83**, Θ.IV_P1 **109**

Katsaros I. (Κατσάρος Η.), Θ.IV_P9 **125**

Katsaros Th. (Κατσαρός Θ.), Θ.VI_O10 **189**, Θ.VI_P4 **199**, Θ.VI_P5 **201**

Katsikis G. (Κατσίκης Γ.), Θ.VI_O7 **183**

Kaza K. (Καζά Κ.), Θ.IV_O2 **85**

Kazantzaki M., Θ.I_O2 **7**, Θ.I_P1 **27**, Θ.I_P8 **41**

Kiderlen M., Θ.IV_O5 **91**

Kilikoglou V., Θ.V_O2 **131**, Θ.V_O6 **139**, Θ.V_P8 **157**, Θ.V_P9 **159**

Kiriati E., Θ.V_P3 **147**

Kissas K. (Κίσσας Κ.), Θ.VII_O3 **227**

Kladouri N.K. (Κλαδούρη Ν.Κ.), Θ.IV_P3 **113**

Kokiasmenou E., Θ.VI_O9 **187**, Θ.VII_O2 **223**

Kokkaliari M (Κοκκαλιάρη Μ.), Θ.VI_O8 **185**

Kolaiti E., Θ.I_O3 **9**, Θ.I_P2 **29**

Kontimpa M., Θ.VII_O2 **223**

Kontopoulos I. (Κοντόπουλος Ι.), Θ.III_O3 **69**

Kordella S., Θ.II_O4 **51**

Kostomitsopoulou Marketou A., Θ.V_P5 **151**

Kotzamani D., Θ.IV_P4 **115**

Kougia N., Θ.V_P6 **153**

Kouka O. (Κουκά Ο.), Θ.V_P7 **155**

Kouloumpi E. (Κουλουμπή Ε.), Θ.VI_P10 **211**

Kouremadas G., Θ.VII_P1 **243**

Kousouni Ch.K., Θ.IV_P4 **115**, Θ.VI_P11 **213**

Kouzeli K., Θ.V_P5 **151**

Kucukdemirci M., Θ.VII_O3 **227**

L

Ladstätter S., Θ.VI_O3 **175**

Laskaris N. (Λάσκαρης Ν.), Θ.VI_P6 **203**

Lin A., Θ.I_O2 **7**, Θ.I_P8 **41**



Liritzis I. (Λυριτζής Ι.), *Θ.ΙΙΙ_Ο3* **69**
Loukopoulou P. (Λουκοπούλου Π.), *Θ.VI_Ο2* **173**

M

Madrid i Fernández M., *Θ.V_P2* **145**
Makris D., *Θ.VII_Ο8* **237**
Malaperdas G. (Μαλαπέρδας Γ.), *Θ.ΙΙ_Ο5* **53**
Mallouchou M.S., *Θ.ΙΙΙ_Ο5* **73**, *Θ.ΙΙΙ_P1* **79**
Manataki M. (Μανατάκη Μ.), *Θ.IV_P1* **109**, *Θ.VII_Ο3* **227**
Maniatis G. (Μανιάτης Γ.), *Θ.Ι_Ο9* **21**
Manti P., *Θ.IV_P5* **117**
Marampea Ch. (Μαραμπέα Χρ.), *Θ.VI_P9* **209**
Margaritis I. (Μαργαρίτης Ι.), *Θ.Ι_P3* **31**
Mari A. (Μαρή Α.), *Θ.Ι_Ο10* **23**
Marinos V. (Μαρίνος Β.), *Θ.VI_P12* **215**
Mariolakos I. (Μαριολάκος Η.), *Θ.Ι_Ο4* **11**
Mastrotheodoros G. (Μαστροθεόδωρος Γ.), *Θ.IV_Ο2* **85**, *Θ.IV_Ο5* **91**, *Θ.IV_Ο9* **99**, *Θ.IV_P6* **119**, *Θ.VI_P7* **205**, *Θ.VI_P8* **207**, *Θ.VII_Ο2* **223**
Mataragka D. (Ματαράγκας Δ.), *Θ.VI_Ο7* **183**
Mavridis Ph. (Μαυρίδης Φ.), *Θ.IV_P6* **119**
Mazarakis-Ainian A. (Μαζαράκης-Αινιάν Α.), *Θ.VI_Ο6* **181**
Melfos V., *Θ.ΙΙ_Ο3* **49**
Menelaou S. (Μενελάου Σ.), *Θ.V_P7* **155**
Mitrikas G., *Θ.Ι_Ο2* **7**
Moraitou G. (Μωραΐτου Γ.), *Θ.VII_Ο1* **221**
Moundrea-Agrafioti A. (Μουνδρέα-Αγραφιώτη Α.), *Θ.V_Ο1* **129**
Mourtzas N., *Θ.Ι_P2* **29**
Müller N.S., *Θ.V_P3* **147**

N

Nafplioti A., *Θ.Ι_P4* **33**, *Θ.VII_Ο5* **231**
Nerantzis N., *Θ.IV_Ο6* **93**, *Θ.IV_P7* **121**
Nikas N. (Νίκας Ν.), *Θ.VII_Ο3* **227**
Nikolakopoulou E. (Νικολακοπούλου Ε.), *Θ.IV_Ο9* **99**
Nikolaou Ch. (Νικολάου Χ.), *Θ.VI_P2* **195**
Nikolopoulos S. (Νικολόπουλος Σ.), *Θ.V_Ο3* **133**



Nishiwaki T., *Θ.Ι_Ο2* **7**, *Θ.Ι_P8* **41**
Nodarou E., *Θ.V_Ο2* **131**, *Θ.V_Ο4* **135**, *Θ.V_P11* **163**
Nodin S., *Θ.IV_Ο6* **93**

O

Oikonomou A. (Οικονομου Α.), *Θ.V_P10* **161**, *Θ.VI_P9* **209**, *Θ.VI_P10* **211**
Orfanou V. (Ορφανού Β.), *Θ.IV_P3* **113**

P

Palamara E. (Παλαμάρια Ε.), *Θ.V_Ο3* **133**, *Θ.V_P13* **167**, *Ο3* **253**
Palles D. (Παλλές Δ.), *Θ.VI_P9* **209**
Panagiotidi V. (Παναγιωτίδη Β.), *Θ.VII_P2* **245**
Panagoroulou A. (Παναγοπούλου Α.), *Θ.IV_Ο10* **101**,
Panagoroulou A.P., *Θ.IV_P4* **115**, *Θ.V_P8* **157**, *Θ.V_P9* **159**, *Θ.VI_P11* **213**
Pantazi E. (Πανταζή Ε.), *Θ.V_Ο4* **135**
Pantazopoulou Z. (Πανταζοπούλου Ζ.), *Θ.VI_P12* **215**
Papachristodoulou Ch. (Παπαχριστοδούλου Χρ.), *Θ.VI_P9* **209**
Papachristou O.A., *Θ.IV_P8* **123**
Papadakis M. (Παπαδάκης Μ.), *Θ.VII_Ο3* **227**
Papadimitriou G.D. (Παπαδημητρίου Γ.Δ.), *Θ.IV_Ο7* **95**, *Θ.IV_P9* **125**
Papadimitriou N., *Θ.IV_P1* **109**
Papadopoulos N. (Παπαδόπουλος Ν.), *Θ.VII_Ο3* **227**
Papadopoulos S., *Θ.IV_P7* **121**
Papadopoulos V. (Παπαδοπούλου Β.), *Θ.VI_P8* **207**
Papadopoulos Z. (Παπαδοπούλου Ζ.), *Θ.IV_Ο9* **99**
Papadopoulos Z., *Θ.II_Ο3* **49**
Papageorgiou M., *Θ.V_P10* **161**
Papaioannou E. (Παπαϊωάννου Ε.), *Θ.VI_P10* **211**
Papamarinopoulos S.P., *Θ.II_Ο6* **55**
Pappas I., *Θ.Ι_P7* **39**
Papatheodorou G., *Θ.II_Ο4* **51**
Papazotos P. (Παπαζώτος Π.), *Θ.VI_P5* **201**
Papoutsaki A. (Παπουτσάκη Α.), *Θ.VI_Ο6* **181**
Pavlidis S., *Θ.Ι_Ο1* **5**
Pearson C., *Θ.VII_Ο4* **229**

