



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ
ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ»

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Μελέτη και συντήρηση πήλινων πολύχρωμων ειδωλίων κλασικής και
ελληνιστικής περιόδου από την Χαλκίδα**

Συγγραφέας

Δημήτριος Καραμουζάς

ΑΜ: 18031

Επιβλέπουσα:

Γεωργιάννα Μωραΐτου

Αθήνα, Ιούνιος 2023



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF APPLIED ARTS & CULTURE
DEPARTMENT OF CONSERVATION OF ANTIQUITIES AND
WORKS OF ART
TITLE OF POST GRADUATE PROGRAM (MSc/MBA)
“CONSERVATION OF CULTURAL HERITAGE”

Diploma Thesis

**Study and conservation of polychrome clay figurines of the
classical and hellenistic period from Chalkis**

Dimitrios Karamouzas

Registration Number: 18031

Supervisor:

Georgianna Moraitou

Athens, June 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ
ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ»

**Μελέτη και συντήρηση πήλινων πολύχρωμων ειδωλίων κλασικής και ελληνιστικής περιόδου
από την Χαλκίδα**

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Γεωργιάννα Μωραΐτου	Τμηματάρχης Συντήρησης, Φυσικών, Χημικών Ερευνών & Αρχαιομετρίας στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο	
2	Μαρία Χιδίρογλου	Αρχαιολόγος στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο	
3	Σταμάτιος Μπογιατζής	Καθηγητής ΠΑΔΑ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Δημήτριος Καραμουζάς του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 18031 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Συντήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς» του Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων & Έργων Τέχνης της Σχολής Γραφικών Τεχνών και Καλλιτεχνικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι 30/6/2024 και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Η Επιβλέπουσα Καθηγήτρια



Γεωργιάννα Μωραΐτου

Ο Δηλών



Δημήτριος Καραμουζάς

Όνοματεπώνυμο / Ιδιότητα

Γεωργιάνα Μωραΐτου / Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Γεωργιάνα Μωραΐτου'.

Περιεχόμενα

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	4
Κατάλογος εικόνων, πινάκων και σχημάτων	9
Εικόνες.....	9
Πίνακες.....	12
Σχήματα	13
Ευχαριστίες.....	15
Περίληψη.....	16
Abstract	17
I. Εισαγωγή	19
Σκοπός της εργασίας	19
Δομή της εργασίας	19
ΜΕΡΟΣ Α ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ	24
II. Ιστορικό και κοινωνικό πλαίσιο	24
Ιστορικό και χρονολογικό υπόβαθρο της εποχής.....	24
Η πόλη της Χαλκίδας	25
Τα εργαστήρια της πόλης.....	26
Τα νεκροταφεία της πόλης.....	27
Οι ανασκαφές στις θέσεις Βρωμούσα και Μακρυχώραφο	28
III. Τεχνολογία κατασκευής	31
Οι άργιλοι.....	31
Ο πηλός	31
Οι τεχνικές κατασκευής των ειδωλίων	33
Το ψήσιμο του πηλού	35
Η λευκή επικάλυψη.....	37
Οι χρωστικές.....	39
Το συνδετικό μέσο των χρωστικών.....	41
Η ενδεχόμενη ύπαρξη επιχρύσωσης, επιζωγράφισης ή γάνωσης	41
IV. Φθορές.....	43
Φθορές που ξεκινούν ακόμη και πριν την ταφή.....	43
Φθορές κατά τη διάρκεια της ταφής	46
Φθορές κατά τη διάρκεια της αποκάλυψης	51
Φθορές κατά την συντήρηση	54
V. Τεχνικές εξέτασης και ανάλυσης	56
Οι αναλυτικές τεχνικές πολυφασματικής και υπερφασματικής απεικόνισης	56
Μέθοδοι φωτισμού.....	58

Απεικόνιση μέσω ανάκλασης και φωταύγειας.....	60
Οι μη επεμβατικές τεχνικές pXRF (portable XRF), Raman και rFTIR (reflectance FTIR).....	65
Η φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων Χ, XRF.....	65
Η φασματοσκοπία Raman.....	66
Η υπέρυθη φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier, FTIR.....	68
ΜΕΡΟΣ Β ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	71
VI. Τα ειδώλια των ανασκαφών	71
Τα ευρήματα της ανασκαφής στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο	71
Το υπό μελέτη αρχαιολογικό υλικό	73
Η σημασία και η ερμηνεία των αντικειμένων.....	74
Οι φθορές του υπό μελέτη υλικού.....	79
VII. Ψηφιακή τεκμηρίωση	82
Φωτογραμμετρία πριν τις εργασίες συντήρησης.....	82
Ψηφιακή φωτογραφική τεκμηρίωση 2D των χρωματικών περιοχών, πιθανής ύπαρξης επίθετων φύλλων Sn και της λευκής επικάλυψης.....	87
Βασικοί χρωματικοί χάρτες με τη χρήση photoshop.....	91
Ψηφιακή 2D φωτογραφική τεκμηρίωση φθορών	92
Τρισδιάστατη φωτογραμμετρική ανακατασκευή SFM και φασματική απεικόνιση MSI ...	93
Ενδεχόμενη ύπαρξη χρωστικής αιγυπτιακού κυανού	93
Ενδεχόμενη ύπαρξη οργανικών υλικών και υλικών από προηγούμενες εργασίες αποκατάστασης.....	95
VIII. Οπτική αποτύπωση της κατάστασης διατήρησης.....	98
Οι στόχοι των αναλύσεων.....	105
Τα σημεία δειγματοληψίας.....	106
Τα σημεία ανάλυσης στο ειδώλιο MX816	109
Τα σημεία ανάλυσης στα ειδώλια MX 809α+β.....	110
IX. Μέθοδοι και τεχνικές	112
Οπτική μικροσκοπία (OM)	112
Πολυφασματική απεικόνιση με υπεριώδη φθορισμό (UVF).....	112
Πολυφασματική απεικόνιση με υπέρυθη ανακλαστογραφία (VIL)	112
Φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων Χ (XRF)	112
Υπέρυθη φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier (FTIR).....	113
X. Τα αποτελέσματα των αναλυτικών τεχνικών	114
Οπτική μικροσκοπία.....	114
Πολυφασματική απεικόνιση με υπεριώδη φθορισμό (UVF).....	117

Πολυφασματική απεικόνιση με υπέρυθρη φωταύγεια επαγόμενη από την ορατή ακτινοβολία (VIL).....	121
Φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων Χ (XRF)	125
Πίνακες ανίχνευσης στοιχείων με XRF.....	141
Υπέρυθρη φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier (FTIR).....	148
Περιθλασιμετρία Ακτινών Χ (XRD) και ATR-FTIR.....	160
XI. Επεμβατική συντήρηση.....	161
Αφαίρεση ή διατήρηση των παλαιότερων επεμβάσεων.....	161
Αφαίρεση των ανασκαφικών επικαθίσεων στο ειδώλιο του Διόνυσου.....	164
Ψηφιακή αισθητική αποκατάσταση/ερμηνεία του θέματος	175
.....	178
.....	179
Φωτογραμμετρία μετά τις εργασίες συντήρησης	180
XII. Έκθεση/αποθήκευση.....	181
Αποθήκευση	187
XIII. Συμπεράσματα	189
XIV. Βιβλιογραφία	192
Ξενόγλωσση	192

Κατάλογος εικόνων, πινάκων και σχημάτων

Εικόνες

Εικόνα 1: Τοπογραφία της Χαλκίδας (Βρανόπουλος, 1972, σ. 79).

Εικόνα 2: Το ένα από τα προς μελέτη αντικείμενα με αριθμό MX 809α (Παπαβασιλείου, 1910, σ. 61-62).

Εικόνα 3: Μερικές UV φωτογραφίες φθορισμού σε 3D αντικείμενα (Lanteri, Agresti, Pelosi 2019, p. 210, fig. 2).

Εικόνα 4: Τέσσερα από τα ειδώλια (Φιλαδελφεύς, 1907, σ. 69-70).

Εικόνα 5: Το ειδώλιο με αριθμό EAM 13614 (Βιβλιοδέτης, Ε. Αβρονιδάκη, 2013, σ. 24).

Εικόνα 6: Το ειδώλιο με αριθμό EAM 13612 (Βιβλιοδέτης, Ε. Αβρονιδάκη, 2013, σ. 24).

Εικόνα 7: Το πήλινο ομοίωμα (ειδώλιο) με αριθμό MX 809α.

Εικόνα 8: Το πήλινο ομοίωμα (ειδώλιο) με αριθμό MX 809β.

Εικόνα 9: Το ειδώλιο με αριθμό MX 816.

Εικόνα 10: Αγαλματίδιο Τύχης με κέρας της Αμάθειας.

Εικόνα 11: Η προτομή από την Τανάγρα.

Εικόνα 12: Το πινάκιο από την Ερέτρια.

Εικόνα 13: Το ειδώλιο MX 816 μετά την επεξεργασία στο πρόγραμμα ReCapPhoto σε αρχείο obj.

Εικόνα 14: Το ειδώλιο MX 908α μετά την επεξεργασία στο πρόγραμμα ReCapPhoto, σε αρχείο obj.

Εικόνα 15: Το ένα μέλος του ειδωλίου MX 908β μετά την επεξεργασία στο πρόγραμμα ReCapPhoto, σε αρχείο obj.

Εικόνα 16: Το ένα μέλος του ειδωλίου MX 908β σε δύο εκδοχές, το δεξί με τριγωνισμό νέφος σημείων.

Εικόνα 17: Ερυθρή χρωστική στο σώμα του Διονύσου.

Εικόνα 18: Ίχνη ώχρας χρωστικής.

Εικόνα 19: Ίχνη μελανής και ώχρας χρωστικής.

Εικόνα 20: Στην περιοχή του ματιού διακρίνεται ίχνος κυανής χρωστικής.

Εικόνα 21: Ίχνη μελανής χρωστικής ή επίθετου φύλλου κασσίτερου στα κάτω άκρα.

Εικόνα 22: Χρωματική οριοθέτηση με εφαρμογή πράσινης χρωστικής αριστερά και ερυθρής δεξιά.

Εικόνα 23: Ίχνη υποκίτρινης χρωστικής.

Εικόνα 24: Ίχνη λευκής επικάλυψης στο MX 809α.

Εικόνα 25: α. Η σωζόμενη λευκή επικάλυψη, β. η ερυθρή χρωστική στο σώμα του Διονύσου και γ. η κυανή χρωστική στο μάτι και οι μελανές ταινίες στα πόδια της μορφής (Πρόγραμμα Adobe Photoshop, αρχείο png).

Εικόνα 26: α. Η σωζόμενη λευκή επικάλυψη, β. η λευκή επικάλυψη μαζί με τις χρωστικές και γ. επικάλυψη και χρωστικές χωρίς την υφή του ψημένου πηλού στο MX 809α (Πρόγραμμα Adobe Photoshop, αρχείο png).

Εικόνα 27: Οι φθορές που παρουσιάζει το ειδώλιο MX809α (Πρόγραμμα Adobe Photoshop, αρχείο png).

Εικόνα 28: Το τρισδιάστατο ψηφιακό αντίγραφο που απεικονίζει την παρουσία του αιγυπτιακού κυανού (Hedeard et al. 2019, p. 186, εικ. 4).

Εικόνα 29: Οι ανασκαφικές επικαθίσεις με πλάγιο φωτισμό.

Εικόνα 30: Υπολείμματα ανασκαφικών επικαθίσεων από παλαιότερες επεμβάσεις.

Εικόνα 31: Ίχνη βίαιης αφαίρεσης ανασκαφικών επικαθίσεων.

Εικόνα 32: Βιολογικές επικαθίσεις στο σημείο που το αριστερό χέρι του Διονύσου κρατά το κεφάλι του πάνθηρα.

Εικόνα 33: Τα δύο συγκολλημένα μέλη στα οποία δεν έχει γίνει στερέωση, ειδώλιο MX809α.

Εικόνα 34: Πιθανό υλικό στερέωσης από προηγούμενες εργασίες συντήρησης, ειδώλιο MX809β.

Εικόνα 35: Ίχνη ερυθρής χρωστικής, ειδώλιο MX809α.

Εικόνα 36: Στερεωτικό υλικό το οποίο εμφανίζεται κατευθείαν στον πηλό, ειδώλιο MX809β.

Εικόνα 37: Το φύλλο κασσίτερου.

Εικόνα 38: Τα δύο σημεία δειγματοληψίας στο ειδώλιο MX 816.

Εικόνα 39: Το σημείο δειγματοληψίας στο ειδώλιο MX 809α

Εικόνα 40: Το σημείο δειγματοληψίας στο ειδώλιο MX 809β

Εικόνα 41: Τα επτά σημεία ανάλυσης της μελέτης για το ειδώλιο MX 816 με XRF (X1-X7) και FTIR (F1-F7).

Εικόνα 42: Τα εννέα σημεία ανάλυσης της μελέτης για τα ειδώλια MX 809α+β, με τις αναλυτικές τεχνικές XRF (X8-X16) και FTIR (F8-F16).

Εικόνα 43: Πιθανή εμφάνιση υλικού στερέωσης, που έχει υποστεί υποβάθμιση σκούρα στίγματα μετά τις εργασίες αποκατάστασης, το οποίο διακρίνεται πάνω σε όλες τις περιοχές (υπολείμματα ανασκαφικών επικαθίσεων, ερυθρή χρωστική, λευκή επικάλυψη, εμφανής πηλός), λήψεις με οπτική μικροσκοπία.

Εικόνα 44: Το υλικό στερέωσης πάνω στην λευκή επικάλυψη έχοντας κιτρινοπράσινη απόχρωση και με μικρή παρουσία στην επιφάνεια του εμφανή πηλού.

Εικόνα 45: Η ταινία με την μελανή απόχρωση στο αριστερό άκρο του ειδωλίου.

Εικόνα 46: Οι λήψεις αριστερά είναι στο ορατό Vis και οι δεξιά στο υπεριώδες UVF, με διαφορετικό χρονικό όριο του κλείστρου της φωτογραφικής μηχανής. Στο UVF διακρίνεται η διαφοροποίηση ανάμεσα στον φθορισμό που παράγεται από την χρωστική ριζάρι (πορτοκαλί-κόκκινος φθορισμός) και από το υλικό συγκόλλησης γομαλάκας (πορτοκαλί-κίτρινος φθορισμός).

Εικόνα 47: Οι λήψεις αριστερά είναι στο ορατό Vis, οι δεξιά στο υπεριώδες UVF. Χρήση γομαλάκας σε ακμές των οστράκων οι οποίες δεν συγκολλήθηκαν. Εφαρμογή υλικού στερέωσης.

Εικόνα 48: Η αριστερή λήψη είναι στο ορατό Vis, η δεξιά στο υπεριώδες UVF. Διακρίνεται η χρωστική ριζάρι σε σημεία που δεν καλύπτεται από τις ανασκαφικές επικαθίσεις.

Εικόνα 49: Οι δύο λήψεις αριστερά είναι στο υπεριώδες UVF και οι δεξιά στο ορατό Vis. Τα ακριβή σημεία υπόδειξης μετά από επεξεργασία η οποία βοηθά στον εντοπισμό, αφανών σημείων ύπαρξης της χρωστικής ριζάρι δίπλα από αυτά.

Εικόνα 50: Η αριστερή λήψη είναι στο ορατό Vis, οι άλλες δύο στο υπέρυθρο VIL, ειδώλιο MX 809 α. Διακρίνεται δείγμα σε μορφή σκόνης το αιγυπτιακό κυανό, ο έντονος λευκός χρωματισμός κατά την υπέρυθρη ακτινοβολία.