Penkman K., *Θ.III_O3* **69**
Perdikatsis V., *Θ.IV_O3* **87**
Perraki M. (Περράκη Μ.), *Θ.VI_P5* **201**
Petropoulos N., *Θ.V_P3* **147**
Photos-Jones E., *Θ.III_O1* **65**, *Θ.IV_P7* **121**
Polidorou M., *Θ.I_P5* **35**
Pollatou A.M., *Θ.V_P11* **163**
Polymeris G.S., *Θ.I_O7* **17**
Pouli P. (Πουλή Π.), *O1* **249**
Prevenios M., *Θ.II_O4* **51**
Prochaska W., *Θ.VI_O3* **175**
Psaltakis Y., *Θ.II_O2* **47**

R

Ramírez González I., *Θ.V_P2* **145**
Romano F.P., *Θ.VI_O9* **187**, *Θ.VI_P3* **197**, *Θ.VII_O2* **223**
Rondoyanni Th., *Θ.I_P1* **27**
Ross J., *Θ.II_O3* **49**
Roumpou M., *Θ.III_O2* **67**

S

Salomon F., *Θ.I_P5* **35**
Sambatakis A. (Σαμπατάκος Α.), *Θ.VI_O5* **179**
Sarris A. (Σαρρής Α.), *Θ.IV_P1* **109**, *Θ.VII_O3* **227**
Sbonias K. (Σμπόνιας Κ.), *Θ.VII_O4* **229**
Scotton P., *Θ.VII_O3* **227**
Simoni H., *Θ.V_P6* **153**
Siotis I., *Θ.V_P12* **165**
Siozou V.K., *Θ.I_P6* **37**
Skliros V. (Σκληρός Β.), *Θ.VI_P5* **201**
Sokaras D., *Θ.VII_O2* **223**
Sotiropoulos M., *Θ.II_O4* **51**
Sotiropoulou S., *Θ.IV_O3* **87**, *O1* **249**
Soura K., *Θ.IV_O8* **97**
Stamoulis K.C., *Θ.I_P6* **37**, *Θ.I_P7* **39**

Stathopoulou E.T., *Θ.III_05* **73**, *Θ.III_06* **75**, *Θ.III_P1* **79**

Stocker Sh., *Θ.I_06* **15**

Stos-Gale Z.A., *01* **1**

Stratouli G. (Στρατούλη Γ.), *Θ.II_01* **45**

T

Tankosić Ž., *Θ.IV_P6* **119**

Theodorou G.E. (Θεοδώρου Γ.Ε.), *Θ.I_P3* **31**, *Θ.III_05* **73**, *Θ.III_06* **75**

Touli V. (Τούλη Β.), *Θ.VI_P6* **203**

Triantafyllidi E., *Θ.V_P13* **167**

Triantafyllidis S., *Θ.II_02* **47**

Tsakalos E., *Θ.I_02* **7**, *Θ.I_P1* **27**, *Θ.I_P8* **41**

Tsampa K., *Θ.VII_02* **223**

Tsodoulos I., *Θ.I_P7* **39**

Tsokas G. (Τσόκας Γ.), *Θ.II_01* **45**, *Θ.II_P1* **61**

Tsourou Th., *Θ.I_P5* **35**

Tsourouni T. (Τσουρούνη Τ.), *Θ.V_05* **137**

Tzachili I. (Τζαχίλη Ι.), *Θ.VII_04* **229**

Tzanavari A. (Τζαναβάρη Α.), *Θ.VI_P1* **193**

V

Varotsos C., *Θ.VII_P1* **243**

Varti-Mataragka M. (Βαρτή-Ματαράγκα Μ.), *Θ.VI_07* **183**

Vasiliadou A. (Βασιλειάδου Α.), *Θ.VI_04* **177**, *Θ.VI_P1* **193**

Vaxevanopoulos M., *Θ.II_03* **49**

Vivdenko S. (Βιβντένκο Σ.), *Θ.VI_P1* **193**

Vlachopoulos A., *Θ.I_P7* **39**, *Θ.VI_08* **185**

Voudouris P., *Θ.II_03* **49**

Vroom J., *Θ.V_P8* **157**, *Θ.V_P9* **159**

W

Watkinson D., *Θ.IV_P5* **117**

Wazny T., *Θ.VII_04* **229**

Webb J.M., *Θ.IV_04* **89**



Z

Zacharia M., *Θ.IV_P4* **115**

Zacharias N. (Ζαχαριάς Ν.), *Θ.II_O5* **53**, *Θ.IV_P3* **113**, *Θ.V_O3* **133**, *Θ.V_P13* **167**, *Θ.VI_P3* **197**, *Θ.VII_O2* **223**, *Θ.VII_P2* **245**

Zarkadas Ch., *Θ.VII_O2* **223**

Zimi E., *Θ.V_P13* **167**

Zisekas G., *Θ.VI_P11* **213**

Zotou A.S. (Ζώτου Α.Σ.), *Θ.VI_O4* **177**



ΛΙΣΤΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ





ΛΙΣΤΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ

Ονοματεπώνυμο/ Name	Ιδιότητα/ Affiliation	e-mail
Adam E. (Αδάμ Ε.)	Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, Εφορεία Αρχαιοτήτων Ιωαννίνων, Πλ. 25 ^{ης} Μαρτίου 6, 45221 Ιωάννινα	eadam9@gmail.com
Agglos D. (Άγγελος Δ.)	Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής και Λέιζερ, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΗΔΛ-ΙΤΕ), Τ.Θ. 1385, 71110 Ηράκλειο, Κρήτη	anglos@iesl.forth.gr
Akyüz S.	Istanbul Kultur University, Physics Department, Istanbul, Turkey	s.akyuz@iku.edu.tr
Alexander M.	BioArCh, Department of Archaeology, University of York, York, United Kingdom	michelle.alexander@york.ac.uk
Alexopoulos G. (Αλεξόπουλος Γ.)	ΥΠΠΟΑ, Θεμιστοκλέους 5, Αθήνα 10677	galexop@arch.uoa.gr
Aloupi-Siotis E. (Αλούπη-Σιώτη Ε.)	ΘΕΤΙΣ AUTHENTICS Ε.Π.Ε., Διαγόρα 4, 116 36 Αθήνα	aloupie@thetis.gr
Anagnostopoulos D. (Αναγνωστόπουλος Δ.)	Τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα	danagno@uoi.gr
Anevlavi V.	P.h.D. student, MSc, Austrian Archaeological Institute - Austrian Academy of Sciences, Vienna, Austria	vasiliki.anevlavi@oeai.at
Apostolaki Chr.	Technical University of Crete, School of Mineral Resources Engineering, 73100 Chania, Greece	xapostol@mred.tuc.gr
Archimandrite Kaisarios Chronis	Library of Halki Theological School	dimitrisc281990@gmail.com
Argyriou N. (Αργυρίου Ν.)	GeoSat ReSeArch Laboratory, Foundation for Research and Technology (FORTH), Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, Crete, Greece	argyriou.nasos@gmail.com
Argyropoulos V. (Αργυροπούλου Β.)	Institute of Nuclear and Particle Physics, N.C.S.R. "Demokritos", 15341 Agia Paraskevi, Athens, Greece University of West Attica, School of Applied Arts and Culture, Department of Conservation of Antiquities and Works of Art, Ag. Spyridona, 12210 Athens, Greece	bessie@teaiath.gr
Asvestas A. (Ασβεστάς Α.)	Τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα	anas.asvestas@gmail.com