Εικόνα 51: Η αριστερή λήψη είναι στο ορατό Vis, οι άλλες δύο στο υπέρυθρο VIL, ειδώλιο MX 809 β.

Εικόνα 52: Η αριστερή άνω λήψη είναι στο ορατό Vis, οι άλλες τρεις στο υπέρυθρο VIL, το αιγυπτιακό κυανό προβάλλει ως λευκά στίγματα στο ειδώλιο MX 816.

Εικόνα 53: Το αιγυπτιακό κυανό στο ιμάτιο του ειδωλίου του Διόνυσου.

Εικόνα 54: Οι δύο λήψεις είναι στο ορατό Vis οι οποίες υποδεικνύουν τα ακριβή σημεία του αιγυπτιακού κυανού.

Εικόνα 55: Εφαρμογή του φασματόμετρου στην Χαλκίδα.

Εικόνα 56: Χρήση του FTIR στην παρούσα εργασία από τον κ. Μπογιατζή.

Εικόνα 57: Διαρκής παρατήρηση στο μικροσκόπιο.

Εικόνα 58: Χρήση ethafoam.

Εικόνα 59: Αφαίρεση με ξύλινη γλυφίδα.

Εικόνα 60: Αφαίρεση με ανοξειδωτή λάμα.

Εικόνα 61: Εργασία κατά τη διάρκεια της αφαίρεσης των επικαθίσεων.

Εικόνα 62: Ύπαρξη αιγυπτιακού κυανού κάτω από αδιάλυτες και χαλαρές επικαθίσεις, αριστερή και δεξιά φωτογραφία αντίστοιχα.

Εικόνα 63: Επικαθίσεις και μεταλλικά ίχνη.

Εικόνα 64: Απώλεια λευκής επικάλυψης στην οποία αποδίδονταν γραπτή φυτική διακόσμηση.

Εικόνα 65: Το στόμα του πάνθηρα σε γλυπτική απόδοση.

Εικόνα 66: Λεπτομέρειες στις πτυχώσεις του ιματίου.

Εικόνα 67: Σχέδια στο σώμα της μορφής πολλά εκ αυτών υπό μορφή αυλακώσεων που έφεραν ένθετη διακόσμηση.

Εικόνα 68: Βαθύτερες αυλακώσεις.

Εικόνα 69: Οι δύο μικρές εκβαθύνσεις.

Εικόνα 70: Οι τρεις άλλες εκβαθύνσεις, όλες κατά τη δημιουργία του αρχέτυπου.

Εικόνα 71: Το μοναδικό σημείο με ίχνος μετάλλου κυκλικής διατομής.

Εικόνα 72: Ίχνη γραπτής διακόσμησης.

Εικόνα 73: Αποτυπώματα που έφεραν γραπτή διακόσμηση.

Εικόνα 74: Η λάμψη των ευγενών μετάλλων.

Εικόνα 75: Θέσεις στις οποίες παρατηρείται έντονη λάμψη.

Εικόνα 76: Θέσεις στις οποίες παρατηρείται έντονη λάμψη στα κάτω άκρα.

Εικόνα 77: Πιθανά χρωματικά σχέδια στο υμάτιο.

Εικόνα 78: Συνδυασμός γραπτής και ένθετης διακόσμησης.

Εικόνα 79: Ένα μέρος της γραπτής και ένθετης διακόσμησης.

Εικόνα 80: Εικονική αποκατάσταση του πάνθηρα.

Εικόνα 81: Απεικόνιση Vis, UVF και VIL πριν και Vis μετά τη συντήρηση.

Εικόνα 82: Απεικόνιση Vis, UVF και VIL πριν και Vis μετά τη συντήρηση μαζί με μέρος ένθετων μεταλλικών στοιχείων που ολοκληρώνουν το τελικό αποτέλεσμα.

Εικόνα 83: Απεικόνιση του ειδωλίου μετά τη συντήρησή του, επεξεργασία στο πρόγραμμα ReCapPhoto, σε αρχείο obj.

Εικόνα 84: Ασφάλεια του ειδωλίου σε συνθήκες έκθεσης.

Εικόνα 85: Τρόπος ανάρτησης σε έκθεση.

Πίνακες

Πίνακας 1: Οι είκοσι περιοχές στις οποίες θα εφαρμοστούν οι αναλυτικές τεχνικές XRF, FTIR, XRD και ATR-FTIR.

Πίνακας 2: Τα αποτελέσματα της απεικόνισης με υπεριώδη φθορισμό.

Πίνακας 3: (α) Η κατανομή του συνόλου των φασμάτων φθορισμού ακτίνων, σε παρένθεση οι αριθμοί που τα φάσματά τους δεν χρησιμοποιήθηκαν και (β) τα σημεία με τα κύρια ανιχνεύσιμα στοιχεία.

Πίνακας 4: Στοιχειακή ανάλυση XRF_846.

Πίνακας 5: Στοιχειακή ανάλυση XRF_866.

Πίνακας 6: Στοιχειακή ανάλυση XRF_851.

Πίνακας 7: Στοιχειακή ανάλυση XRF_851.

Πίνακας 8: Στοιχειακή ανάλυση XRF_848, 849, 850.

Πίνακας 9: Στοιχειακή ανάλυση XRF_852.

Πίνακας 10: Στοιχειακή ανάλυση XRF_847.

Πίνακας 11: Στοιχειακή ανάλυση XRF_867.

Πίνακας 12: Στοιχειακή ανάλυση XRF_872.

Πίνακας 13: Στοιχειακή ανάλυση XRF_873.

Πίνακας 14: Στοιχειακή ανάλυση XRF_860.

Πίνακας 15: Στοιχειακή ανάλυση XRF_861.

Πίνακας 16: Στοιχειακή ανάλυση XRF_874.

Πίνακας 17: Στοιχειακή ανάλυση XRF_862.

Πίνακας 18: Στοιχειακή ανάλυση XRF_875.

Πίνακας 19: Στοιχειακή ανάλυση XRF_878.

Πίνακας 20: Στοιχειακή ανάλυση XRF_846.

Πίνακας 21: Στοιχειακή ανάλυση XRF_865.

Πίνακας 22: Η κατανομή του συνόλου των φασμάτων της υπέρυθρης φασματοσκοπίας μετασχηματισμού Fourier.

Σχήματα

Σχήμα 1: Οι συνθήκες φωτισμού (UV, ορατό, IR) και τα είδη ανακλώμενης ακτινοβολίας και εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, φωτο φωταύγεια (Dyer, Verri and Cupitt, 2013, p. 3, f. 1, 2).

Σχήμα 2: Η χημική δομή των έγχρωμων συστατικών του ριζαριού της αλιζαρίνης, αριστερά και της πουρπουρίνης δεξιά (Μαντζούρης, 2016, σ. 34, σχήμα 1. 4).

Σχήμα 3: Η χημική σύσταση των δύο βρωμιούχων συστατικών της πορφύρας 6- βρωμο ινδικοτίνη αριστερά και 6-6' διβρωμο ινδικοτίνης δεξιά (Μαντζούρης, 2016, σ. 54, σχήμα 1. 11).

Σχήμα 4: Τα φάσματα κιννάβαρι, ριζαριού, αιματίτης και κόκκινης ώχρας (Marucci et al., 2018, pp. 1227-1229, εικ. 6,10 και 2,3).

Σχήμα 5: Τα φάσματα FTIR των τριών ερυθρών χρωστικών (Čiuladienė et al., 2018, p. 246, εικ. 3-4).

Σχήμα 6: Οι δέκα διαφορετικές θέσεις με τα τριάντα τέσσερα σημεία, λήψεις 845-878.

Σχήμα 7: XRF_846_ερυθρή χρωστική στο δεξί στήθος του Διόνυσου.

Σχήμα 8: XRF_866_ερυθρή χρωστική στο δεξί στήθος του Διόνυσου.

Σχήμα 9: XRF_851_ερυθρή χρωστική στους κοιλιακούς μυς. Στα ένθετα σχήματα στο αριστερό α) το ρουθίνιο με K=19,28 keV και δεξιά β) το ρόδιο με K=20,22keV (XRF Research, Inc. © 2022).

Σχήμα 10: XRF_851_ερυθρή χρωστική στους κοιλιακούς μυς.

Σχήμα 11: XRF_848 κόκκινη, 849 πράσινη, 850 μοβ απεικόνιση μελανή ταινία στο αριστερό κάτω άκρο του Διόνυσου.

Σχήμα 12: XRF_852_μελανή χρωστική στον αριστερό μηρό του Διόνυσου.

Σχήμα 13: XRF_847_λευκή επικάλυψη.

Σχήμα 14: XRF_867_λευκή επικάλυψη.

Σχήμα 15: XRF_872_λευκή επικάλυψη δίπλα στην πράσινη χρωστική.

Σχήμα 16: XRF_873_πράσινη χρωστική.

Σχήμα 17: XRF_860_πράσινη χρωστική.

Σχήμα 18: XRF_861_μοβ χρωστική.

Σχήμα 19: XRF_874_μοβ χρωστική.

Σχήμα 20: XRF_875_γκρι/μελανή ταινία.

Σχήμα 21: XRF_878_μοβ χρωστική.

Σχήμα 22: XRF_876_ερυθρή/σκούρα χρωστική.

Σχήμα 23: XRF_865_γκρι/μελανή ταινία.

Σχήμα 24: Τα σημεία εφαρμογής FTIR σε κάθε ένα ειδώλιο.

Σχήμα 25: Χαρακτηριστικές κορυφές σε ερυθρή ώχρα, ασβεστίτη και πρωτεϊνικού υλικού (Corteza et al., 2021, p. 6, f. 3).

Σχήμα 26: Η διαφορά καολίνη και μετακαολίνη (Ivanović et al., 2018, p. 5, f. 2).

Σχήμα 27: Το φάσμα FTIR του ασβεστίτη με πρωτεϊνικό υλικό (Hajji et al., 2017, p. 3, f. 2).

Σχήμα 28: Το φάσμα FTIR γομαλάκας (Fahim Ansari et al., 2013).

Σχήμα 29: FTIR_Dionysos_1_ερυθρή χρωστική στο δεξί του στήθος.

Σχήμα 30: FTIR_Dionysos_2 και FTIR_Dionysos_2_cleaned_ερυθρή χρωστική στους κοιλιακούς μύες.

Σχήμα 31: FTIR_Dionysos_3_ερυθρή χρωστική στον αριστερό του μηρό.

Σχήμα 32: FTIR_Dionysos_4_λευκή επικάλυψη.

Σχήμα 33: FTIR_Dionysos_5_γκρι/μελανή ταινία στο αριστερό κάτω άκρο του.

Σχήμα 34: FTIR_MX809A_1.0 και 1.1 και 1.2_υλικό συγκόλλησης από προηγούμενες εργασίες.

Σχήμα 35: FTIR_MX809A_2_λευκή επικάλυψη.

Σχήμα 36: FTIR_MX809A_4_ερυθρή χρωστική.

Σχήμα 37: FTIR_MX809B_1_μοβ χρωστική.

Ευχαριστίες

Η Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος σπουδών *Συντήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς* του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες την εργασία, την Δρ. Γεωργιάνα Μωραΐτου Τμηματάρχη Συντήρησης, Φυσικών, Χημικών Ερευνών & Αρχαιομετρίας και την Δρ. Μαρία Χιδίρογλου Αρχαιολόγο στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, καθώς και τον Δρ. Σταμάτη Μπογιατζή, Καθηγητή στο Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης του ΠΑ.Δ.Α.

Ακόμη ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή Γεώργιο Παναγιάρη, Διευθυντή του Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης του ΠΑ.Δ.Α. και την κυρία Παρή Καλαμαρά Διευθύντρια στο Βυζαντινό και Χριστιανικό Μουσείο που με ενίσχυσαν στην απόφαση να υλοποιήσω το μεταπτυχιακό αυτό.

Επίσης, τον κύριο Δημήτριο Χριστοδούλου Αναπληρωτή Προϊστάμενο της Εφορείας Αρχαιοτήτων Ευβοίας και τον κύριο Γεώργιο Παππά Τμηματάρχη του Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης. Ακόμη ευχαριστώ την προηγούμενη Προϊσταμένη της Εφορείας κυρία Αγγελική Σίμωσι που μου έδωσε την άδεια μελέτης και συντήρησης του αρχαιολογικού ανασκαφικού υλικού.

Επιπλέον ευχαριστώ την Διεύθυνση του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου και τους συντηρητές αρχαιοτήτων της Συλλογής Γλυπτών, κύριο Ιωάννη Παναγάκο και κυρία Καλλιόπη Τσακρή που επιτέλεσαν τις πολυφασματικές απεικονίσεις, καθώς και όλους τους συναδέλφους της ΕΦΑ Ευβοίας και ιδιαίτερα την αρχαιολόγο Γαρυφαλιά Βουζαρά.

Τέλος, ευχαριστώ απεριόριστα την οικογένειά μου, Μαρία-Νίκη και Γιώργο που με βοήθησαν σε αυτό το εγχείρημα.

Περίληψη

Η επιστήμη της συντήρησης αρχαιοτήτων σήμερα επιτάσσει μια ολοκληρωμένη διαχείριση όσο αφορά τα αντικείμενα της πολιτιστικής κληρονομιάς. Εκτός από τις αρχαίες γραπτές πηγές, το ανασκαφικό context των αντικειμένων, τις βιβλιογραφικές αναφορές σε πρόσφατες παρόμοιες μελέτες των τελευταίων χρόνων, την εξίσωση της ολοκληρωμένης διαχείρισης έρχεται να συμπληρώσει με πολύ ουσιαστικό τρόπο η τεκμηρίωση της τεχνολογίας κατασκευής μέσω των αναλυτικών τεχνικών, επιλύοντας πολλά ζητήματα αποκατάστασης στους τομείς της προληπτικής και της επεμβατικής συντήρησης. Για τις αναλυτικές τεχνικές μπορεί να διαπιστώσει κανείς την μεγάλη συμβολή που παρέχουν στον συντηρητή αρχαιοτήτων, στις περιπτώσεις με πολυχρωμία σε ειδώλια από πηλό. Πιο συγκεκριμένα, όταν αυτός βρίσκεται σε πλεονεκτική θέση να προβλέψει χημικούς χάρτες, αλλά και μέχρι σε ποιο σημείο τον βοηθούν οι τεχνικές να διαχωρίσει και να ταυτοποιήσει υλικά ή να γνωστοποιήσει την προέλευση ακόμη και κάτω από ανασκαφικές επικαθίσεις. Με αυτόν τον τρόπο αναδεικνύονται όλα τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας κατασκευής του αντικειμένου, παράλληλα ερμηνεύεται η υποβάθμιση που αυτά έχουν υποστεί, ακόμη και πριν την ταφή τους στο υπέδαφος, στην αποθήκευσή τους, στα ενδεχόμενα πρώτα σωστικά μέτρα και στις παλαιότερες επεμβάσεις, μέχρι το σημείο της επεμβατικής πλέον συντήρησης.