Bassiakos Y. (Μπασιάκος Ι.)	Laboratory of Luminescence dating, Institute of Nanoscience and Nanotechnology, National Centre for Scientific Research, N.C.S.R. "Demokritos", Aghia Paraskevi, Athens 153 10, Greece	y.bassiakos@inn.demokritos.gr
Beltsios K. (Μπέλτσιος Κ.)	Τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα	kgbelt@cc.uoi.gr
Betina L.	Saxo Institute, University of Copenhagen, Karen BlixensPlads 8, 2300 Copenhagen, Denmark	peloschek@hum.ku.dk
Blue L.	Centre for Maritime Archaeology, Faculty of Humanities University of Southampton	lkb@soton.ac.uk
Bode M.	Deutsches Bergbau-Museum Bochum, Herner Straße 45, 44787 Bochum, Germany	michael.bode@bergbaumuseum.de
Borboli E. (Μπορμπόλη Ε.)	Παν/μιο Δυτικής Αττικής, Θεσμ. Εργαστήριο Μη-καταστροφικών Τεχνικών, Π.Ράλλη & Θηβών 250	erieborboli@windowlive.com
Boyatzis S. (Μπογιατζής Σ.)	Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αγίου Σπυρίδωνος, 122 43 Αιγάλεω	sboyatzis@teiath.gr
Brecolaki H.	Institute of Historical Research, The National Hellenic Research Foundation, 11635, Athens, Greece	hbrek@eie.gr
Buxeda i Garrigós J.	Cultura Material i Arqueometria UB (ARQUB, GRACPE), Dept. d' Història i Arqueologia, Universitat de Barcelona, Montalegre, 6, 08001 Barcelona (Catalonia, Spain	jbuxeda@ub.edu
Caliri C.	Laboratori Nazionali del Sud, INFN, Via Santa Sofia 62, 95123, Catania, Italy	caliri@ins.infn.it
Cantoro G.	GeoSat ReSeArch Laboratory, Foundation for Research and Technology (FORTH), Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, Crete, Greece	gianluca.cantoro@gmail.com
Caruso F.	Department of Archaeology, Conservation and History, University of Oslo, Blindernveien 11, 0371 Oslo, Norway	francesco.caruso@iakh.uio.no
Celik S.	Istanbul University-Cerrahpasa Electrical-Electronics Engineering Department, Istanbul, Turkey	Sefacelik@aku.edu.tr

Charalambous A. (Χαραλάμπους Α.)	Ερευνητική Μονάδα Αρχαιολογίας, Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τ.Θ. 20537, CY-1678, Λευκωσία, Κύπρος	anchar@ucy.ac.cy
Charalambous E. (Χαραλάμπους Ε.)	Συντηρητής αρχαιολογικών ευρημάτων, Τμήμα Αρχαιοτήτων Κύπρου	eharalamb@yahoo.gr
Chatzoglou A. (Χατζόγλου Α.)	Ιόνιο Πανεπιστήμιο- Τμήμα Περιβάλλοντος, Κατεύθυνση Συντήρησης Αρχαιοτήτων & Έργων Τέχνης, Παναγούλα, 29100, Ζάκυνθος	antonia93_x@hotmail.com
Choleva M.	Fitch Laboratory, British School at Athens, Souidias 52, 106 76, Athens	mholeva@gmail.com
Christodoulakis I. (Χριστοδουλάκης Ι.)	Laboratory of Archaeometry, Institute of Nanoscience and Nanotechnology, National Centre for Scientific Research “Demokritos”, Aghia Paraskevi, Athens, 15310, Greece Climate Research Group, Section of Environmental Physics and Meteorology, Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens, University Campus Bldg. Phys. V, 15784 Athens, Greece	physjohn@yahoo.gr
Christodoulou D.	Laboratory of Marine Geology and Physical Oceanography, Geology Department, University of Patras, Greece	dchristo@upatras.gr
Christodoulou K.	Department of Archaeology and History of Art, National and Kapodistrian University of Athens	kelu_christodoulou@hotmail.gr
Chroni A. (Χρόνη Α.)	Υπουργείο Πολιτισμού & Αθλητισμού, Tel.: +30 6976465487, Παραμυθίας 20, Αθήνα 10435	athina.chroni@gmail.com
Collins M.J.	Centre for GeoGenetics, Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark McDonald Institute for Archaeological Research, Department of Archaeology, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom	matthew@palaeome.org
Dafas K.A. (Δάφας Κ.Α.)	MRes, PhD, Λασκαράτου 1B, Τ.Κ. 81100, Μυτιλήνη, Λέσβος	kosmas.dafas@gmail.com
Das P.P.	Electron Crystallography Solutions SL, Madrid, Calle Orense 8, 28020, Madrid	partha@nanomegas.com

Davis J.	Department of Classics, University of Cincinnati	davidj.adams@uc.edu
Déderix S.	Institute of Classical Archaeology, University of Heidelberg, Marstallhof 4, Heidelberg 69117, Germany	sylviane.dederix@zaw.uni-heidelberg.de
Deli M.	Ministry of Culture and Sports, Directorate of Conservation of Ancient and Modern Monuments, 81, Pireos Str. & Salaminas 105 53 Athens	mariadelicons@gmail.com
Dermitzakis M. (Δερμιτζάκης Μ.)	Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας Ιστορικής Γεωλογίας & Παλαιοντολογίας, Πανεπιστημιούπολη, 15784 Ζωγράφου	mdermi@geol.uoa.gr
Diamandi N. (Διαμαντή Ν.)	Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής, Τομέας Γεωφυσικής, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη	ndiamant@geo.auth.gr
Di Biase F.	GeoSat ReSeArch Laboratory, Foundation for Research and Technology (FORTH), Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, Crete, Greece	federicadibiase91@gmail.com
Dimas X.	Laboratory of Marine Geology and Physical Oceanography, Geology Department, University of Patras, Greece	xendimas@upatras.gr
Dimitriou V.E. (Δημητρίου Β.Ε.)	Ιταλική Αρχαιολογική Σχολή Αθηνών, Παρθενώνας 14-16, 11743, Αθήνα	vasilikieleni.dimitriou@gmail.com
Donati J.	GeoSat ReSeArch Laboratory, Foundation for Research and Technology (FORTH), Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, Crete, Greece	jcdonati@ims.forth.gr
Douga M. (Ντούγκα Μ.)	Παν/μιο Δυτικής Αττικής, Θεσμ. Εργαστήριο Μη-καταστροφικών Τεχνικών, Π.Ράλλη & Θηβών 250	mntougka@gmail.com
Drinia H.	Faculty of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens	cntrinia@geol.uoa.gr
Dristiliaris D. (Δριστιλιάρης Δ.)	Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ιωαννίνων, Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, 45110 Ιωάννινα	dristild@gmail.com
Evelpidou N.	Faculty of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens	evelpidou@geol.uoa.gr