Στην παρούσα εργασία, πραγματοποιήθηκε μελέτη και συντήρηση σε τρία πήλινα πολύχρωμα ειδώλια κλασικής και ελληνιστικής περιόδου από την Χαλκίδα. Συγκεκριμένα, στο ειδώλιο του Διονύσου μετά τις εργασίες επεμβατικής συντήρησης έγινε μερική αποκατάσταση της χαμένης γραπτής, πλαστικής και ένθετης διακόσμησης για την πιο ασφαλή ερμηνεία του αντικειμένου. Ωστόσο, ένα μέρος των επικαθίσεων ήταν αδύνατον να αφαιρεθεί διότι διατηρούσε σημαντικά στοιχεία της πολυχρωμίας του ειδωλίου. Από την άλλη δεν πραγματοποιήθηκε επεμβατική συντήρηση στα άλλα δύο ειδώλια, αφήνοντας διαθέσιμα τα πρόσθετα υλικά από παλαιότερες επεμβάσεις αποκατάστασης, για μελλοντική έρευνα. Συνολικά αποδείχτηκε ότι οι αναλυτικές τεχνικές προσφέρουν πολλές διευκολύνσεις για τη μεθοδολογία επεμβάσεων. Στο ειδώλιο του Διονύσου η γνωστοποίηση αιγυπτιακού κυανού πριν την επέμβαση, έδωσε αφορμή να μην αφαιρεθούν σε εκείνα τα σημεία οι ανασκαφικές επικαθίσεις που ήταν αναμεμιγμένες με αυτό. Η ύπαρξη χρωστικής, όπως το ριζάρι έστω και σε ελάχιστα σημεία, βοηθά στο να μην αγνοηθεί αυτό, αφού καλύπτεται κάτω από τις επικαθίσεις. Αδιαμφισβήτητα επιβεβαιώθηκαν τεχνικές και υλικά που κοσμούσαν το ειδώλιο χωρίς να φαίνονται με γυμνό μάτι.

Το σημαντικό στην εργασία αυτή είναι το γεγονός ότι επιχειρήθηκε να ελεγχθεί μέχρι σε ποιο σημείο όλες οι ενέργειες βοηθούν ή όχι στο να μην παρακαμφθούν αυθεντικά στοιχεία κάτω από ανασκαφικές επικαθίσεις μιας τελικά ομολογούμενης πολυδιάστατης διακόσμησης. Αποδεικνύεται τελικά ως μεγάλο πλεονέκτημα η σωστή προσέγγιση παρόμοιων αντικειμένων να επιτυγχάνεται με απαιτούμενες γνώσεις που παρέχονται αποκλειστικά μετά από διεπιστημονικότητα, δημιουργώντας με την προσέγγιση αυτή καινούργιους δρόμους για νέα πρωτόκολλα αντιμετώπισης, πιο ασφαλή, ανάλογα τα αντικείμενα και τις απαιτήσεις που τα χαρακτηρίζουν. Μελλοντική έρευνα όσο αφορά την αντιμετώπιση πολύχρωμων ειδωλίων από πηλό που καλύπτονται εξολοκλήρου από αδιάλυτες επικαθίσεις είναι σίγουρο ότι χρήζει ιδιαίτερης μελέτης.

Λέξεις κλειδιά: συντήρηση, πολύχρωμα ειδώλια, κλασική και ελληνιστική περίοδο, πολυφασματική απεικόνιση, pXRF, rFTIR

Abstract

The science of antique conservation today requires comprehensive management as far as cultural heritage objects are concerned. To preserve not only the objects but ancient written sources, the excavation context, the bibliographic references to recent similar studies of the last years, the equation of integrated management are all essential aspects which must be maintained. This has been and continues to be achieved by documenting of the ever-evolving analytical techniques which are applied. This has had the effect of solving many restoration issues in the fields of both preventive and interventional maintenance. Perhaps one of the greatest contributions that the conservationists of antiquities have benefited from in the vast array of technological advances. In particular, there is the case of polychrome discovered in clay figurines. More specifically, the use and the value that chemical maps provide will be discussed further. By using this technique, conservationists are in a very advantageous position to predict the outcome of chemical maps which allows for the most valid interpretation of the object. Also, they can separate and identify minute materials and determine the origin even under excavation deposits. In this way, all the characteristics of the construction technology of the object are highlighted, at the same time the degradation that they have undergone, even before their burial in the ground, in their storage, in the possible first rescue measures and in the oldest operations, up to the point of more invasive

maintenance. In this case study, research and maintenance was carried out on three colourful clay figurines of the classical and Hellenistic period which were discovered in Chalkida. Specifically, in order to achieve the most secure interpretation of the statue of Dionysus, the invasive conservation work, a partial restoration of the lost written, plastic and inlaid decoration was accomplished. The issue lay in that it was impossible to remove a part of the deposits, because deposits helped preserve important elements of the polychrome of the figurine. Conversely, no invasive maintenance was carried out on the other two figurines, leaving the additional materials from earlier restoration operations available for future research. Overall, it has been shown that the analytical techniques discussed here, offer many options for intervention methodology. In the case of Dionysus, the discovery of Egyptian blue before the operation, gave reason not to excavate due to deposits that were mixed within the piece. Giving further credence to the techniques used, riparian, another pigment was discovered. This is particularly impressive given its minute amount and that it was covered under other deposits. This later led to certain techniques and adorning materials used in each creation being discovered. These were not visible to the naked eye but unequivocally confirmed. The outcome from the techniques discussed in this case study is primarily the scope of their potential. Such methods have been compared to previous methods and ones discussed here are superior, when used in combination. It can be said that traditional techniques can be bypassed in favour of those discussed above. Finally, providing these tools are used in combination with the required knowledge and transdisciplinary and creating techniques, new paths can continue to be forged for the world of excavation. It is worth noting that further research regarding the approaches used to uncover colourful clay figurines that are completely covered by insoluble deposits certainly needs special study.

Keywords: conservation, polychrome figurines, classical and hellenistic period, multispectral imaging, pXRF, rFTIR.

I. Εισαγωγή

Σκοπός της εργασίας

Η εργασία αυτή αναφέρεται στη μελέτη και τη συντήρηση τριών αρχαιολογικών ανασκαφικών αντικειμένων από πηλό με πολυχρωμία. Το προς εξέταση αρχαιολογικό υλικό προέρχεται από δύο ανασκαφές νεκροταφείων κλασικής εποχής, οι οποίες είχαν πραγματοποιηθεί το 1902 από τον Γεώργιο Παπαβασιλείου, εκτός των τειχών της αρχαίας Χαλκίδας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διασφάλιση και η διαφύλαξη της ιστορικής, δομικής, υλικής και αισθητικής ακεραιότητας των τριών παραπάνω ανασκαφικών αντικειμένων. Συγκεκριμένα, αποτελεί μία σύνθετη μελέτη η οποία αναλύει και αναδεικνύει τις αξίες αυτές. Για να επιτευχθεί η εργασία, στόχο αποτελεί η σωστή επιλογή σχεδιασμού και αποφάσεων τόσο στην προληπτική όσο και στην επεμβατική συντήρηση. Τα προσφερόμενα μέσα για τη διάγνωση των αντικειμένων καθώς και οι αναλυτικές τεχνικές, που επιλέγονται με βάση τον παραπάνω στόχο, συνεισφέρουν με ασφάλεια στο σχεδιάγραμμα και τη μεθοδολογία ενεργειών που απαιτούνται, με γνώμονα τη σωστή επιλογή αποφάσεων στην επιστήμη της συντήρησης.

Δομή της εργασίας

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αποτελείται από δεκατρία κεφάλαια, των οποίων η δομή αναλύεται παρακάτω. Κατά κύριο λόγο εντάσσονται σε δύο μέρη Α και Β, το θεωρητικό και το πειραματικό αντίστοιχα.

Στο πρώτο κεφάλαιο το οποίο είναι εισαγωγικό, παρουσιάζεται ο σκοπός και η δομή της εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται σύντομη περιγραφή του ιστορικού και χρονολογικού πλαισίου αναφοράς των υπό εξέταση αντικειμένων, σκιαγραφείται δε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, η σημασία αυτών μέσα στον χώρο-χρόνο παραγωγής και χρήσης τους. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται λόγος για την περιοχή της αρχαίας πόλης της Χαλκίδας κατά την ύστερη κλασική και ελληνιστική εποχή. Παρουσιάζεται η ιστορική τοπογραφία της πόλης μέσα από τα αρχαιολογικά κατάλοιπα, δίνοντας πληροφορίες σχετικά με τις περιοχές όπου την εποχή

εκείνη άνθιζαν οι βιοτεχνικές δραστηριότητες, με κυριότερα τα κεραμικά και ενδεχομένως κοροπλαστικά εργαστήρια. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στα μεγάλα νεκροταφεία της εποχής, έξω από τα όρια της πόλης και στις θέσεις που αυτά έχουν εντοπιστεί από την αρχαιολογική σκαπάνη.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια απόκτησης γνώσης για τη σωστή περιγραφή των αντικειμένων στο πλαίσιο της σύστασης των υλικών από τα οποία αυτά αποτελούνται και αναφέρονται στοιχεία για την τεχνολογία κατασκευής, δηλαδή τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί και τον τρόπο δημιουργίας τους. Ειδικότερα, αναφέρεται η επιλογή αργίλων καθώς και η πορεία διαμόρφωσης του τελικού προϊόντος, που είναι ο πηλός. Επιπλέον, παραθέτονται οι τεχνικές διαμόρφωσης και κατασκευής των ειδωλίων, ειδικά εκείνων με χρήση μήτρας, αλλά και η σημασία του αρχέτυπου που ήταν αποκλειστική υπόθεση καλλιτέχνη, γλύπτη ή μεταλλοτεχνίτη. Εκτός από πληροφορίες που αφορούν τον πηλό και την όπτησή του, θα δοθούν επιπρόσθετα και άλλες που αναλύουν τα λευκά επιχρίσματα, τις χρωστικές και το συνδετικό μέσο που έχει χρησιμοποιηθεί την εποχή κατασκευής. Αυτό επιτυγχάνεται τόσο από βιβλιογραφική επισκόπηση, μέσω αρχαίων πηγών και αναφορών μετά από μελέτες του τελευταίου αιώνα, όσο και από εργαστηριακές αναλυτικές τεχνικές των τελευταίων δεκαετιών.

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, πολλές μελέτες έχουν εκπονηθεί μετά από αναλυτικές τεχνικές, τα αποτελέσματα των οποίων τεκμηριώνουν τα επί μέρους υλικά που απαρτίζουν ένα ειδώλιο. Στις περισσότερες από αυτές έχει μελετηθεί η τεχνολογία κατασκευής, μετά από αφαίρεση επικαθίσεων ή εργασίες συντήρησης, παραπλήσιων αντικειμένων που ανήκουν σε μουσεία, σε συλλογές ή σε εφορείες αρχαιοτήτων. Στην παρούσα εργασία διερευνάται περαιτέρω βιβλιογραφικά, κατά πόσο οι μελέτες αυτές έχουν χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια επεμβάσεων συντήρησης για τον σκοπό αυτόν. Μελετάται ακόμη η αξιοποίηση των αναλυτικών τεχνικών στην προληπτική, αλλά πρωτίστως στην επεμβατική συντήρηση, στη ροή των εργασιών αποκατάστασης, με αποκλειστικό όφελος τη βέλτιστη διαφύλαξη και ασφάλεια του συνόλου των υλικών σύνθεσης του αντικειμένου. Για αυτό ακόμη θα αναφερθούν περιπτώσεις όπου, στην *κόσμησιν* των ειδωλίων, μπορεί να έχει χρησιμοποιηθεί η τεχνική της επιχρύσωσης ή να έχουν εφαρμοστεί παλαιότερες επεμβάσεις, ως θεραπεία, οι οποίες να μην διακρίνονται αρχικά ή να επικαλύπτονται από ανασκαφικές επικαθίσεις. Δηλαδή στην τεχνολογία κατασκευής θα αναφερθούν οι ενδεχόμενες περιπτώσεις που μπορούν να παρουσιαστούν σε ένα αντικείμενο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο προσφέρεται η γνώση σε θέματα υλικών και παθολογίας των ανασκαφικών αντικειμένων, που έχει μέχρι σήμερα αποκτηθεί, η οποία συνεισφέρει με μέγιστο βαθμό στην επιστήμη της συντήρησης. Ο συντηρητής αρχαιοτήτων βρίσκεται σε πλεονεκτικότερη θέση, γνωρίζοντας πλέον τα υλικά από τα οποία αποτελείται το αντικείμενο, τη δομή του, αλλά και την υποβάθμιση που τα χαρακτηρίζει σήμερα, προκειμένου να μπορεί να σχεδιάσει με πιο ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο, τις απαραίτητες ενέργειες. Επομένως, είναι σε θέση να καταλάβει με ποιόν ακριβώς τρόπο διαφοροποιούνται οι ενέργειες συντήρησης που ακολουθούνται, ανάλογα την υποβάθμιση των εκάστοτε υλικών.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η συνεισφορά των τεχνικών εξέτασης μέσω διαγνωστικού πρωτοκόλλου, που συμβάλουν στη γνώση των υλικών, οι οποίες χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με τις επιθυμητές ανάγκες και οι οποίες τεχνικές, συνδυαστικά τεκμηριώνουν με ασφάλεια τα εκάστοτε αποτελέσματα. Στο πλαίσιο της εργασίας εφαρμόζονται αναλυτικές τεχνικές πολυφασματικής απεικόνισης για να αναγνωριστούν υποστρώματα, σχέδια, χρωματικοί χάρτες, αλλά και για τον έλεγχο τυχόν παλαιότερων επεμβάσεων συντήρησης, όπως η χρήση στερεωτικών ή συγκολλητικών ουσιών. Επιπρόσθετα, συμμετέχουν οι μη επεμβατικές αναλυτικές τεχνικές όπως XRF, FTIR και Raman, για την κατανόηση της τεχνολογίας κατασκευής του πηλού, των υποστρωμάτων, καθώς και των χρωστικών ουσιών και του συνδετικού τους υλικού. Ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στην ανίχνευση οργανικών καταλοίπων λόγω της ευαισθησίας που έχουν τα οργανικά υλικά στη διατήρηση της αρχικής τους κατάστασης. Στη συνέχεια, εμφανίζονται καταστρεπτικές τεχνικές ανάλυσης, δηλαδή με απόσπαση δείγματος, με XRD και ATR-FTIR, συμβάλλοντας στην επιλογή των κατάλληλων ενεργειών για την ασφαλή αφαίρεσή τους.

Στο έκτο κεφάλαιο εντάσσονται τα αντικείμενα των ανασκαφών. Σήμερα διαθέτουμε αποσπασματικές και ουσιαστικά ελλιπείς πληροφορίες για το είδος των τάφων, το περιβάλλον ταφής των αντικειμένων και τις συνθήκες με τις οποίες αυτά αποκαλύφθηκαν και μεταφέρθηκαν. Ωστόσο, από αρχειακή πηγή στοιχειοθετείται η ταυτότητα του «συντηρητή αρχαιοτήτων» που απασχολήθηκε σε εργασίες συγκόλλησης και καθαρισμού μέρους αυτών. Βέβαια αγνοούνται στοιχεία για τυχόν πρώτα σωστικά μέτρα, σημαντικό στάδιο της επιστήμης της συντήρησης στις μέρες μας. Παρά ταύτα αναφέρονται σε γραπτές πηγές τα άξια λόγου των αντικειμένων, με ειδική μνεία στα ειδώλια, τα οποία μεταφέρθηκαν μετά την εύρεσή τους στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο και έλαβαν την καλύτερη αντιμετώπιση. Τα τρία υπό μελέτη αντικείμενα καθώς και όλα τα υπόλοιπα των ανασκαφών

της εποχής, των αρχών του 20ού αιώνα, από τότε φυλάσσονται ή και εκτίθενται στο Αρχαιολογικό Μουσείο Χαλκίδας στον ίδιο χώρο και με τις ίδιες συνθήκες για περισσότερο από έναν αιώνα.