Facorellis Y. (Φακορέλλης Γ.)	Εργαστήριο Μελέτης και Συντήρησης Αρχαίων και Νεότερων Πολιτιστικών Αγαθών, Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αγίου Σπυρίδωνος, 122 43 Αιγάλεω	yfacorel@uniwa.gr
Fakiris E.	Laboratory of Marine Geology and Physical Oceanography, Geology Department, University of Patras, Greece	fakiris@upatras.gr
Farmakalidou E.V. (Φαρμακαλίδου Ε.Β.)	Μουσείο Μπενάκη	farmakalidis@benaki.gr
Ferentinos G.	Laboratory of Marine Geology and Physical Oceanography, Geology Department, University of Patras, Greece	gferen@upatras.gr
Filippaki E. (Φιλιππάκη Ε.)	Laboratory of Luminescence dating, Institute of Nanoscience and Nanotechnology, National Centre for Scientific Research, N.C.S.R. "Demokritos", Aghia Paraskevi, Athens 153 10, Greece	e.fillipaki@inn.demokritos.gr
Filippidi E.	Department of Earth Sciences-Geochemistry, Faculty of Geosciences, Utrecht University, Utrecht, the Netherlands	a.filippidi@uu.nl
Foka A.	Benaki Museum, Department of Conservation, Athens, Greece	phoca@benaki.gr
Fotiou S.	University of the Peloponnese, Department of History, Archaeology and Cultural Resources Management, 24100 Kalamata, Greece	fotsav5@gmail.com
Georgiou Ch.	Hellenic Survey of Geology and Mineral Exploration, H.S.G.M.E., Olympic Village settlement, Acharnes, Athens 13 677, Greece	chgeorgiou@igme.gr
Georgiou N.	Laboratory of Marine Geology and Physical Oceanography, Geology Department, University of Patras, Greece	ngeorgiou@upatras.gr
Geraga M.	Laboratory of Marine Geology and Physical Oceanography, Geology Department, University of Patras, Greece	mgeraga@upatras.gr
Gkanetsos Th. (Γκανέτσος Θ.)	Department of Industrial Design and Production Engineering, School of Engineering, University of West Attica, Athens, Greece	ganetsos@uniwa.gr

Gourtzioumi I. (Γκουρτζιούμη Ι.)	Εργαστήριο Παλαιοπεριβάλλοντος και Αρχαίων Μεταλλικών Δομών, Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», Πατριάρχου Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341 Αγία Παρασκευή	igourtzioumi@culture.gr
Grigoropoulos D.	Deutsches Archäologisches Institut, Abteilung Athen Pheidion 1, 10678 Athens, Greece	grigoropoulos@athen.dainst.org
Handberg S.	Department of Archaeology, Conservation and History, University of Oslo, Blindernveien 11, 0371 Oslo, Norway	soren.handberg@iakh.uio.no
Hein A.	Institute of Nanoscience and Nanotechnology, N.C.S.R. "Demokritos", PO Box 60037, 15341 Aghia, Paraskevi, Attica, Greece	a.hein@inn.demokritos.gr
Hodgins G.	University of Arizona Accelerator Mass Spectrometry Laboratory, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA	ghodgins@email.arizona.edu
Iliopoulos I. (Ηλιόπουλος Ι.)	University of Patras, Department of Geology, Rion, 26504 Patras, Greece ERAAUB, Departament d'Història i Arqueologia, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona, c/Montalegre 6-8, 08001 Barcelona, Spain	morel@upatras.gr
Iñáñez J. G.	Grupo de Investigación en Patrimonio Construido (GPAC), Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CIEA), Avda. Miguel de Unamuno, 3, 01006 Vitoria-Gasteiz (Álava, Spain)	javier.inanez@ehu.es
Kakoulaki G. (Κακουλάκη Γ.)	GeoSat ReSeArch Laboratory, Foundation for Research and Technology (FORTH), Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, Crete, Greece	georgia.kakoulaki@gmail.com
Kalayci T.	GeoSat ReSeArch Laboratory, Foundation for Research and Technology (FORTH), Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, Crete, Greece	tuna@ims.forth.gr
Kalogeropoulos N.	Harokopio University of Athens, Department of Dietetics and Nutrition 70 El. Venizelou str, 176 76 Kallithea, Athens	nickal@hua.gr
Kalogirou A. (Καλογήρου Α.)	Επιτελική Δομή ΕΣΠΑ Υπουργείου Πολιτισμού & Αθλητισμού, Θεμιστοκλέους 87, 106 81 Αθήνα.	adakalo@gmail.com

Kampolis I.	Section of Geological Sciences, School of Mining & Metallurgical Engineering, National Technical University of Athens, 15773, Zografou, Athens, Greece Group of Palaeoenvironment and Ancient Metals Study (GP-AMS), Laboratory of Archaeometry, INN, National Center for Scientific Research 'Demokritos', 15310, Agia Paraskevi, Athens, Greece	kampolisigeo@gmail.com
Kampouroglou E.E. (Καμπούρογλου Ε.Ε.)	Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Σχολή Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αγ. Σπυρίδωνος, 12243 Αιγάλεω	evdokiakampouroglou@gmail.com
Kampouroglou E.M. (Καμπούρογλου Ε.Μ.)	Επ. Προϊστάμενος του Τμήματος Αρχαιολογικών Έργων και Μελετών, Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας της Ε.Π.Σ του ΥΠ.ΠΟ.Α. Λ. Μπέλλου 2, 11524 Αθήνα	e.kab@hotmail.gr
Kanellopoulou D. (Κανελλοπούλου Δ.)	Πανεπιστήμιο Πατρών- Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Καραθεοδωρή 1 Πανεπιστημιούπολη, 26504, Πάτρα	dkanel@chemeng.upatras.gr
Kantarelou V. (Κανταρέλου Β.)	Εργαστήριο XRF, Ινστιτούτο Πυρηνικής και Σωματιδιακής Φυσικής, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», Πατριάρχου Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341, Αγία Παρασκευή	kantarelou@inp.demokritos.gr
Kantiranis N.M.V. (Καντηράνης Ν.Μ.Β.)	Αν. Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Ορυκτολογίας- Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας	kantira@geo.auth.gr
Kaparou M.	Institute of Nuclear and Particle Physics, NCSR Demokritos, P. Grigoriou and Neapoleos, Aghia Paraskevi, Attiki, Greece	mariakaparou@hotmail.com
Kapetanios A.	Ionian University, Corfu, Greece	akapetanios@ionio.gr
Karourani E. (Καπουράνη Ε.)	Εθνικό και Καποδιστριακό Παν/μιο Αθηνών, Τμ. Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος, Τομ. Δυναμικής – Τεκτονικής – Εφαρμ. Γεωλογίας	elkap@geol.uoa.gr
Karagiannis G.Th.	"ORMYLIA" Foundation, Art Diagnosis Center, GR-63071, Ormylia, Chalkidiki, Greece	g.karagiannis@teemail.gr
Karaindrou K. (Καραϊνδρου Κ.)	Β. Κορνάρου 8 Πάτρα	kkaraindrou1@yahoo.gr

Karapanagiotis I. (Καραπαναγιώτης Ι.)	Εργαστήριο Χρωματογραφίας, Πρόγραμμα Διαχείρισης Εκκλησιαστικών Κειμηλίων, Ανώτατη Εκκλησιαστική Ακαδημία Θεσσαλονίκης, Τ.Κ. 54250, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα	y.karapanagiotis@aeath.gr
Karkanis P. (Καρκάνης Π.)	Malcolm H. Wiener Laboratory for Archaeological Science, American School of Classical Studies at Athens, Souidias 54, 10676 Athens	tkarkanis@ascsa.edu.gr
Karydas A.G. (Καρύδας Α.Γ.)	Εργαστήριο XRF, Ινστιτούτο Πυρηνικής και Σωματιδιακής Φυσικής, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», Πατριάρχου Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341, Αγία Παρασκευή	kantarelou@inp.demokritos.gr
Karydis Ch. (Καρύδης Χ.)	Ιόνιο Πανεπιστήμιο- Τμήμα Περιβάλλοντος, Κατεύθυνση Συντήρησης Αρχαιοτήτων & Έργων Τέχνης, Παναγούλα, 29100, Ζάκυνθος	ckarydis@gmail.com
Kassianidou V. (Κασσιανίδου Β.)	Ερευνητική Μονάδα Αρχαιολογίας, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τ.Θ. 20537, Λευκωσία 1678, Κύπρος	v.kassianidou@ucy.ac.cy
Katsaros I. (Κατσάρος Η.)	Ερευνητής Μεταλλευτικής Ιστορίας Λαυρίου, Λαύριο	herculeslavrio@gmail.com
Katsaros Th. (Κατσάρος Θ.)	Εργαστήριο Φυσικοχημικών Αναλύσεων και Αρχαιομετρίας Βυζαντινό και Χριστιανικό Μουσείο Βασιλίσσης Σοφίας 22, Αθήνα 10675	tkatsarosmeister@gmail.com
Katsikis G. (Κατσίκης Γ.)	π. Ερευνητής του Ινστιτούτου Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (IGME)	johncats@otenet.gr
Kaza K. (Καζά Κ.)	Εφορεία Αρχαιοτήτων Ανατολικής Αττικής	conkapa@yahoo.gr
Kazantzaki M.	Laboratory of Luminescence dating, Institute of Nanoscience and Nanotechnology, National Centre for Scientific Research, N.C.S.R. "Demokritos", Aghia Paraskevi, Athens 153 10, Greece	m.kazantzaki@inn.demokritos.gr
Kiderlen M.	Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Archäologie, LB Klassische Archäologie, Unter den Linden 6, 10099 Berlin, Germany	moritz.kiderlen@hu-berlin.de
Kilikoglou V.	Institute of Nanoscience and Nanotechnology, N.C.S.R. "Demokritos", PO Box 60037, 15341 Aghia, Paraskevi, Attica, Greece	v.kilikoglou@inn.demokritos.gr
Kiriati E.	Fitch Laboratory, British School at Athens, Souidias 52, 106 76, Athens	fldirector@bsa.ac.uk

Kissas K. (Κίσσας Κ.)	University of Trier & EFACOR, Ancient Corinth 20007	kissas@uni-trier.de
Kladouri N.K. (Κλαδούρη Ν.Κ.)	Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Παλαιό Στρατόπεδο, 24133, Καλαμάτα	nkkladouri@gmail.com
Kokiasmenou E.	Institute of Nuclear and Particle Physics, N.C.S.R. "Demokritos", 15341 Agia Paraskevi, Athens, Greece Aristotle Univeristy of Thessaloniki, University Campus, 54124, Greece	elenikokias@gmail.com
Kokkaliari M (Κοκκαλιάρη Μ.)	Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, Ρίον, 26504 Πάτρα	kokkaliari_m@upnet.gr
Kolaiti E.	Mining Engineer NTUA, PhD, AKTES NPO, 16 Kefallinias Str., 15231 Chalandri, Greece	kolaitieleni@gmail.com info@aktes.gr
Kontimpa M.	Institute of Nuclear and Particle Physics, N.C.S.R. "Demokritos", 15341 Agia Paraskevi, Athens, Greece	mariakontimpa@gmail.com
Kontopoulos I. (Κοντόπουλος Ι.)	BioArCh, Department of Archaeology, University of York, York, United Kingdom	ik620@york.ac.uk
Kordella S.	Laboratory of Marine Geology and Physical Oceanography, Geology Department, University of Patras, Greece	stakord@upatras.gr
Kostomitsopoulou Marketou A.	Department of Archaeology, Conservation and History, University of Oslo, Blindernveien 11, 0371 Oslo, Norway	a.k.marketou@iakh.uio.no
Kotzamani D.	Benaki Museum, Department of Conservation, Athens, Greece	depikotz@gmail.com
Kougia N.	Department of Geology, University of Patras, Patras, Greece	nikoulakougia@upatras.gr
Kouka O. (Κουκά Ο.)	Department of History and Archaeology, University of Cyprus, 20537 CY - 1678 Nicosia, Cyprus	ouraniak@ucy.ac.cy
Kouloumpi E. (Κουλουμπή Ε.)	Εργαστήριο Φυσικοχημικών Ερευνών, Εθνική Πινακοθήκη- Μουσείο Αλέξανδρου Σούτζου	ekouloumpi@gmail.com
Kouremadas G.	Climate Research Group, Section of Environmental Physics and Meteorology, Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens, University Campus Bldg. Phys. V, 15784 Athens, Greece	gkoure@phys.uoa.gr

Kousouni Ch.K.	University of the Aegean, Department of Mediterranean Studies, MSc Applied Archaeological Sciences, Rhodes, Greece	xristina__93@hotmail.com
Kouzeli K.	Stone Conservation Centre, Hellenic Ministry of Culture and Sports, Pireos Str. 79, 15233 Athens, Greece	kkouzeli@culture.gr
Kucukdemirci M.	GeoSat ReSeArch Laboratory, Foundation for Research and Technology (FORTH), Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, Crete, Greece	meldakd@istanbul.edu.tr
Ladstätter S.	Priv.-Doz. Mag. Dr., Austrian Archaeological Institute – Austrian Academy of Sciences, Vienna, Austria	sabine.ladstaetter@oeai.at
Laskaris N. (Λάσκαρης Ν.)	Παν/μιο Δυτικής Αττικής, Θεσμ. Εργαστήριο Μη-καταστροφικών Τεχνικών, Π.Ράλλη & Θηβών 250	nikolaos.laskaris@gmail.com
Lin A.	Department of Geophysics, Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan	slin@kugi.kyoto-u.ac.jp
Liritzis I. (Λυριτζής Ι.)	Laboratory of Archaeometry, Department of Mediterranean Studies, University of the Aegean, Rhodes, Greece	liritzis@rhodes.aegean.gr
Loukopoulou P. (Λουκοπούλου Π.)	Διεύθυνση Συντήρησης Αρχαίων και Νεωτέρων Μνημείων, ΥΠΠΟΑ, Πειραιώς 81, 105 53, Αθήνα	polylouk@gmail.com
Madrid i Fernández M.	Cultura Material i Arqueometria UB (ARQUB, GRACPE), Dept. d' Història i Arqueologia, Universitat de Barcelona, Montalegre, 6, 08001 Barcelona (Catalonia, Spain)	mmadrid@ub.edu
Makris D.	Department of Interior Architecture, Faculty of Applied Arts and Civilization, University of West Attica, 12243 Athens, Greece	demak@uniwa.gr
Malaperdas G. (Μαλαπέρδας Γ.)	Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Τμήμα ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Καλαμάτα Τ.Κ. 24133, Ελλάδα	envcart@yahoo.gr