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην ψηφιακή τεκμηρίωση των αντικειμένων, πριν και μετά από οποιαδήποτε εργασία που αφορά την επεμβατική συντήρηση, η οποία υλοποιείται, με την τεχνική της φωτογραμμετρίας. Λαμβάνονται φωτογραφίες περιμετρικά του αντικειμένου, από τρία επίπεδα στάθμης, ανά γωνία δεκαπέντε μοιρών, με σταθερές συνθήκες φωτογράφισης, όπως είναι η απόσταση, η γωνία λήψης και ο φωτισμός. Το σύνολο των φωτογραφιών μεταφέρεται σε υπολογιστικό πρόγραμμα και εξάγεται το τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο του αντικειμένου. Η τεκμηρίωση αυτή αποτελεί την πιο αξιόπιστη ψηφιακή υπογραφή του αντικειμένου και το συνοδεύει με πολλούς τρόπους. Βοηθάει στην αυθεντικότητά του, σε οποιαδήποτε μελλοντική ερευνητική μελέτη, σε πιθανή εξαγωγή αντιγράφων για τις ανάγκες του κατόχου, αλλά πρωτίστως και αποκλειστικά στην παρούσα εργασία, στον έλεγχο της ροής των εργασιών αποκατάστασης μέσα από τις διαδικασίες της επεμβατικής συντήρησης.

Συνεχίζοντας προτάσσονται οι χρήσεις οπτικής μικροσκοπίας και πολυφασματικών τεχνικών απεικόνισης UV και IR, με πιθανή δυνατότητα ενσωμάτωσης στο τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο.

Στο όγδοο κεφάλαιο σκιαγραφείται με αναλυτικό τρόπο η κατάσταση διατήρησης των υπό μελέτη αντικειμένων. Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα των βιβλιογραφικών αναφορών όσο και των αναλυτικών τεχνικών που θα ακολουθήσουν, δίνεται η γνωστοποίηση των υλικών κατασκευής, το ποσοστό υποβάθμισής τους, η σύσταση των προϊόντων διάβρωσης, οι επικαθίσεις, στοιχεία τα οποία δύνανται να οδηγήσουν στο σχεδιασμό των ενεργειών αποκατάστασης των αντικειμένων.

Γίνεται επιλογή σημείων ανάλυσης πάνω στα αντικείμενα για την εφαρμογή μεθόδων XRF, Raman και FTIR. Επιπρόσθετα πραγματοποιείται επιλογή σημείων δειγματοληψίας σε επικαθίσεις, για τη χρήση Περιθλασιμετρίας Ακτινών Χ (XRD), καθώς και ATR-FTIR, για την ταυτοποίηση της ορυκτολογικής τους σύστασης. Το ίδιο δείγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαδοχικά στις δύο τελευταίες τεχνικές.

Σε κάθε αντικείμενο η χαρτογράφηση των περιοχών με βάση τα κοινά χαρακτηριστικά τους, όπως π.χ. περιοχή με πηλό, με λευκή επικάλυψη, με χρωστική πάνω σε λευκή επικάλυψη

κ.ά., συμβάλλει σε διαφοροποίηση ή σε κοινή αντιμετώπιση των υπό εξέταση πρακτικών συντήρησης.

Στο ένατο κεφάλαιο παρουσιάζονται περιληπτικά οι μέθοδοι και οι τεχνικές.

Στο δέκατο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλυτικών τεχνικών.

Στο ενδέκατο κεφάλαιο αναφέρονται οι εργασίες συντήρησης που πραγματοποιήθηκαν. Γίνεται μνεία για τα υλικά και τις τεχνικές που εφαρμόστηκαν με ελεγχόμενο τρόπο και τα οποία διακρίνονται για την αντιστρεψιμότητά τους και επιλέγονται πάντα με γνώμονα την ασφάλεια των επιμέρους στρωμάτων του αντικείμενου. Παρουσιάζονται και συγκρίνονται οι ενέργειες που απαιτούνται κατά τις διαδικασίες των πρώτων σωστικών μέτρων που επιβάλλεται να παρέχονται σε ανασκαφικά αντικείμενα τέτοιου τύπου, σε σχέση με αντίστοιχα που αποθηκεύτηκαν και παρέμειναν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε διαφορετικές συνθήκες. Διαφοροποιείται δηλαδή η μεθοδολογία ενεργειών, κατά την αποκάλυψη των αντικειμένων στη διάρκεια της ανασκαφής, με ακραία αλλαγή πολλές φορές των περιβαλλοντικών συνθηκών, πρώτα σωστικά μέσα, συντήρηση ή αποθήκευση, σε αντίθεση με αντίστοιχα αντικείμενα που υπέστησαν την αλλαγή αυτή, αλλά αποθηκεύονται για μεγάλο χρονικό διάστημα και χρειάζεται να συντηρηθούν.

Στο δωδέκατο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τρόποι έκθεσης ή φύλαξης. Η σταθερότητα-αρμονία μετά την συντήρησή των επί μέρους υλικών που απαρτίζουν το αντικείμενο, είναι απαίτηση να διακρίνεται από δομική και αισθητική αρτιότητα, με γνώμονα τη διατήρησή τους για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Βέβαια για να είναι εφικτό αυτό πρέπει πρωτίστως ιδιαίτερα τα συντηρημένα αντικείμενα, αλλά και τα μη, να βρίσκονται σε ιδανικές περιβαλλοντικές συνθήκες έκθεσης ή φύλαξης, χωρίς ανεπιθύμητες ακτινοβολίες και διατηρώντας σταθερές τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.

Στο δέκατο τρίτο κεφάλαιο παραθέτονται τα συμπεράσματα και στο δέκατο τέταρτο οι βιβλιογραφικές αναφορές.

ΜΕΡΟΣ Α ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ

II. Ιστορικό και κοινωνικό πλαίσιο

Ιστορικό και χρονολογικό υπόβαθρο της εποχής

Η Χαλκίδα τοποθετείται στην Εύβοια στο σημείο που το νησί συνδέεται με την Βοιωτία στο στενό του Ευρίπου. Στη θέση αυτή (Bradeen, 1947, p. 14) η πόλη έλεγχε τις μετακινήσεις όχι μόνο από την ηπειρωτική Ελλάδα μέσω ξηράς, αλλά και εκείνες από τη βόρεια και τη νότια Ελλάδα δια μέσου της θάλασσας.

Οι επιφανειακές έρευνες που έγιναν στα μέσα του 20ού αιώνα κάνουν λόγο για κατοίκηση στην περιοχή του Βαθροβουνίου ήδη από τους προϊστορικούς χρόνους. Πιο συγκεκριμένα επιβεβαιώνεται η κατοίκηση από το 6500-5800 π. Χ. αφού έχει ανευρεθεί μικρή ποσότητα κεραμικής από την Αρχαιότερη Νεολιθική Ι (Καλαμαρά, Π. Κοσμά, Μ. Μπουκάρης, Κ. Χαιρετάκης, 2015, σ. 25).

Από τους πιο σημαντικούς πόρους της Χαλκίδας για εμπορικούς σκοπούς πρέπει να ήταν τα μέταλλα. Τόσο ο σίδηρος όσο και ο χαλκός μνημονεύονται από τους αρχαίους συγγραφείς ότι εξορίζονταν εκεί. Μερικοί από αυτούς είναι ο Στράβωνας (10.1.9), ο Πλούταρχος (*Περὶ τῶν ἐκλελοιπότην χρηστηρίων* 43), ο Ευστάθιος (764) και ο Στέφανος Βυζάντιος (*λήμμα Χαλκίς*) (Καλαμαρά, Π. Κοσμά, Μ. Μπουκάρης, Κ. Χαιρετάκης, 2015, p.30). Εκτός από την εξόρυξη μεταλλευμάτων αναφέρεται ότι εργάζονταν άριστοι σιδηρουργοί (Ευστάθιος, *Ηλιάδα* Χ: 435), που προμήθευαν χαλκό ή μπρούτζο και άλλες περιοχές, όπως την Κόρινθο. Αναμφίβολα η ονομασία της Χαλκίδας συνδέεται με τη ρίζα της λέξης χαλκός και η μοναδική άλλη πιθανότητα προέλευσης της ονομασίας είναι από τη λέξη χάλκη ή κάλχη (Αθήναιος, *Δειπνοσοφισταί* IV: 132, 7, 30) η οποία σημαίνει πορφύρα, δηλαδή murex (Αριστοτέλης, *Φυσική Ιστορία* V: 547a; Αθήναιος III: 88c).

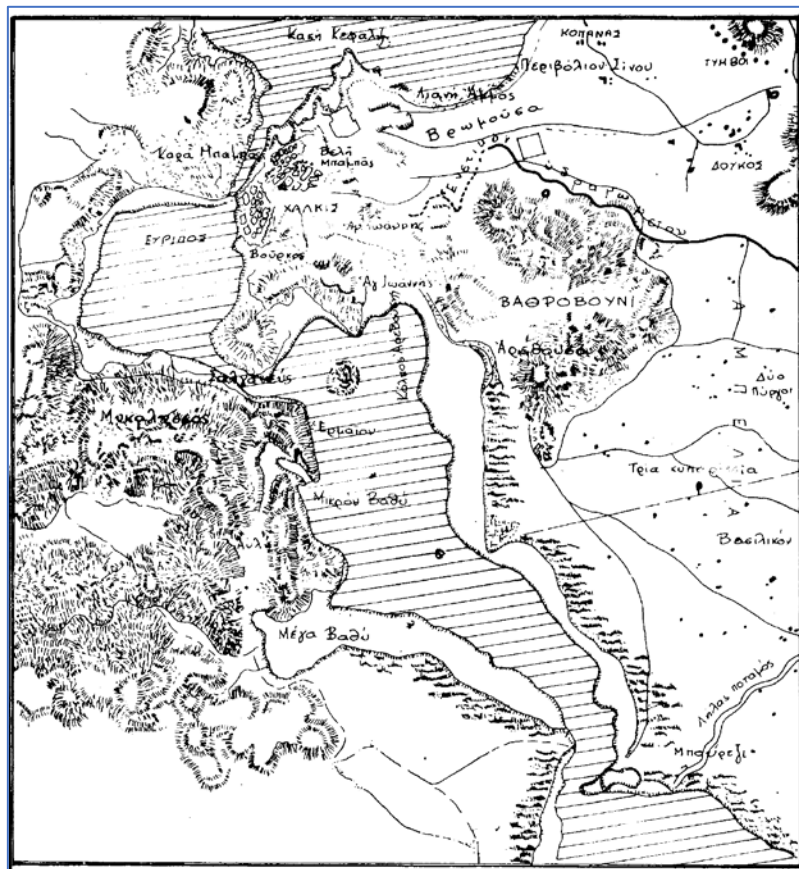
Η Χαλκίδα το διάστημα 506-335 π.Χ. βρίσκεται στη σφαίρα της Αθηναϊκής Ηγεμονίας, με την Αθήνα το 506 π.Χ. να καταλαμβάνει την Χαλκίδα και να εγκαθιστά τέσσερις χιλιάδες Αθηναίους κληρούχους στην ευρύτερη περιοχή. Με την έναρξη του Πελοποννησιακού

πολέμου 431-404 π.Χ., οι Αθηναίοι μεταφέρουν τα κοπάδια τους για μεγαλύτερη ασφάλεια στην Εύβοια και η Χαλκίδα γίνεται αθηναϊκή βάση. Κατά την εκστρατεία στη Σικελία το 415 π.Χ. οι ευβοϊκές πόλεις βοηθούν την Αθήνα, αλλά οι συνέπειες της ήττας της, οδηγούν τις πόλεις να εξεγερθούν και σε νίκη ενάντια στην Αθήνα, στη μάχη της Ερέτριας το 411 π.Χ., οι πόλεις κράτη Χαλκίδα, Ερέτρια και Κάρυστος αποκτούν την ανεξαρτησία τους, ιδρύοντας το Κοινό των Ευβοέων με έδρα την Ερέτρια. Το 377 π.Χ. ιδρύεται η Β' Αθηναϊκή Συμμαχία και η Χαλκίδα είναι από τις πρώτες ευβοϊκές πόλεις που συμμετέχουν, εκτός της Ιστιαίας. Το 371 π.Χ. μετά τη μάχη στα Λεύκτρα η Θήβα γίνεται η πιο ισχυρή πόλη στην Ελλάδα και οι ευβοϊκές πόλεις μπαίνουν υπό τον έλεγχό της. Από το 346-340 π.Χ. όλες οι πόλεις της Εύβοιας βρίσκονται στη σφαίρα επιρροής της Αθήνας, όπου επανιδρύουν το Κοινό των Ευβοέων. Το 340 π.Χ. η Χαλκίδα είχε σημαντική ισχύ στην Ελλάδα, τόση που παρόμοια της είχε να ξαναδεί από το 506 π.Χ., με την κατάσταση αυτή γρήγορα να τελειώνει. Το 338 π.Χ. η Χαλκίδα πολέμησε με το μέρος των υπόλοιπων ελληνικών πόλεων κατά των Μακεδόνων στη Χαιρώνεια, με αποτέλεσμα στη μάχη αυτή να χάσουν την ελευθερία τους έναντι της ανερχόμενης Μακεδονικής δύναμης. Οι Μακεδόνες κατέστρεψαν τη Θήβα επειδή τόλμησε να αποστατήσει, ενώ αναγνωρίζοντας τη στρατηγική θέση της Χαλκίδας, καθιέρωσαν εκεί φρουρά, για να ελέγχουν την κεντρική Ελλάδα. Κατά την ελληνιστική εποχή, η πόλη της Χαλκίδας θεωρείτο, μαζί με την Κόρινθο στην Πελοπόννησο και την Δημητριάδα στη Μαγνησία, ως ένα από τα τρία κλειδιά στρατηγικής σημασίας της Ελλάδας (Παυσανίας VII: 7, 6).

Η πόλη της Χαλκίδας

Η αναφορά του Στράβωνα (10.1.8) ότι μετά την καταστροφή της Θήβας οι Μακεδόνες αύξησαν τα τείχη της Χαλκίδας συμπεριλαμβάνοντας τον Εύριπο και την ευβοϊκή (Δημοσθένης, XVIII, σ. 306) Κάνηθο, δίνει εικόνα του μεγέθους της πόλης των ελληνιστικών χρόνων. Ο Ηρακλείδης ο Κρητικός που έζησε τον 3^ο αι. π.Χ. αναφέρει ότι η περίμετρος της Χαλκίδας ήταν δεκατρία χιλιόμετρα και μάλιστα οχυρωμένη. Ο Γ. Α. Παπαβασιλείου (Πετράκος, 2011, σ. 133) όταν περπάτησε τον χώρο το 1891 αναφέρει ότι η έκταση της πόλης δεν μπορεί να οριστεί με σαφήνεια, διότι από την πλευρά της Αρέθουσας βρίσκονταν ίχνη της πόλης αλλά μέχρι τη Βρωμούσα δεν βρέθηκαν άλλα. Θεωρεί ότι με τα ευρήματα στην εν λόγω περιοχή Βρωμούσα και το κρηπίδωμα λιμανιού που βρήκε στον κόλπο της Λιανής Άμμου, ίσως αυτή η θέση να περιλαμβάνεται στον περίβολο της πόλης. Συμφωνεί εξίσου ότι η γνώμη του Δικαίρχου είναι σωστή, δηλαδή ότι η πόλη της Χαλκίδας (Εικ. 1) αποτελείται από εβδομήντα στάδια, αφού αυτός περπάτησε περισσότερο από τρεις ώρες, κάνοντας τρία

λεπτά της ώρας το ένα στάδιο (Παπαβασιλείου, 1891, σ. 615). Την ελληνιστική εποχή η πόλη εκτείνεται από την Καλογρίτσα, εκεί που βρίσκεται το νέο Νοσοκομείο στα ανατολικά, έως τον Εύριπο στα δυτικά και από τη Λιανή Άμμο στα βόρεια μέχρι τον Άγιο Στέφανο στα νότια. Το κέντρο της πόλης τοποθετείται στην περιοχή Εργατικές κατοικίες-Καμάρες-Άγιος Στέφανος, Αρέθουσα (Χαιρετάκης, 2015, σ. 943) σαφές ρυμοτομικό σύστημα το Ιπποδάμειο, έχοντας βασική αρτηρία τον άξονα βορρά - νότο που οδηγεί στα δύο λιμάνια της πόλης, το νότιο του Αγίου Στεφάνου και στο βόρειο της Λιανής Άμμου. Στον άξονα αυτόν αναπτύσσονταν τα δημόσια κτήρια, η Αγορά το θέατρο και το στάδιο (Bakhuizen, 1972; Σάμψων, 1976). Θέατρο αναφέρει ο Παπαβασιλείου στην περιοχή μεταξύ της Καλογρίτσας και του λόφου Καλλιμάνη λίγο βορειότερα, αλλά σήμερα δεν διατηρείται τίποτα.



Εικόνα 1 Τοπογραφία της Χαλκίδας (Βρανόπουλος, 1972, σ. 79).

Τα εργαστήρια της πόλης

Στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, στο οικόπεδο ιδιοκτησίας Υπεραστικών Λεωφορείων ΚΤΕΛ, βρέθηκε συγκρότημα χώρων με βιοτεχνικές-μεταλλουργικές και εμπορικές δραστηριότητες. Αξιοσημείωτη είναι η παρουσία των κεραμικών εργαστηρίων σε περιοχές της πόλης κοντά σε οδικούς άξονες. Συγκεκριμένα, εργαστήρια αναπτύσσονται στα τέλη του

4^{ου} αι. π.Χ. στον Άγιο Στέφανο, κατά τον 3^ο αι. π.Χ. στο βόρειο τμήμα της πόλης, στην περιοχή Βροντού και κατά το δεύτερο μισό του 2^{ου} αι. π.Χ. έως και τις αρχές του 1^{ου} αι. π.Χ. στις περιοχές Εργατικές Κατοικίες και Καλογρίτσα. Παρατηρείται ότι η δημιουργία εργαστηρίων σε αυτά τα σημεία επιτρέπει την εύκολη προσβασιμότητα των προϊόντων στην Αγορά (Εικ. 3D), ενώ στην περίπτωση της Βροντού επειδή εργαστηριακά κατάλοιπα έχουν εντοπιστεί πλησίον των νεκροταφείων της πόλης, έχει υποστηριχθεί ακόμη και η επιτόπια κατασκευή αγγείων για ταφικές πρακτικές. Ανάμεσα στις Εργατικές Κατοικίες και στον οικισμό Αλάτσατα βρέθηκε κεραμικό εργαστήριο του 1ου αιώνα μ.Χ. το οποίο αποτελούνταν από χώρους που χρησίμευαν για την επεξεργασία του πηλού και τη διαδικασία της παραγωγής του. Εκτός από αγγεία, αγνύθες, λυχνάρια, κεραμίδες, πήλινους σωλήνες και άλλα αντικείμενα, κατασκεύαζε και πήλινα ειδώλια. Μεγάλος αριθμός από μήτρες ειδωλίων βρέθηκε όχι μόνο στους χώρους του εργαστηρίου (Σάμψων, 1980, σ. 139), αλλά και γύρω από αυτό. Στην ίδια περιοχή υπήρχαν και εργαστήρια μεταλλοτεχνίας και πορφύρας, καθώς και ένα εργαστήριο γλυπτικής με ημίεργα γλυπτά του 2ου αιώνα μ.Χ., η οποία πιθανότατα αποτελούσε ακραία συνοικία της πόλης όπου ήταν συγκεντρωμένες οι βιοτεχνικές δραστηριότητες.



Εικόνα 3D (google earth)

Τα νεκροταφεία της πόλης

Αν και μεγάλα τμήματα της πόλης της Χαλκίδας είναι ανεξερεύνητα, τα νεκροταφεία των κλασικών και των ελληνοιστικών χρόνων εκτείνονται στα νότια και ανατολικά της πόλης των νεότερων χρόνων (Bakhuizen, 1972; Bakhuizen, 1985; Σάμψων, 1986). Τα νεκροταφεία χωροθετούνται κατά μήκος των βασικών αρχαίων οδικών αρτηριών που οδηγούν από την πόλη στην ενδοχώρα της Εύβοιας. Τα βασικά νεκροταφεία αναπτύσσονται στις θέσεις Αγία Ελεούσα, Βρωμούσα και κατά μήκος μεγάλων δρόμων, στην παραλιακή οδό από τον Άγιο

Στέφανο, στη θέση Μακρυχώραφο και στην οδό από Καλογρίτσα και νέο Νοσοκομείο προς Ερέτρια.

Οι ανασκαφές στις θέσεις Βρωμούσα και Μακρυχώραφο

Σημαντικές πληροφορίες για την ιστορία και τοπογραφία της πόλης, ειδικά για τη θέση Τρεις Καμάρες δίπλα στην περιοχή Βρωμούσα, αποτελεί η εύρεση στα μέσα του δεύτερου μισού του 19ου αιώνα από τον Ν. Πανταζή, της επιγραφής (Lambros, 1881, p. 167) της Αρχηγέτιδος Χαλκίδας (Παπαβασιλείου, 1891, σ. 613) και άλλων σημαντικών ευρημάτων όπως ενός ανδριάντα και ενός κεφαλιού ίππου. Ο Παπαβασιλείου το 1889 αναδημοσιεύει τα στοιχεία και υποδεικνύει (Παπαβασιλείου, 1889, σ. 312) το σωστό σημείο εύρεσης, λέγοντας ότι βρέθηκε παρά τις Τρεις Καμάρες σε κτήμα της Στεφανίδου οδού πιο πάνω από το περιβόλι του Γ. Κακαρά. Μάλιστα το 1890 πηγαίνει in situ/κατά χώρα για να υποδείξει την ακριβή θέση, λέγοντας ότι βρέθηκε άνωθεν του κτήματος του Αγγελινίδου. Ανηφορίζοντας από εκεί στο όρος Βαθροβούνι, θεωρεί ότι εκεί εντοπίζεται ναός, διακρίνει δε στο κτήμα του Ι. Τσάλα τετράγωνα οικοδομήματα. Κατεβαίνοντας αργότερα κάτω στην πεδιάδα στη θέση Βρωμούσα και εισερχόμενος στο κτήμα του Δ. Τουλούμη βρίσκει τάφους (Παπαβασιλείου, 1891, σ. 613) διαφορετικών εποχών. Οι παλαιότεροι εδράζονται βαθύτερα και είναι με γραπτή διακόσμηση οι δε νεότεροι βρίσκονται ένα μέτρο κάτω από την επιφάνεια.

Στα Πρακτικά της Αρχαιολογικής Εταιρίας το 1892 σημειώνεται ότι: *«Ως εν προσθήκης μέρει του περί των ανασκαφών λόγου αναφέρομεν, ότι ήδη από του παρελθόντος Αυγούστου, πρότασι του εταίρου Γ. Παπαβασιλείου καθηγητού ενταύθα, εγένετο ενέργεια περί ανασκαφής τάφων εν Χαλκίδι, επί ιδιωτικών αγρών και σύμφωνα ομοία προς άλλας προτέρας του τοιούτου είδους συνήφθη δια του εν Χαλκίδι φιλαρχαίου δικηγόρου Αντ. Χαϊνά, καθ ήν θα γίνει το έργον και η διανομή των τυχόν ευρεθησομένων κτερισμάτων»* (Τσουντας, 1892, σ. 58). Ο Γ. Παπαβασιλείου το 1899 γίνεται γυμνασιάρχης στον Οργανισμό της Εταιρίας και ορίζεται ως μέλος στο νέο ΔΣ (Καββαδίας, 1899, σ. 26). Η διανομή αρχαιοτήτων περιλαμβανόταν ως νόμιμη διαδικασία στο σχετικό αρχαιολογικό νόμο της περιόδου, ενώ βέβαια δεν ισχύει πλέον τώρα.

Κατά τις ανασκαφές σε διάφορες περιοχές, που γίνονται στη Χαλκίδα το 1900, ο Γ. Παπαβασιλείου κάνει δοκιμαστικές ανασκαφές (Παπαβασιλείου, 1900, σ. 63) στη θέση Βρωμούσα, στον αγρό της χήρας του Τουλούμη και στη θέση Μακρυχώραφο παρά το έλος, στον αγρό του Ν. Δρόσου.

Στη μεν Βρωμούσα ανοίχτηκαν περισσότεροι από πενήντα τάφοι όλοι με διεύθυνση από βορά προς νότο: «Οι πλείστοι των τάφων τούτων ήσαν δια κεράμων πεποιημένοι κοίλων, δύο δε μόνον δια τετραγώνων ίσων, κλειδωτοί, τρείς ήσαν λάρνακες, ων αι μεν δύο εκ πώρου κεχρισμένοι, η δ' άλλη εκ λίθου είχε σχήμα γάστρας και δύο ήσαν πύελοι κεράμειαι, εν αις είχαν ταφή μικροί παίδες. Στους τάφους βρέθηκαν κόρες και ειδώλια, σύνολο τριανταένα, λεκάνες, κύλικες, οινόχόες, τρία μικκύλια, κάνθαροι, αμφορείς, αρύβαλλοι, όλπες, φιάλες, σπλεγγίδες, κάτοπτρα, χάλκινες βελόνες, πυξίδες, στην μια υπήρχε ψιμύθιο, λύχνοι και δακρυρρόες. Μερικά αγγεία έχουν κόκκινα κοσμήματα ή πρόσωπα ή πτηνά σε μελανή επιφάνεια» (Παπαβασιλείου, 1900, σ. 63). Μετά από δύο χρόνια, το 1902, ανασκάφτηκαν από τον Παπαβασιλείου και άλλοι τάφοι στα κτήματα της χήρας Τουλούμη, αλλά οι περισσότεροι στου Π. Τουλούμη, φτάνοντας περίπου τους εβδομήντα τάφους (Παπαβασιλείου, 1902, σ. 61). Μάλιστα αναφέρεται ότι όλα τα τεμάχια που εξήχθησαν από τους τάφους συγκολλήθηκαν με δεξιότητα από τον Δ. Σταϊκο. Στον Γενικό Ισολογισμό δαπανών της Αρχαιολογικής Εταιρείας για το έτος 1902, γίνεται αναφορά (στον πίνακα XI) στις ανασκαφές στην Εύβοια, με αναλυτικά τα ποσά που δαπανήθηκαν για την αμοιβή ενός συγκολλητή, που ασχολήθηκε με τη συγκόλληση και τον καθαρισμό των ευρημάτων και για την αγορά υλικών συγκόλλησης (Χρυσανθόπουλος, 1902, πιν. XIX). Σε φωτογραφία στην δημοσίευση: «Περί των εν Ευβοία αρχαίων τάφων» (Παπαβασιλείου, 1910, σ. 61, 62) του έτους 1910, ανάμεσα σε δύο πήλινα προσωπεία διακρίνεται το ένα (Εικ. 2) από τα δύο αντικείμενα που μελετώνται στην παρούσα εργασία, με αριθμό ΜΧ 809α-β. Ο Γ. Παπαβασιλείου αναρωτιέται για τη χρήση και την ερμηνεία τους, χαρακτηρίζοντάς τα ως *πήλινα φαλλοειδή αθύρματα*.



Εικόνα 2 Το ένα από τα προς μελέτη αντικείμενα με αριθμό ΜΧ 809α στο μέσον της εικόνας (Παπαβασιλείου, 1910, σ. 61, 62).

Στο δε άλλο νεκροταφείο, στη θέση Μακρυχώραφο, ερευνήθηκαν περίπου σαράντα τάφοι οι περισσότεροι με διεύθυνση από ανατολή προς δύση. Σε αυτούς βρέθηκαν κάρθαραι, κάτοπτρα, σκύφος, σάρδιος λίθος, αρύβαλλοι, λήκυθοι ερυθρόχρωμοι, αμφορείς, λεκάνες, αλάβαστρο και άλλα αγγεία απλά. Στα εν λόγω αντικείμενα πρέπει να ανήκει το ειδώλιο του Διονύσου με αριθμό καταγραφής ΜΧ 816, αφού στον Κατάλογο Ευρετηρίου των αντικειμένων του Μουσείου Χαλκίδας αναφέρονται ότι τα αντικείμενα από ΜΧ 815 έως ΜΧ 855 προέρχονται από τάφους της περιοχής: *Μακρυχώραφο / Δρόσου*.

III. Τεχνολογία κατασκευής

Οι άργιλοι

Το βασικό στοιχείο των κεραμικών αντικειμένων είναι η άργιλος, υλικό πολύ διαδεδομένο στη φύση. Η σύνθεσή της είναι ορισμένη, αλλά ξένες προσμίξεις που σχεδόν πάντα περιέχει μεταβάλλουν τις φυσικές της ιδιότητες και επομένως το είδος για το οποίο θα χρησιμοποιηθεί. Γενικά με τον όρο άργιλοι προσδιορίζει κανείς τα φυσικά, γαιώδη και λεπτόκοκκα υλικά τα οποία εμφανίζουν πλαστικότητα όταν αναμινύονται με συγκεκριμένη ποσότητα νερού (Grim, 1968).

Οι άργιλοι είναι κλαστικά ιζηματογενή πετρώματα που σχηματίστηκαν από την αποσάθρωση πυριτικών πετρωμάτων της επιφάνειας της γης με την μηχανική, κλαστική, απόθεση που ακολούθησε (Κόκκορος, 1970). Αποτελούνται κυρίως από οξείδιο του πυριτίου, οξείδιο του αργίλου και νερό, σχηματίζοντας μια πλαστική μάζα. Περιέχουν επίσης σε μικρότερη ποσότητα οξείδια του σιδήρου, αλκάλια και αλκαλικές γαίες. Οι άργιλοι χωρίζονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς ανάλογα το είδος της κλαστικής καθίζησης. Πρωτογενείς είναι εκείνοι που προήλθαν από τη χημική καταστροφή των αστρίων και βρίσκονται εκεί που σχηματίστηκαν, είναι καθαροί άργιλοι, όπως ο καολίνης με χαρακτηριστικό παράδειγμα εκείνο της νήσου Μήλου. Δευτερογενείς είναι οι ιζηματογενείς άργιλοι, οι οποίοι βρίσκονται μακριά από τον τόπο προέλευσής τους εξαιτίας της μεταφοράς τους από το νερό της επιφάνειας της γης, έχοντας μεγαλύτερη πλαστικότητα από τις πρωτογενείς άργιλους (Αλούπη, 1993, σ. 2).

Ο πηλός

Ο πηλός είναι το πλαστικό υλικό το οποίο έχει προέλθει από την επεξεργασία, δηλαδή καθαρισμό, γήρανση, ανάμιξη με άλλα φυσικά υλικά, φυσικών άργιλων και την ανάμιξή τους με νερό. Οι πηλοί που χρησιμοποιούν οι αγγειοπλάστες προέρχονται από δευτερογενείς άργιλους, δηλαδή δεν αποτελούνται από καθαρούς άργιλους αλλά από συνδυασμό αυτών, καθώς και από διάφορα μη αργιλικά ορυκτά όπως τον χαλαζία τον ασβεστίτη και τα οξείδια του σιδήρου. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις ιδιότητες του πηλού είναι: α. η σύσταση σε αργιλικά ορυκτά, β. η σύσταση σε μη αργιλικά ορυκτά, χαλαζία, ασβεστίτη, δολομίτη,

μαρμαρυγία κ. ά., γ. οργανικά υλικά ως πρόσμιξη, ξύλα, φύλλα, δ. διαλυτά άλατα συνήθως άλατα ευδιάλυτα στο νερό, όπως χλωρίδια, θειικά και ανθρακικά, αργιλίου και σιδήρου.