Mallouchou M.S.	National and Kapodistrian University of Athens, School of Science, Faculty of Geology and Geoenvironment, Department of Historical Geology and Palaeontology, University Campus - Zographou, Athens, Greece, 15784	mmalloyc@geol.uoa.gr
Manataki M. (Μανατάκη Μ.)	GeoSat ReSeArch Lab, FORTH, Rethymno 74100, Greece	mmanataki@gmail.com
Maniatis G. (Μανιάτης Γ.)	Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Ινστιτούτο Ναυοεπιστήμης και Ναυοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», 153 10 Αγία Παρασκευή, Αττική	y.maniatis@inn.demokritos.gr
Manti P.	Department of Environment, Ionian University, Panagoula, Zakynthos, Greece	pmanti@ionio.gr
Marampea Ch. (Μαραμπέα Χρ.)	Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα	chrmarabea@hotmail.com
Margaritis I. (Μαργαρίτης Ι.)	Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Ινστιτούτο Ναυοεπιστήμης & Ναυοτεχνολογίας/Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. "ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ", Πατριάρχου Γρηγορίου Ε' & Νεαπόλεως 27, 15341 Αγία Παρασκευή	jmargariti@yahoo.gr
Mari A. (Μαρή Α.)	Εφορεία Παλαιοανθρωπολογίας - Σπηλαιολογίας, Αρδηττού 34β, 116 36 Αθήνα	marichar70@gmail.com
Marinos V. (Μαρίνος Β.)	Αν. Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας, Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογία	marinosv@geo.auth.gr
Mariolakos I. (Μαριολάκος Η.)	Dr.rer.nat., Ομοτ. Καθηγητής Γεωλογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Παν/μιο Αθηνών	mariolakos@geol.uoa.gr
Mastrotheodoros G. (Μαστροθεόδωρος Γ.)	Institute of Nuclear and Particle Physics, N.C.S.R. "Demokritos", 15341 Agia Paraskevi, Athens, Greece Institute of Nanoscience and Nanotechnology, N.C.S.R. "Demokritos", PO Box 60037, 15341 Aghia, Paraskevi, Attica, Greece	mastroteog@yahoo.gr
Mataragkas D. (Ματαράγκας Δ.)	π. Ερευνητής του Ινστιτούτου Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (IGME)	mysini@otenet.gr
Mavridis Ph. (Μαυρίδης Φ.)	Εφορεία Παλαιοανθρωπολογίας-Σπηλαιολογίας, ΥΠΠΟΑ, Αρδηττού 34Β, 11636, Αθήνα	tmavridis@culture.gr

Mazarakis-Ainian A. (Μαζαράκης-Αινιάν Α.)	Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Κοινωνικής Ανθρωπολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Αργοναυτών & Φιλελλήνων, 38221 Βόλος	amaza@uth.gr
Melfos V.	Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece	melfosv@geo.auth.gr
Menelaou S. (Μενελάου Σ.)	Department of History and Archaeology, University of Cyprus, 20537 CY - 1678 Nicosia, Cyprus	sergioslim89@hotmail.com
Mitrikas G.	EPR Laboratory, Institute of Nanoscience and Nanotechnology, National Centre for Scientific Research, N.C.S.R. "Demokritos", Aghia Paraskevi, Athens 153 10, Greece	g.mitrikas@inn.demokritos.gr
Moraitou G. (Μωραΐτου Γ.)	Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο Τμήμα Συντήρησης, Φυσικών - Χημικών Ερευνών & Αρχαιομετρίας, Τοσίτσα 1 Αθήνα 10682	gmoraitou@yahoo.com
Moundrea-Agrafioti A. (Μουνδρέα-Αγραφιώτη Α.)	Τμήμα Ιστορίας-Αρχαιολογίας και Κοιν. Ανθρωπολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος	eagraf@ha.uth.gr
Mourtzas N.	Geologist, PhD NTUA, AKTES NPO, 16 Kefallinias Str., 15231 Chalandri, Greece	nikosmourtzas@gmail.com
Müller N.S.	Fitch Laboratory, British School at Athens, Souidias 52, 106 76, Athens	fldirector@bsa.ac.uk
Nafplioti A.	Homerton College, University of Cambridge, Hills Road, Cambridge, CB2 8PH IMBB-FORTH, N. Plastira 100, Vasilika Vouton, Heraklion, GR-70013	argyro.nafplioti@googlemail.com
Nerantzis N.	Marie Skłodowska-Curie Fellow, Centre de Recherches en Archéologie et Patrimoine, Université Libre de Bruxelles - CP 133/01, Avenue F.D. Roosevelt, 50 B-1050 Bruxelles	nerantzis.nerantzis@gmail.com
Nikas N. (Νίκας Ν.)	GeoSat ReSeArch Laboratory, Foundation for Research and Technology (FORTH), Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, Crete, Greece	nikasnikolas@gmail.com
Nikolakopoulou E. (Νικολακοπούλου Ε.)	Αρχαιολογικό Μουσείο Ηρακλείου, Ξανθουδίδου και Χατζηδάκη, Ηράκλειο	Irene_nikolak@yahoo.com
Nikolaou Ch. (Νικολάου Χ.)	Ιστορικό Μουσείο Ιωαννίνων Χ. Νικολάου, Νεοπολέμου 9, Ιωάννινα	info@ioanmuneum.gr

Nikolopoulos S. (Νικολόπουλος Σ.)	NanoMEGAS SPRL, Blvd Edmond Machtens 79, B-1080, Brussels, Begium	info@nanomegas.com
Nishiwaki T.	Department of Geophysics, Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan	nishiwakit@kugi.kyoto-u.ac.jp
Nodarou E.	INSTAP Study Center for East Crete, Pacheia Ammos Ierapetra, 72200 Crete, Greece	enodarou@yahoo.gr
Nodin S.	Independent researcher, Perpignan, 60000, France	sabine.nodin@gmail.com
Oikonomou A. (Οικονομου Α.)	Science and Technology in Archaeology and Culture Research Center (STARC), The Cyprus Institute, Nicosia, Cyprus	a.oikonomou@cyi.ac.cy
Orfanou V. (Ορφανού Β.)	School of Archaeology, University College, Dublin, Ireland	vanaorfanou@gmail.com
Palamara E. (Παλαμάρια Ε.)	Laboratory of Archaeometry, University of the Peloponnese, Old Camp, 24 133 Kalamata, Greece Art-e Solutions PC, 18 Sfaktirias str., 24 133 Kalamata, Greece	el.palamara@gmail.com
Palles D. (Παλλές Δ.)	Ινστιτούτο Θεωρητικής και Φυσικής Χημείας, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα	dpalles@eie.gr
Panagiotidi V. (Παναγιωτίδη Β.)	Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Ανατολικό Κέντρο, Καλαμάτα 24100	vpanagiotid@uop.gr
Panagopoulou A. (Παναγοπούλου Α.)	Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Μ. Sc, Προϊσταμένη Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Εφορεία Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων, ΥΠ.ΠΟ.Α.	kpanagopoulou@culture.gr
Panagopoulou A.P.	Institute of Materials Science "Demokritos" National Center for Scientific Research, Aghia Paraskevi, Athens, Greece. Department of Archaeology, University of Leiden, Einsteinweg 2, 2333 CC, The Netherlands	mpanagopoulou@hotmail.com
Pantazi E. (Πανταζή Ε.)	Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα	elepan0912@gmail.com
Pantazopoulou Z. (Πανταζοπούλου Ζ.)	Υπ. Διδάκτορας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας, Εργαστήριο Εφαρμογών της Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών	zpantazopoulou@gmail.com