Όταν στεγνώσουν χάνουν όγκο, συρρικνώνονται και όταν ψηθούν αποβάλουν το νερό που έχουν, γίνονται σκληρά, ακόμη και αδιαπέραστα μειώνοντας εκ νέου τον όγκο τους. Το νερό που περιέχεται στα μόρια της αργίλου πρέπει να φύγει πολύ σιγά γιατί η απότομη άνοδος της θερμοκρασίας μπορεί να προκαλέσει ρωγμές και θραύσεις. Με τη θέρμανση μια άργιλος όταν δεν είναι καθαρή αλλάζει χρώμα. Αυτό γίνεται επειδή περιέχει μεταλλικές ενώσεις, όπως εκείνες των οξειδίων του σιδήρου. Όσο πιο λεπτοί είναι οι κόκκοι που αποτελούν τον πηλό, τόσο αυξάνεται η πλαστικότητα του, τόσο αναγνωρίζεται ως λιπαρή και κολλά στα δάκτυλα. Αρκετές φορές χρησιμοποιούνται εύτηκτες ύλες, οι οποίες έχουν την ιδιότητα να κατεβάζουν το σημείο τήξεως της αργίλου. Είναι οι ενώσεις που περιέχουν αλκάλια όπως νάτριο και κάλιο, αλλά επίσης ενώσεις του ασβεστίου και οξειδίων του σιδήρου (Δάνος, 1982, p. 16). Συνήθως οι κεραμείς επεμβαίνουν για να βελτιώσουν τις φυσικές ιδιότητες της πρώτης ύλης ανάλογα με το είδος των αγγείων που κατασκευάζουν. Τα επιπρόσθετα αυτά υλικά είναι πολύ σημαντικά στις αρχαιολογικές μελέτες γιατί συχνά αποτελούν δείκτες προέλευσης ή/και χρονολόγησης της κεραμικής (Νοδάρου, 2010, σ. 65).

Ο πηλός που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή αντικειμένων από τερακότα θα είχε συλλεχθεί τοπικά, πιθανώς από τις διπλανές όχθες του Λήλαντα ποταμού. Η μέγιστη διαθέσιμη άργιλος που υπάρχει και μπορεί να εξαχθεί είναι δευτερογενής άργιλος που σχηματίζεται και μεταφέρεται από τα ποτάμια ή τον άνεμο. Οι περισσότεροι πλούσιοι σε σίδηρο πηλοί είναι κατάλληλοι για την κατασκευή ειδωλίων από πηλό χαμηλής καύσης. Αυτός ο πηλός, περιέχει ακαθαρσίες, όπως οξείδιο του σιδήρου και συχνά χονδροειδή εγκλείσματα, όπως μικρές πέτρες ή άμμο. Σύμφωνα με τον Lunsingh Scheurleer, ο πηλός θα πλυθεί για να αφαιρεθεί το χονδροειδές υλικό που υπήρχε στον πηλό, διαδικασία που ονομάζεται σούρωμα (Δάνος, 1982, σ. 25) ή αιώρηση (Noble, 1960, p. 313). Στη συνέχεια, ο πηλός θα πήξει σε ρηχές δεξαμενές, θα σιτευτεί σε περιβάλλον με υγρασία, σε ένα υπόγειο και μετά θα ζυμωθεί, για να αφαιρεθούν οι φυσαλίδες αέρα και ο πηλός να γίνει ομοιογενής (Δάνος, 1982, σ. 27), έτσι ώστε να μην συρρικνωθεί απότομα και δημιουργήσει αργότερα - κατά το ψήσιμο- ρωγμές (Leyenaar-Plaisier, 1986, p. 4). Η επεξεργασία του πηλού από τους κεραμείς και ο καθαρισμός του από ξένα στοιχεία περιγράφεται αναλυτικά σε ειδικές μελέτες (Walters, 1903; Richter, 1923, pp. 1-3), ενώ αναλυτική βιβλιογραφία σχετικά με τη μέθοδο προετοιμασίας του πηλού έχει συγκεντρώσει ο Γ. Ακαμάτης, (Ακαμάτης, 1993, σ. 144-

147, 217) όπου αναφέρονται διεξοδικά και οι φυσικές ιδιότητες που πρέπει να έχει ο επεξεργασμένος πηλός.

Οι τεχνικές κατασκευής των ειδωλίων

Η προσπάθεια απόδοσης ανθρώπινων μορφών, ζώων και πάσης φύσεως αντικειμένων σε πηλό, πέρασε από διάφορα στάδια από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Αρχικά με πλάσιμο στο χέρι από την νεολιθική εποχή, χρήση τροχού ή με χειροποίητα μέρη, χρήση της μήτρας από την κλασική εποχή και μαζική παραγωγή ειδωλίων κατά την ελληνιστική και ρωμαϊκή εποχή (Μπεχτσή, 2017, σ. 41).

Σημείο σταθμός στην κατασκευή ειδωλίων αποτέλεσε η χρήση της μήτρας που αν και διευκόλυνε την παραγωγική διαδικασία, σιγά-σιγά οδήγησε στην εκφύλιση του παραγόμενου προϊόντος. Ως τεχνική¹ προερχόμενη από την Ανατολή την 3^η χιλιετία π.Χ. με απλά καλούπια και άφιξη στην Ελλάδα τον έβδομο αιώνα π.Χ. μέσω Κύπρου, Κρήτης και Ιωνίας (Muller, 2000, p. 92) γενικεύεται στην ηπειρωτική Ελλάδα κατά τον 5^ο αι. π.Χ., με τη μεγαλύτερη ακμή των ειδωλίων που κατασκευάζονται με μήτρα, να θεωρείται η υστεροκλασική και ελληνιστική εποχή, ειδικά ο ύστερος 4^{ος}, 3^{ος} και 2^{ος} π.Χ., περίοδοι όταν, ανά περίπτωση ειδωλίου, από μία έως και περισσότερες από δεκαπέντε μήτρες μπορεί να έχουν χρησιμοποιηθεί (Muller, 1990, p. 439).

Αυτή η επαναστατική καινοτομία της κατασκευής ειδωλίων με μήτρα, πιθανώς είχε επηρεαστεί από χαλκουργούς που παρήγαγαν τα αγάλματά τους ακολουθώντας την τεχνική του χαμένου κεριού (Rolley, 1989, pp. 15-19; Miller, 1974). Η τεχνική της χρήσης καλουπιών έδωσε στους τεχνίτες τη δυνατότητα να αναπαράγουν τα έργα τους ως αντίγραφα ενός προτύπου και να δημιουργούν αντικείμενα με σκαλιστά χαρακτηριστικά παρόμοια σε αυτά των χαλκοδομών. Με αυτόν τον τρόπο άρχισαν να υιοθετούν ευρύτερα μια τεχνική η οποία έγινε γνωστή από τον 7^ο αιώνα π.Χ. (Jeammet, 2010, p. 4). Η επίδραση της γλυπτικής στην παραγωγή ειδωλίων έχει ήδη εδραιωθεί μεταξύ των μελετητών, που θεωρούν ότι οι αρχαίοι τεχνίτες είχαν ενίοτε εμπνευστεί από τη μεγάλη γλυπτική. Ορισμένα ειδώλια κάνουν σαφή αναφορά σε πλαστικά έργα τέχνης (Μαχαίρα, 2014, σ. 89, 90). Ο εικονογραφικός τύπος των γνωστών από την κλασική έως ελληνιστική γλυπτική ημίγυμων μορφών με στήριγμα

¹ Γενικά για την κατασκευή των ειδωλίων: (Neutsch, 1952, pp. 1-10; Nicholls, 1952; Higgins, 1954; Λιλιμπάκη-Ακαμάτη, 1994, σ. 214-217).

εμφανίστηκε στην τέχνη των ειδωλίων στα μέσα του 4ου αι. π.Χ. και επιβίωσε μέχρι την ελληνιστική περίοδο (M. and A. Λιλιμπάκη-Ακαμάτη, 2014, σ. 225).

Για την κατασκευή της μήτρας πλάθεται με το χέρι το πρόπλασμα (Muller, 1990, pp. 437-463) ενός πρότυπου ειδωλίου-αρχέτυπου (Higgins, 1954, pp. 1-3). Αυτό είναι το πρώτο αγαλματίδιο από πηλό ή κερί σε στεγνή κατάσταση. Στη συνέχεια, ο τεχνίτης εφαρμόζει τον προοριζόμενο, για την κατασκευή της μήτρας, πηλό πάνω στο αρχέτυπο, ώστε να αποτυπωθούν τα χαρακτηριστικά αυτού στη μήτρα-καλούπι. Αντίστοιχα, για την κατασκευή των ειδωλίων, ο κοροπλάστης πιέζει στην εσωτερική πλευρά της μήτρας μια λεπτή στρώση υγρού πηλού, ή αν χρειαστεί και άλλες με σκοπό να αποτυπωθούν όλες οι λεπτομέρειες της επιφάνειας. Αφού στεγνώσει ο πηλός, τον απομακρύνει από το καλούπι (Αχειλλαρά, 2000, σ. 36).

Πολλές φορές χρησιμοποιείται μια μήτρα για την μπροστινή πλευρά, ενώ η οπίσθια όψη καλύπτεται με πρόσθετο τμήμα πηλού που εξομαλύνεται αρχικά με το χέρι και στη συνέχεια με κάποιο εργαλείο, ώστε η επιφάνεια να γίνει επίπεδη. Κατά τη διάρκεια του 4ου αι. π.Χ. στην Αθήνα (Jeammet, 2014, p. 209) λαμβάνει χώρα μια αλλαγή στην τεχνολογία κατασκευής των ειδωλίων με μήτρα από δύο καλούπια (Jeammet, 2010). Για τη διαφυγή του αέρα και την αποφυγή σκασιμάτων κατά την όπτηση, στο πίσω μέρος του ειδωλίου υπήρχαν οπές ωοειδούς, κυκλικού ή ορθογώνιου σχήματος, το άνοιγμα των οποίων γινόταν ταυτόχρονα (Palla, 2018, p. 10) με την κατασκευή της πίσω πλευράς του ειδωλίου, ενώ και το κάτω τμήμα του ειδωλίου ήταν συχνά ανοιχτό. Συνήθως η μήτρα χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μόνο της κύριας όψης του ειδωλίου, ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις όπου και η οπίσθια όψη κατασκευάζεται από μήτρα (Αχειλλαρά, 2000, σ. 36, 37; Μπεχτσή, 2017, σ. 42).

Στις περιπτώσεις που το ειδώλιο κατασκευάζεται από δύο τουλάχιστον μήτρες, μία για την κάθε πλευρά, τότε χαρακτηρίζεται ως περίοπτο και οι δύο του όψεις συνενώνονται πλευρικά με αραιωμένο πηλό, ενώ ορισμένες φορές ενισχύονται εσωτερικά και με πρόσθετο πηλό. Τέλος, η διαδικασία της τελικής διαμόρφωσης των ειδωλίων περιλαμβάνει την εγχάραξη ή το πλάσιμο των επιμέρους πλαστικών λεπτομερειών και τον χρωματισμό τους. Η τεχνολογική αυτή εξέλιξη ικανοποιεί τη συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για μαζική παραγωγή, δημιουργώντας πολλαπλά αντίτυπα προερχόμενα από την ίδια μήτρα και αντίστοιχα πολλαπλές μήτρες που προέρχονταν από το ίδιο πρότυπο. Με αυτό τον τρόπο η μοναδικότητα των ειδωλίων χάνεται με αποτέλεσμα την τυποποίηση των παραγόμενων προϊόντων (Τζαναβάρη, 2002). Επιπλέον, παρατηρείται το φαινόμενο να δημιουργούνται

καινούργιες μήτρες με πρότυπο ειδώλια που προέρχονται από προηγούμενες μήτρες, με τη διαδικασία αυτή να επαναλαμβάνεται διαδοχικά πολλές φορές (Muller, 1990, p. 441). Η αναπαραγωγή ειδωλίων πολλών γενεών, έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή μείωση του μεγέθους των κατά σειρά παραγόμενων ειδωλίων, λόγω της συρρίκνωσης του όγκου της αργίλου, που οφείλεται στο ψήσιμο και το στέγνωμα του πηλού τους. Σε αυτή την πρώτη μορφή πολλαπλασιασμού προστίθεται ένα επιπλέον φαινόμενο της υπερκαλούπωσης. Η λειτουργική αλυσίδα επαναλαμβάνεται μέχρι και δέκα φορές. Κατά συνέπεια, κάθε νέα γενιά ειδωλίων, λόγω της συρρίκνωσης του όγκου του πηλού σε κάθε νέο καλούπι, μειώνεται σε διαστάσεις από 10 έως 20% και χάνει σε ποιότητα, μέχρι το τελικό προϊόν να καθίσταται αγνώριστο (Muller, 2014, p. 67).

Το ψήσιμο του πηλού

Το ψήσιμο του πηλού γίνεται σε τέσσερα στάδια (Δάνος, 1982, σ. 59) την προθέρμανση, την χαμηλή φωτιά, το κυρίως ψήσιμο και το κρύωμα. Αναλυτικά, η επίδραση της θερμοκρασίας στον πηλό, αποτυπώνεται στις μεταβολές που πραγματοποιούνται στα διάφορα αργιλικά ορυκτά του. Σε θερμοκρασίες 100-200° C χάνονται τα μόρια του νερού που έχουν προσροφηθεί μεταξύ των βασικών δομικών μονάδων. Στους 400°-800° C συμβαίνει αποϋδροξυλίωση, δηλαδή αποβάλλονται τα υδροξύλια OH που είναι συνδεδεμένα με άτομα αργιλίου Al ή πυριτίου Si, συμμετέχοντας στον σχηματισμό αργιλικών ορυκτών, ενώ σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 800-1200°C το κρυσταλλικό πλέγμα των διαφόρων ορυκτών καταστρέφεται εντελώς, απελευθερώνοντας Al_2O_3 και SiO_2 που συμμετέχουν σε σύνθετες αντιδράσεις στερεάς κατάστασης, υαλώδεις, καθώς και σε νέες κρυσταλλικές φάσεις όπως ο μουλίτης $3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$, ο κριστοπαλλίτης SiO_2 και το $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (Αλούπη, 1993, σ. 7).

Από τα διάφορα οξειδία, συλιπάσματα, που περιέχονται στον πηλό, αυτά που καθορίζουν ως επί το πλείστον τις μεταβολές που συμβαίνουν στον πηλό με το ψήσιμο, είναι τα οξειδία του ασβεστίου και του σιδήρου.

Το ασβέστιο υπάρχει συνήθως στον πηλό με την μορφή κρυπτοκρυσταλλικού και εξαιρετικά λεπτόκοκκου ανθρακικού ασβεστίου ή ανθρακικού ασβεστίου που προέρχεται από κελύφη διαφόρων μικροοργανισμών. Η παρουσία του στο πηλό είναι καθοριστική για τη συμπεριφορά του κατά το ψήσιμο, προσφέροντας πυρίμαχες ιδιότητες, πορώδη υφή, ανθεκτικότητα και διαφορετικό χρώμα (Maniatis and Tite, 1981, p. 65). Η παρουσία των οξειδίων του σιδήρου στους πηλούς είναι ένας από τους παράγοντες που καθορίζουν το

χρώμα των κεραμικών. Συγκεκριμένα, το χρώμα εξαρτάται από την (επί τοις εκατό %) ποσοστιαία περιεκτικότητα, την κατανομή του μεγέθους των οξειδίων που εκφράζεται ως συνάρτηση των συνθηκών ψήσιματος, δηλαδή της θερμοκρασίας και των συνθηκών - αναγωγικών ή οξειδωτικών - της ατμόσφαιρας.