Papachristodoulou Ch. (Παπαχριστοδούλου Χρ.)	Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα	xpapaxri@uoi.gr
Papachristou O.A.	M.V. Lomonosov Moscow State University	papakhristu@hotmail.com
Papadakis M. (Παπαδάκης Μ.)	GeoSat ReSeArch Laboratory, Foundation for Research and Technology (FORTH), Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, Crete, Greece	papadakisman@hotmail.com
Papadimitriou G.D. (Παπαδημητρίου Γ.Δ.)	Ομότιμος Καθηγητής Ε.Μ.Πολυτεχνείου, Χρυσανθέμων 12, Λυκόβρυση 14123	gpapadimitriou@metal.ntua.gr
Papadimitriou N.	Institute of Classical Archaeology, University of Heidelberg, Marstallhof 4, Heidelberg 69117, Germany	nikolaos.papadimitriou@zaw.uni- heidelberg.de
Papadopoulos N. (Παπαδόπουλος Ν.)	GeoSat ReSeArch Laboratory, Foundation for Research and Technology (FORTH), Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, Crete, Greece	nikos@ims.forth.gr
Papadopoulos S.	Ephorate of Antiquities of Drama, Archaeological Museum of Drama, Greek Ministry of Culture, Patriarchou Dionysiou 2, 66133 Drama, Greece	epapadopoulos@culture.gr
Papadoulou V. (Παπαδοπούλου Β.)	Εφορεία Αρχαιοτήτων Άρτας, Άρτα	vpapadoulou@culture.gr
Papadoulou Z. (Παπαδοπούλου Ζ.)	Εφορεία Αρχαιοτήτων Κυκλάδων, Επαμεινώνδα 10, Αθήνα	zozipap@googlemail.com
Papadoulou Z.	University of Thessaly, Greece	
Papageorgiou M.	The American College of Greece, DEREE, Department of History, Philosophy and the Ancient World. 6 Gravias Street, 153 42, Aghia Paraskevi, Attiki, Greece	metaxia_papageorgiou@yahoo.gr
Papaioannou E. (Παπαϊωάννου Ε.)	Συντηρητής Τοιχογραφιών (MSc)	eleftpap@gmail.com
Papamarinopoulos S.P.	University of Patras-Greece	papamar7@upatras.gr
Pappas I.	Department of Geosciences, Eberhard Karls University of Tübingen, 72074, Tübingen, Germany	ioa_pappas@hotmail.com
Papatheodorou G.	Laboratory of Marine Geology and Physical Oceanography, Geology Department, University of Patras, Greece	gpapathe@upatras.gr
Papazotos P. (Παπαζώτος Π.)	Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο	papazotos@metal.ntua.gr

Papoutsaki A. (Παπουτσάκη Α.)	Εργαστήριο Μελέτης και Συντήρησης Αρχαίων και Νεότερων Πολιτιστικών Αγαθών, Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αγίου Σπυρίδωνος, 122 43 Αιγάλεω	anastasia.papoutsaki22@gmail.com
Pavlidis S.	Dpt. of Geology, Aristotle University of Thessaloniki	pavlidis@geo.auth.gr
Pearson C.	Laboratory of Tree Ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA	charlie@waleshideaway.co.uk
Penkman K.	BioArCh, Department of Chemistry, University of York, York, United Kingdom	kirsty.penkman@york.ac.uk
Perdikatsis V.	Technical University of Crete, School of Mineral Resources Engineering, 73100 Chania, Greece	vperdik@mred.tuc.gr
Perraki M. (Περράκη Μ.)	Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο	maria@metal.ntua.gr
Petropoulos N.	Nuclear Engineering Dept., National Technical University of Athens, Zografou Campus, 15780 Athens	npetro@nuclear.ntua.gr
Photos-Jones E.	Analytical Services for Art and Archaeology (Ltd), Glasgow G12 8JD, UK / Archaeology, School of Humanities, University of Glasgow, Glasgow, UK	effie.Photos-Jones@glasgow.ac.uk
Polidorou M.	Faculty of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens	mpolidorou@geol.uoa.gr
Pollatou A.M.	Department of Geology, University of Patras, Patras, Greece	katerinapollatou0@gmail.com
Polymeris G.S.	Institute of Nuclear Sciences, Ankara University, Beşevler 06100, Ankara, Turkey	polymers@auth.gr
Pouli P. (Πουλή Π.)	Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής και Λέιζερ, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΗΔΛ-ΙΤΕ), Τ.Θ. 1385, 71110 Ηράκλειο, Κρήτη	ppouli@iesl.forth.gr
Prevenios M.	Laboratory of Marine Geology and Physical Oceanography, Geology Department, University of Patras, Greece	prevenios@upatras.gr
Prochaska W.	Ao.Univ.-Prof. Dr.phil., Department of Geosciences and Geophysics, University of Leoben, Austria	walter.prochaska@unileoben.ac.at
Psaltakis Y.	Landmark-G. Loutridis, 17343, Agios Dimitrios, Athens, Greece	info@landmark.com.gr

Ramírez González I.	Departamento de Urbanismo e Historia de la Arquitectura, Escuela de Arquitectura, Universidad Europea de Madrid, C/ Tajo, s/n. Urb. El Bosque, 28670 Villaviciosa de Odón (Madrid, Spain)	ALFONSO.RAMIREZ@uem.es
Romano F.P.	IBAM- CNR, Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali (IBAM), Via Biblioteca 4, 95124, Catania, Italy	f.romano@ibam.cnr.it
Rondoyanni Th.	School of Mining and Metallurgical Engineering, National Technical University of Athens, N.T.U.A., Zografou Campus, Zografou 15 780, Athens	rondo@metal.ntua.gr
Ross J.	University of Western Australia, Perth, Australia	jrhross@bigboud.com jrhross@gmail.com
Roumpou M.	Harokopio University of Athens, Department of Dietetics and Nutrition 70 El. Venizelou str, 176 76 Kallithea, Athens & Fitch laboratory, British School at Athens, 52 Souedias str, 106 76 Athens	mroumpou@gmail.com
Salomon F.	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Université de Strasbourg, Faculté de Géographie et d' Aménagement	ferreol.salomon@live-cnrs.unistra.fr
Sambatakis A. (Σαμπατάκος Α.)	Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής	asampatak@gmail.com
Sarris A. (Σαρρής Α.)	Archaeological Research Unit, University of Cyprus, 12 Gladstone Street, Nicosia 1095, Cyprus GeoSat ReSeArch Lab, FORTH, Rethymno 74100, Greece	asarris@ims.forth.gr
Sbonias K. (Σμπόνιας Κ.)	Τμήμα Ιστορίας Ιονίου Πανεπιστημίου, Κέρκυρα	sbonias@ionio.gr
Scotton P.	California State University, Long Beach, USA	paul.scotton@csulb.edu
Simoni H.	Department of Geology, University of Patras, Patras, Greece	hsimoni@upatras.gr
Siotis I.	Inst. Nuclear and Particle Physics, National Centre for Scientific Research Demokritos, P.O. Box 60037, 15310 Agia Paraskevi, Greece	siotis@inp.demokritos.gr
Siozou V.K.	Archaeologist, Postgraduate Program Ancient World: History and Archaeology, Prehistoric Archaeology, Department of History and Archaeology, University of Ioannina, 45110, Ioannina, Greece	vasiliki.k.siozou@gmail.com