Οι πηλοί ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε CaO $>$ ή $<$ 5-6% (Rice, 1987, pp. 36-38) και τον τύπο της μικρο-μορφολογίας που παρουσιάζουν μετά το ψήσιμο στο SEM διακρίνονται σε ασβεστούχους και μη ασβεστούχους (Maniatis and Tite, 1981, p. 73), γεγονός που τους διαχωρίζει χρωματικά. Βέβαια το χρώμα του πηλού επηρεάζεται επίσης από την περιεκτικότητα σε οξείδια του σιδήρου, από το μέγεθος των κόκκων, αλλά και από τη θερμοκρασία και την ατμόσφαιρα. Έτσι σε οξειδωτικές συνθήκες, η αύξηση του μεγέθους των κόκκων των οξειδίων του Fe στους μη ασβεστούχους πηλούς οδηγεί σε ένα κοκκινωπό ή κόκκινο-καφέ χρώμα στους 700°C, που γίνεται κόκκινο-κεραμιδί στους 800-1000°C και σκούρο κόκκινο σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 1000°C. Οι ασβεστούχοι πηλοί, αν και τις περισσότερες φορές έχουν την ίδια περιεκτικότητα σε οξείδια του σιδήρου με τους μη ασβεστούχους, δίνουν ανοιχτά χρώματα με το ψήσιμο (Maniatis, Simopoulos and Kostikas, 1981, p. 268). Με το ψήσιμο σε υψηλές θερμοκρασίες, 1050-1080°C, οι ασβεστούχοι πηλοί δίνουν ανοιχτό κίτρινο ή πρασινωπό χρώμα. Σε αναγωγικές συνθήκες, οι μη ασβεστούχοι πηλοί δίνουν μαύρο ή γενικώς σκούρο χρώμα, ενώ οι ασβεστούχοι, γκριζωπά και υπόλευκα χρώματα. Σκούρο ή μαύρο χρώμα αποκτούν επίσης τα κεραμικά που είναι ψημένα σε πολύ ψηλές θερμοκρασίες εξαιτίας και πάλι της παρουσίας του μαγνητίτη ανεξάρτητα από την οξειδωτική ή αναγωγική ατμόσφαιρα (Maniatis, Simopoulos and Kostikas, 1981). Η ύπαρξη ασβεστίτη σε μήτρα αργίλου δίνει ορισμένες πυρίμαχες ιδιότητες στο κεραμικό σώμα και βελτιώνει τις μηχανικές του ιδιότητες σε χαμηλές θερμοκρασίες όπτησης, 700-850°C. Η χρήση ασβεστώδους αργίλου έχει αποδειχθεί πλεονεκτική για την παραγωγή κεραμικής, στοιχείο που έχει αναγνωριστεί από αρκετούς συγγραφείς: (Tite and Maniatis, 1975; Bronitsky and G. Hamer, 1986). Το ψήσιμο γινόταν σε κλίβανους στους οποίους οι θερμοκρασίες θα μπορούσαν να φτάσουν στους 1150°C (Kaufmann, 1915, pp. 19, 20) ή ακόμα και σε μικρότερη θερμοκρασία, μεταξύ 800 και 900°C (Rice, 1990, p. 5). Τα αντικείμενα μπορούσαν να τοποθετηθούν σε κλίβανο χρησιμοποιώντας στηρίγματα. Επιγραμματικά, το ψήσιμο των πήλινων ειδωλίων γινόταν σε τρία στάδια σε κλίβανο. Πρώτον, τα αντικείμενα βρίσκονταν σε οξειδωτική κατάσταση, με περίσσεια αέρα και θερμοκρασία μεταξύ 750 και 950°C. Δεύτερον, η ροή του αέρα σταμάταγε, με αποτέλεσμα την εμφάνιση αναγωγικών συνθηκών και τέλος πραγματοποιείτο επιστροφή αέρα, δίνοντας στον κεραμικό πυρήνα ένα κόκκινο χρώμα (Lunsingh Scheurleer, 1986, p. 12). Εδώ μπορεί κανείς να καταλάβει ότι οι

τεχνίτες ανάλογα με τα αποτελέσματα που επιθυμούσαν, διαφοροποιούσαν τη σύνθεση του πηλού, τη θερμοκρασία και τις συνθήκες ψήσιματος.

Μετά το ψήσιμο, θα εφαρμοστεί ένα στρώμα επικάλυψης, εάν δεν είχε ήδη εφαρμοστεί πριν από το ψήσιμο, και θα προστεθούν οργανικές ή ορυκτές χρωστικές ως διακόσμηση (Lunsingh Scheurleer, 1986, p. 12).

Η λευκή επικάλυψη

Από τον 5^ο αιώνα π.Χ. όλα τα πήλινα ειδώλια ήταν διακοσμημένα με χρωστικές ουσίες που προστέθηκαν πάνω σε μια λευκή επικάλυψη στην επιφάνεια (Merker, 2003, p. 234; Higgins, 1970). Αυτή η επίστρωση εφαρμόστηκε για διάφορους λόγους. Πρώτα, παρείχε μια ανοιχτόχρωμη βάση για άλλα χρώματα που δεν θα ήταν ορατά σε ένα κεραμικό με κόκκινο χρώμα και επιπρόσθετα, μείωνε το πορώδες ενός αντικειμένου.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι επικαλύψεων σε πήλινα ειδώλια της αρχαίας Ελλάδας που συζητούνται στη βιβλιογραφία, οι οποίοι μπορούν να χωριστούν σε αυτούς με βάση τον πηλό ή την κιμωλία, πριν ή μετά το ψήσιμο.

Η επικάλυψη θα μπορούσε να είναι κατασκευασμένη από τον ίδιο πηλό που χρησιμοποιήθηκε ή για να είναι τελείως λευκή, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί λευκή άργιλος, χωρίς ακαθαρσίες που δίνουν χρώμα, για παράδειγμα άργιλος που περιέχει καολινίτη $Al_2Si_2O_5(H_2O)_4$. Ο καολινίτης είναι ένα ορυκτό λευκής ή γκριζας αργίλου που είναι το κύριο συστατικό του καολίνη. Μερικές φορές έχει χρησιμοποιηθεί μαζί με τον αλουνίτη $(KAl_3SO_4)_2(OH)_6$ και περιστασιακά μόνος του (Middleton, 2001). Το πρώτο από αυτά τα ορυκτά εμφανίζεται στη Μήλο, αλλά όχι μοναδικά, ενώ ο συνδυασμός αλουνίτη, καολινίτη και πυριτίου μπορεί να συσχετιστεί με μεγαλύτερη σιγουριά με τη λευκή γη, τη *Μηλία* γη, που εμφανίζεται ειδικά στα νοτιοανατολικά του νησιού, στο Λούλο (Photos-Jones, E. Hall, 2014, pp. 190).

Επίσης η επικάλυψη θα μπορούσε να περιέχει κιμωλία, δηλαδή ασβεστίτη. Η κιμωλία γνωστή ως ανθρακικό ασβέστιο $CaCO_3$ έχει επίσης αναφερθεί ως συστατικό επιφανειακών επικαλύψεων σε αρχαιοελληνικά ειδώλια από πηλό. Το ανθρακικό ασβέστιο μπορεί να εμφανιστεί σε διάφορες κρυσταλλικές μορφές συμπεριλαμβανομένου του ασβεστίτη ή του αραγωνίτη.

Αρχικά, αναφέρονται επιγραμματικά μελέτες που έγιναν χωρίς να πραγματοποιηθούν χημικές αναλύσεις, που είτε ισχυρίζονται την εφαρμογή καολινίτη πριν το ψήσιμο ή την κιμωλία μετά. Όλες οι μελέτες που συζητούν μια επίστρωση με κιμωλία αναφέρουν την εφαρμογή μετά το ψήσιμο. Όταν θερμαίνεται το ανθρακικό ασβέστιο μεταξύ 750 και 850°C, αποσυντίθεται, καθιστώντας αδύνατο να διατηρείται ένα στρώμα κιμωλίας ακόμα στο κεραμικό μετά το ψήσιμο. Αυτό θα ήταν το ίδιο εάν η κιμωλία αναμιγνύεται στον πηλό σε υψηλές αναλογίες (Rice, 2015, pp. 97-98). Οι Richter, Lunsingh Scheurleer, Leyenaar-Plaisier και Brijder αναφέρουν τη χρήση της λευκής επικάλυψης ως γενομένης πριν το ψήσιμο (Richter, 1948, p.3; Leyenaar-Plaisier, 1986, p. 6; Lunsingh Scheurleer, 1986, p. 13; Brijder, 2006, p. 57). Ο Kaufmann αναφέρει την παρουσία μιας σύνθεσης αποτελούμενης από γάλα με κιμωλία στα αντικείμενα (Kaufmann, 1915) και ο Oliver ενός λευκού στρώματος, και τα δύο ως εφαρμοζόμενα μετά το ψήσιμο (Oliver, 1968, pp. 9-23).

Στη συνέχεια, με ανάλυση θερμοβαρυμετρίας TGA στα αγγεία Canosa οι Costello και Klausmeyer το 2013 κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο άκαυστος καολίνης εφαρμόστηκε στα ειδώλια μετά το ψήσιμο. Είναι η μοναδική μελέτη με ανάλυση, η οποία τεκμηριώνει την εφαρμογή μετά το ψήσιμο. Σε ειδώλια στο έργο για το Μετρό στη Θεσσαλονίκη, τα οποία μελετήθηκαν με τεχνικές XRF, Raman και HPLC, υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης, πιστοποιήθηκε κιμωλία (Φωστηρίδου, 2012, σ. 100; Fostiridou *et al.*, 2016, p. 354). Σε ειδώλια από την αρχαία Δημητριάδα, τα οποία μελετήθηκαν με XRF, βρέθηκε κιμωλία ως επίστρωση και βασικός ανθρακικός μόλυβδος ως ξεχωριστό στρώμα στην περιοχή του προσώπου (Tsatsouli and Nikolaou, 2018, p. 352). Πρόσφατες εργασίες έχουν δείξει ότι τα ορुकτά με βάση τον λευκό μόλυβδο, μια από τις κύριες πηγές του οποίου βρισκόταν στο Λαύριο, είχαν ποικίλες εφαρμογές, όπως ως γυναικείο καλλυντικό ψιμίθιο του 4ου αιώνα π.Χ. (Jones, 2021, p. 115). Σε ευρήματα από τις αρχαίες Φερές, τα οποία επίσης αναλύθηκαν με XRF, διαπιστώθηκε ότι τα περισσότερα από τα μισά ειδώλια ήταν καλυμμένα με λευκό υπόστρωμα, συνήθως από ασβεστίτη, σπάνια από γύψο, ενώ σε περίτεχνα ειδώλια είχε χρησιμοποιηθεί βασικός ανθρακικός μόλυβδος (Asderaki-Tzoumerkioti and Doulgeri-Intzesiloglou, 2010, p. 5). Με τις τεχνικές XRF και Raman σε ειδώλια από την Πέλλα και τη Βοιωτία ανιχνεύτηκαν γύψος, βασικός ανθρακικός μόλυβδος, κιμωλία (Κυριάκου, 2018, σ. 204) και γύψος, βασικός ανθρακικός μόλυβδος, κιμωλία και λευκό των οστών (Δρίτσουλα, 2018, σ. 113), αντίστοιχα.

Οι χρωστικές

Τα ειδώλια από πηλό θεωρούνταν πλήρη μόνο όταν χρωματίζονταν και το γεγονός αυτό συντελούνταν πάντα μετά το ψήσιμο. Η χρωματική απόδοση δίνει μια ολοκληρωμένη εικόνα, κάνει το ειδώλιο πιο κατανοητό και παρέχει πληροφορίες στον παρατηρητή, ιδιαίτερα στην ερμηνεία του. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται «κόσμησις» και εφαρμόζεται στα ειδώλια με σκοπό να τονιστούν τα χαρακτηριστικά της μορφής, καθώς και να καλυφθούν ενδεχόμενες ατέλειες από τη διαδικασία κατεργασίας (Τζαναβάρη, 2017, σ. 54).

Οι χρωστικές είναι λεπτόκοκκα έγχρωμα υλικά, τα οποία διασπείρονται σε νερό ή σε οργανικό μέσο σχηματίζοντας αιωρήματα. Το οργανικό μέσο είναι απαραίτητο για τη σωστή εφαρμογή του χρωματικού στρώματος στην επιφάνεια των αντικειμένων (Αλεξοπούλου-Αγοράνου, Α. and Χρυσουλάκης, 1993, σ. 22). Κύριο συνδετικό μέσο που αναφέρεται στην αρχαιότητα είναι το αυγό, μόνο του ή σε συνδυασμό με φυτικά κόμμεα, ενώ η σύνθεση του μίγματος της χρωστικής, καθορίζει την ποιότητα των παραγόμενων χρωμάτων, δηλαδή τη σταθερότητα και την ικανότητα απόδοσης χρώματος. Τα τελευταία εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη συνύπαρξη των συστατικών του αιωρήματος και την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον (Μπρεκουλάκη, 2008).

Βασικές χαρακτηριστικές φυσικές ιδιότητες των χρωστικών, από τις οποίες εξαρτάται η ποιότητα του παραγόμενου χρώματος, είναι η ικανότητα χρωματισμού, καλυπτική ικανότητα, το μέγεθος και το σχήμα των κόκκων της χρωστικής, το οποίο εξαρτάται από την προέλευση και τον βαθμό λειοτριβήσεως της πρώτης ύλης, το ειδικό βάρος των χρωστικών υλών και τον βαθμό προσρόφησης ελαίου για να παραχθεί μια σταθερή εύπλαστη μάζα. Η καλυπτική ικανότητα εξαρτάται από τη διαφορά του δείκτη διάθλασης της χρωστικής σε σχέση με το συνδετικό μέσο, καθώς και από το μέγεθος των κόκκων. Στην περίπτωση που ο δείκτης διάθλασης της χρωστικής είναι παρόμοιος με το δείκτη διάθλασης του συνδετικού μέσου, προκύπτει διαφάνεια, ενώ αδιαφάνεια όταν αυτοί διαφέρουν σημαντικά. Γενικά, οι χρωστικές με υψηλό δείκτη διάθλασης έχουν μεγαλύτερη καλυπτική ικανότητα. Το μέγεθος των κόκκων καθορίζει και αυτό τη διαθλαστική ικανότητα της χρωστικής, καθώς όσο μειώνεται το μέγεθος των κόκκων, αυξάνεται το ποσοστό της ακτινοβολίας που διαθλάται ως προς αυτό που απορροφάται. Ωστόσο, αυτό ισχύει μέχρι ένα μέγεθος κόκκου, το οποίο αντιστοιχεί στο μισό του μήκους κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, καθώς μετά από αυτό η διαθλαστική ικανότητα μειώνεται και πάλι. Όσον αφορά το ειδικό βάρος, οι χρωστικές με μεγάλο ειδικό βάρος καθιζάνουν πιο γρήγορα σε υγρά χρώματα, ενώ σε ορισμένες

περιπτώσεις μπορεί να παρατηρηθεί ελαφρύς διαχωρισμός μεταξύ των χρωστικών με μεγάλη διαφορά ειδικού βάρους (Αλεξοπούλου-Αγοράνου, Α. και Χρυσουλάκης, 1993).