Skliros V. (Σκληρός Β.)	Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο	sklirosbil@gmail.com
Sokaras D.	Institute of Nuclear and Particle Physics, N.C.S.R. "Demokritos", 15341 Agia Paraskevi, Athens, Greece SLAC National Accelerator Laboratory / Stanford University, 2575 Sand Hill Road, California, 94025, USA	dsokaras@slac.stanford.edu
Sotiropoulos M.	Aquatic Scuba Diving Club, Ag. Efimia, Kefallinia, Ionian Islands	info@aquatic.gr
Sotiropoulou S.	Institute of Electronic Structure and Laser, Foundation for Research and Technology - Hellas, N. Plastira Av. 100, GR-700 13 Vassilika Vouton - Heraklion, Greece	sophiaso@iesl.forth.gr
Soura K.	Hellenic Ministry of Culture, Ephorate of Antiquities of Achaea, Al. Ipsilantou str. 197, 261 10 Patras, Greece	ksoura@culture.gr
Stamoulis K.C.	Department of Physics, University of Ioannina, 45110 Ioannina, Greece Archaeometry Centre, University of Ioannina, 45110, Ioannina, Greece	kstamoul@uoi.gr
Stathopoulou E.T.	National and Kapodistrian University of Athens, School of Science, Faculty of Geology and Geoenvironment, Department of Historical Geology and Palaeontology, University Campus - Zographou, Athens, Greece, 15784	estathop@geol.uoa.gr
Stocker Sh.,	Department of Classics, University of Cincinnati	sharon.stocker@uc.edu
Stos-Gale Z.A.	Independent Researcher, formerly the University of Oxford and the University of Gothenburg	zofia@stos-gale.com
Stratouli G. (Στρατούλη Γ.)	Εφορεία Αρχαιοτήτων Κιλκίς, Ουτσκούνη & Ρεγγούκου, 611 00 Κιλκίς	gstratouli@culture.gr
Tankosić Ž.	Νορβηγικό Ινστιτούτο, Τσάμη Καρατάσου5, 11742, Αθήνα	zarko.tankosic@uib.no
Theodorou G.E. (Θεοδώρου Γ.Ε.)	Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας Ιστορικής Γεωλογίας & Παλαιοντολογίας, Πανεπιστημιούπολη, 15784 Ζωγράφου	gtheodor@geol.uoa.gr

Touli V. (Τούλη Β.)	Εφορεία Αρχαιοτήτων Λάρισας, Διαχρονικό Μουσείο Λάρισας, Μεζούρλο, 41500 Λάρισα	vasotouli@gmail.com
Triantafyllidi E.	Department of History, Archaeology and Cultural Resources Management, University of the Peloponnese, Old Camp, 24133, Greece	elenafyll@gmail.com
Triantafyllidis S.	Section of Geological Sciences, School of Mining & Metallurgical Engineering, National Technical University of Athens, 15773, Zografou, Athens, Greece	striantafyllidis@metal.ntua.gr
Tsakalos E.	Laboratory of Luminescence dating, Institute of Nanoscience and Nanotechnology, National Centre for Scientific Research, N.C.S.R. "Demokritos", Aghia Paraskevi, Athens 153 10, Greece Department of Geophysics, Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan	tsakalos.e@gmail.com
Tsampa K.	Institute of Nuclear and Particle Physics, N.C.S.R. "Demokritos", 15341 Agia Paraskevi, Athens, Greece	tsampa@inp.demokritos.gr
Tsodoulos I.	Department of Geography, Harokopio University, 17671, Kallithea, Athens, Greece	ioannis.tsodoulos@gmail.com
Tsokas G. (Τσόκας Γ.)	Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής, Τομέας Γεωφυσικής, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη	gtsokas@geo.auth.gr
Tsourou Th.	Faculty of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens	ttsourou@geol.uoa.gr
Tsourouni T. (Τσουρούνη Τ.)	Αρχαιολόγος ΜΑ, Σπάρτη	toniatsou@hotmail.com
Tzachili I. (Τζαχίλη Ι.)	Τμήμα Ιστορίας-Αρχαιολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο	tzachili@phl.uoc.gr
Tzanavari A. (Τζαναβάρη Α.)	Δρ Αρχαιολογίας, Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης	katerina_tzanavari@yahoo.gr
Varotsos C.	Climate Research Group, Section of Environmental Physics and Meteorology, Department of Physics, National and Kapodistrian University of Athens, University Campus Bldg. Phys. V, 15784 Athens, Greece	covar@phys.uoa.gr
Varti-Mataragka M. (Βαρτή-Ματαράγκα Μ.)	π. Ερευνήτρια του Ινστιτούτου Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (IFME)	myrsini@otenet.gr

Vasiliadou A. (Βασιλειάδου Α.)	Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Κ. 54124, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα	athinava@chem.auth.gr
Vaxevanopoulos M.	Ecole Normale Supérieure de Lyon, France	Markos.vaxevanopoulos@ens- lyon.fr
Vivdenko S. (Βιβντένκο Σ.)	Δρ Ιστορίας και Κριτικής των Καλών Τεχνών, Χημικός στην Εφορεία Αρχαιοτήτων Περιφέρειας Θεσσαλονίκης, Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού	vivdenko_sv@yahoo.gr
Vlachopoulos A.	Department of History and Archaeology, University of Ioannina, 45110, Ioannina, Greece	agvlach@uoi.gr
Voudouris P.	National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece	voudouris@geol.uoa.gr
Vroom J.	Faculty of Archaeology, University of Leiden, Einsteinweg 2, 2333 CA, The Netherlands	j.a.c.vroom@arch.leidenuniv.nl
Watkinson D.	SHARE, Department of Archaeology & Conservation, Cardiff University, Colum Drive, CF10 3EU, UK	watkinson@cardiff.ac.uk
Wazny T.	Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland	twazny@umk.pl
Webb J.M.	Department of Archaeology and History, La Trobe University, Victoria 3086, Australia	jenny.webb@latrobe.edu.au
Zacharia M.	Benaki Museum, Department of Conservation, Athens, Greece	zacharia@benaki.gr
Zacharias N. (Ζαχαριάς Ν.)	Εργαστήριο Αρχαιομετρίας, Τμήμα ιστορίας, Αρχαιολογίας και Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Καλαμάτα Τ.Κ. 24133, Ελλάδα	zacharias@uop.gr
Zarkadas Ch.	Institute of Nuclear and Particle Physics, N.C.S.R. "Demokritos", 15341 Agia Paraskevi, Athens, Greece Malvern Panalytical, Lelyweg 1, 7602 EA Almelo, P.O.Box 13, Netherlands	charalampos.zarkadas@panalytica l.com
Zimi E.	Department of History, Archaeology and Cultural Resources Management, University of the Peloponnese, Old Camp, 24133, Greece	ezimi@uop.gr
Zisekas G.	Ionian University- Division of Conservation of Antiquities & Works of Art, Zakynthos Island, Greece	gzisekas@hotmail.com

Zotou A.S. (Ζώτου Α.Σ.)	Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Κ. 54124, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα	azotou@chem.auth.gr
-------------------------	--	---------------------