Στην κλασική εποχή προτιμούσαν τα έντονα χρώματα σε αντίθεση με την ελληνιστική, όπου τα χρώματα συχνά ήταν απαλότερα. Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται, τώρα αναλύονται συστηματικά με τεχνικές όπως Raman και XRF, είναι δε τα ίδια με αυτά που χρησιμοποιούνταν στη ζωγραφική και τη γλυπτική μεγάλης κλίμακας (Brinkmann, V. and Koch-Brinkmann, 2003, p. 15; Bourgeois and Jeammet, 2020). Η εφαρμογή του χρώματος γίνεται με τον τρόπο της ψυχρής επίθετης διακόσμησης. Η εφαρμογή αυτή, σε ομοιόμορφο παρασκεύασμα με βάση τον καολινίτη και χρωμάτων στερεωμένων με οργανικό συνδετικό, έχει αναφερθεί πριν από πολύ καιρό (Mollard-Besques, 1963, pp. 27, 40; Higgins, 1967, pp. 3-5). Επιπλέον, σύμφωνα με την πλαστική παράδοση αναπτύσσονται, είτε με την ανάμιξη των χρωμάτων (Mollard-Besques, 1963, pp. 27, 28; Brecoulaki, 2006, pp. 444-449; Μπρεκουλάκη, 2008; Brinkmann, 2007, pp. 73-76; Κακαμανούδης, 2012, σ. 155-156), είτε με την επίθεση τους σε επάλληλα στρώματα, ακόμη και με διαφορετικούς χρωματικούς τόνους (Brecoulaki and Perdikatsis, 2002) δίνοντας μεγαλύτερη αίσθηση του τρισδιάστατου της μορφής (Τζαναβάρη, 2017, σ. 54). Χρησιμοποιούνται συνήθως κυρίως καθαρά φυσικά ανόργανα χρώματα (Muller, 2018) ωστόσο έχουν βρεθεί οργανικές βαφές (Jeammet, 2014, p.209) και το αιγυπτιακό κυανό, τεχνητή ανόργανη χρωστική. Πολλοί μελετητές έχουν αναφερθεί σε θέματα πολυχρωμίας των ειδωλίων (Pagès-Camagna, 2010; Brecoulaki, 2014; Τζαναβάρη, 2017).

Στους ελληνιστικούς χρόνους, όπως και σε παλαιότερες περιόδους περίπου από τα τέλη του 7ου π.Χ. αι. (Μπρεκουλάκη, 2012b, σ. 342), τα παιδιά και οι γυναίκες συνήθως απεικονίζονταν με πιο ανοιχτόχρωμη επιδερμίδα από ό,τι οι άνδρες. Παρόλο που οι χροιές είναι μερικές φορές παρόμοιες, συχνά επιλεγόταν ένα πολύ κόκκινο καφέ δέρμα όταν επρόκειτο να τονιστεί η αρρενωπότητα της μορφής (Blume-Jung, 2007, p. 150). Στην πραγματικότητα, σχετικά λίγες είναι οι απεικονίσεις ανδρών στα ελληνιστικά ειδώλια έτσι ώστε να έχουμε μια ξεκάθαρη άποψη για το χρώμα του δέρματος. Βέβαια είναι πλέον τεκμηριωμένο ότι το λευκό και το καστανέρυθρο χρώμα της σάρκας λειτουργούσαν απαρέγκλιτα ως δηλωτικό του γυναικείου και ανδρικού φύλου αντίστοιχα (Μπρεκουλάκη, 2012, σ. 343), για ζωγραφική σε μάρμαρο και τοιχογραφία.

Το συνδετικό μέσο των χρωστικών

Η έρευνα για τον προσδιορισμό των συνδετικών υλικών βρίσκεται σε εξέλιξη την τελευταία εικοσαετία. Σε τοιχογραφίες και στη μνημειακή γλυπτική έχει χρησιμοποιεί συνδετικό μέσο, συνήθως οργανικό, για την εφαρμογή των χρωστικών. Στην κλασική περίοδο έχει αναγνωριστεί η χρήση μόνο δύο συνδετικών υλικών. Η μια είναι η αραβική κόλλα και η άλλη η αυγοτέμπερα. Η κόλλα είναι ένα φυσικό πολυσακχαρώδες και υγροσκοπικό υλικό και προέρχεται από δέντρα ακακίας. Η αυγοτέμπερα είναι ένα λιπαρό γαλάκτωμα που περιέχει νερό, λεύκωμα, λίπος, λεκιθίνη, μεταλλική ύλη και μικρή περιεκτικότητα σε άλλες ουσίες. Είναι γνωστό ότι η αραβική κόλλα έχει χρησιμοποιηθεί σαν συνδετικό υλικό σε τοιχογραφίες και σαν στερεωτική ύλη για επιχρυσώσεις (Kakoulli, 2001; Mora, P. Mora, L. Philippot, 1984). Έχει εντοπιστεί στον ζωγραφικό διάκοσμο του μαρμάρινου θρόνου της Ευρυδίκης, ενώ αυγοτέμπερα έχει βρεθεί στον ζωγραφικό διάκοσμο μιας μαρμάρινης επιτύμβιας στήλης από την Δημητριάδα, απευθείας στο μάρμαρο χωρίς ενδιάμεσο στρώμα (Kakoulli, I. Kottaridou, A. and Minos, 2001). Η αυγοτέμπερα υπήρξε ίσως το πιο ευρέως διαδεδομένο συνδετικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ανά τους αιώνες σε τεχνικές όπως ξηρογραφία, διότι λόγω των φυσικών ιδιοτήτων της βοηθά στη δημιουργία σταθερών στρώσεων ζωγραφικής (Κακουλλή, 2010, σ. 400).

Οι πρωτεΐνες είναι μεγάλα μόρια με μια χαρακτηριστική αμιδική ομάδα $-NH-CO-$ και αποτελούνται από ποικίλες αλληλουχίες αμινοξέων-οξέα (Creighton, 1993). Η αλβουμίνη αναφέρεται στις πρωτεΐνες που περιέχονται στα αυγά. Η ωλευκωματίνη είναι η κύρια πρωτεΐνη του ασπραδιού του αυγού, ενώ αντιστοιχεί στο 50% της περιεκτικότητας ενός αυγού σε πρωτεΐνη. Η κωναλβουμίνη και η λυσοζύμη συναπαρτίζουν αντίστοιχα το 15% και το 3% των πρωτεϊνών στο ασπράδι. Αυτές οι πρωτεΐνες σχηματίζουν σφαιρικές διαμορφώσεις μέσω της συνένωσης ενδομοριακού υδρογόνου. Οι λευκωματίνες μετουσιώνονται εύκολα με τη χρήση θερμότητας. Υπάρχουν μικρές ποσοτικές διαφορές στην σύνθεση των αμινοξέων των πρωτεϊνών στο ασπράδι και τον κρόκο ενός αυγού (Stuart, 2007, p. 4).

Η ενδεχόμενη ύπαρξη επιχρυσωσης, επιζωγράφισης ή γάνωσης

Στον τομέα της έρευνας της κατασκευής ειδωλίων από πηλό στην αρχαία Ελλάδα, εκτός από τον προσδιορισμό της σύστασης της αργίλου, της λευκής επίστρωσης και της ταύτισης των

χρωστικών με το δεσμευτικό τους μέσο, σημαντικό ρόλο έχουν οι επιφανειακές επεξεργασίες με μεταλλικά φύλλα, όπως εκείνα από χρυσό ή κασσίτερο (Asderaki-Tzoumerkioti and Doulgeri-Intzesiloglou, 2010, p. 3). Η εφαρμογή αυτή είναι ήδη γνωστή στη μαρμαρογλυπτική της ελληνιστικής περιόδου (Bourgeois and Jockey, 2005; Bourgeois, B. Jockey, Ph. and Karydas, 2007). Σε ειδώλια πάνω στη λευκή επικάλυψη, έχει παρατηρηθεί ένα κίτρινο ή κόκκινο στρώμα που αποτελείται κυρίως από οξειδία του σιδήρου, όπως τον γκαιτίτη και τον αιματίτη (Bourgeois, Br. Jeammet and Pagès-Camagna, 2013, p. 492). Αυτό το στρώμα χρησιμοποιείται για την ενίσχυση της πρόσφυσης μεταξύ του φύλλου χρυσού ή κασσίτερου και της λευκής επικάλυψης, ενώ υπάρχουν περιπτώσεις όπου το μεταλλικό φύλλο προσκολλάται απευθείας (Fourdrin *et al.*, 2016).

Η επιζωγράφιση σε πολύχρωμα πήλινα ειδώλια έχει επιβεβαιωθεί για την ελληνιστική εποχή. Κατά τη διάρκεια της «κοσμήσεως» ή του στολισμού του ειδωλίου, τα ζωγραφικά στρώματα ζωγραφίζονταν το ένα πάνω στο άλλο, με διαφορετική τονικότητα ή πάχος, για την ανάδειξη του διακοσμητικού πλούτου των ενδυμάτων (Jeammet, 2010). Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει η χρήση του χρωματικού βάθους -φόντου- σε αντίθεση με το επίθετο χρώμα, για εξοικονόμηση ορισμένων ακριβότερων χρωστικών, ή για τη δημιουργία χρωματικών εφέ. Τα αρχαία κείμενα προσδιορίζουν την έννοια με τον όρο «επίβολο» (Brecoulaki, 2006), δηλαδή οι ζωγράφοι της εποχής παρήγαγαν ένα πιο ζωντανό και πιο έντονο χρώμα, με μικρές πινελιές, που ενισχύουν τις διακοσμητικές μορφοποιήσεις -εφέ- φωτός και σκιάς στο τρισδιάστατο αντικείμενο. Παρόμοιο αποτέλεσμα φαίνεται να είχε η χρήση της φυτικής χρωστικής ριζάρι (ερυθρόδανο), η οποία αποδίδει λαμπερό πορτοκαλί φθορισμό με υπεριώδη ακτινοβολία, σε ένα κόκκινο φόντο.

Σε πολλές περιπτώσεις επιβεβαιώνεται η ύπαρξη επιπλέον λευκού στρώματος προετοιμασίας, ως αδιαφανούς, περισσότερο ή λιγότερο καλυπτικού προκειμένου να διαχωρίζονται οι διάφορες χρωματικές στρώσεις. Αυτό αποδεικνύει ξεκάθαρα την πρόθεση κάποιου τεχνίτη να κρύψει παλαιότερη πολυχρωμία και να δημιουργήσει μια νέα.

Δεν θα πρέπει κανείς να ξεχνά ότι υπάρχει το ενδεχόμενο να διατηρούνται επιφανειακές επικαλύψεις τύπου βερνικιού. Η γάνωση είναι γνωστή από επιγραφές της ελληνιστικής εποχής, καθώς και από κείμενα αρχαίων συγγραφέων, ιδιαίτερα του Πλίνιου του Πρεσβύτερου και του Πλούταρχου (Bourgeois, 2014b, p. 203). Εκεί γίνεται αναφορά σε μια επίστρωση από κερύ μέλισσας ανακατεμένη με λάδι. Αυτό το βερνίκι χρησιμοποιήθηκε στη γλυπτική, καθώς και στην αρχιτεκτονική.

IV. Φθορές

Οι αιτίες της φθοράς των αντικειμένων είναι φυσικής, χημικής και βιολογικής φύσεως. Η φυσική φθορά λαμβάνει χώρα τόσο πάνω, όσο και κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Στην επιφάνεια τα τεχνουργήματα υπόκεινται σε διάβρωση και τριβή από τον αέρα και το νερό, ενώ κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, τόσο τα οργανικά όσο και τα ανόργανα υλικά υποβάλλονται σε ρηγμάτωση, σύνθλιψη και παραμόρφωση (Gregonis, 1984).

Για να διακρίνει κανείς τι συμβαίνει στον πηλό και στην λευκή επικάλυψη των αντικειμένων, ακόμη και όταν αυτά ήταν κατασκευασμένα υπό το φως, πριν την ταφή τους, θα πρέπει να αναφερθούν αρχικά κατά την τεχνολογία κατασκευής τους οι ενδογενείς παράγοντες που μπορεί να συμβάλλουν στην υποβάθμισή τους. Ιδιαίτερα πρέπει να γίνουν αντιληπτοί οι παράγοντες που επηρεάζουν την λευκή επικάλυψη, τον τρόπο παραγωγής και εφαρμογής, την χημική σύνθεση του πηλού και της λευκής επικάλυψης. Επομένως, η τεχνολογία κατασκευής των υλικών κατά ένα μεγάλο ποσοστό συμβάλλει στην προδιάθεση που τα χαρακτηρίζει στην συνέχεια, και, συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της ταφής και κατά την ανασκαφική αποκάλυψή τους. Είναι πλέον αποδεκτό ότι η μεγαλύτερη υποβάθμιση των ανασκαφικών αντικειμένων συντελείται τα πρώτα χρόνια κατά την περίοδο ταφής των, καθώς και ως αποτέλεσμα μη αποδεκτών πρακτικών πρώτων σωστικών μέτρων. Ένας συνδυασμός της χημικής σύνθεσης του ψημένου πηλού και της επικάλυψης, της διαδικασίας παραγωγής και των επεμβάσεων καθαρισμού, φαίνεται ωστόσο να επηρεάζει την απώλεια των λευκών επικαλύψεων.

Φθορές που ξεκινούν ακόμη και πριν την ταφή

Η στιγμή στη διαδικασία παραγωγής κατά την οποία εφαρμόζεται μια επιφανειακή επίστρωση και το ιξώδες της επικάλυψης επηρεάζουν την ευαισθησία οποιασδήποτε επίστρωσης σχετικά με το ενδεχόμενο αποκόλλησης. Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να οδηγήσουν επίσης σε διαφορετική συρρίκνωση. Για παράδειγμα, ένα στρώμα επικάλυψης καολίνη με νερό που εφαρμόζεται πριν από το ψήσιμο, θα έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε νερό από το σώμα του αργίλου. Η λευκή επικάλυψη θα στεγνώσει πιο γρήγορα από το ίδιο το πήλινο αντικείμενο, το οποίο περιέχει λιγότερο νερό. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα ταχύτερο ρυθμό συρρίκνωσης της λευκής επικάλυψης, από αυτόν του αντικειμένου (Fraser, 2005, pp. 8, 9). Το γεγονός αυτό μπορεί να προκαλέσει τάσεις στη διεπιφάνεια και να οδηγήσει σε ρωγμές και αποδόμηση (Rhodes, 2015, p. 288). Εάν δε το αντικείμενο είναι

τελείως στεγνό όταν εφαρμόζεται η επικάλυψη, θα μεταναστεύσει με πολύ βίαιο τρόπο το νερό από την επικάλυψη, έτσι ώστε αυτή να ραγίσει λόγω απώλειας νερού. Ωστόσο, όταν εφαρμόζεται λευκή επικάλυψη σε μερικώς στεγνό πηλό, το πρώτο στάδιο της εξάτμισης του νερού θα ολοκληρωθεί απρόσκοπτα, οπότε θα υπάρχει ελάχιστη συρρίκνωση, με το αντικείμενο να απορροφά αρκετό, αλλά όχι πάρα πολύ, νερό (Rhodes, 2015, p. 288). Εάν ο πηλός είναι πολύ υγρός, μια επικάλυψη θα δυσκολευτεί να προσκολληθεί στο αντικείμενο λόγω της έλλειψης απορρόφησης νερού και μπορεί να τρέξει από την επιφάνεια (Rye, 2002, p. 24). Άλλοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη διαφορετική συρρίκνωση στη διακόσμηση είναι, για παράδειγμα, εάν η επικάλυψη αναδεύεται σωστά πριν την εφαρμογή. Αυτό θα διαχωρίσει τα σωματίδια σε μεγάλα και μη, θα κατακαθίσει τα πρώτα, προκαλώντας διαφορές στη συρρίκνωση της επικάλυψης σε ορισμένες περιοχές (Fraser, 2005. p. 29). Έχει παρατηρηθεί ότι το ξεφλούδισμα κατά τη διάρκεια του ψησίματος συμβαίνει συχνότερα σε κυρτές περιοχές, καθώς και στις ακμές του αντικειμένου (Fraser, 2005). Οι λευκές επικαλύψεις, οι οποίες αποτελούνται από πηλό αναμεμιγμένο με νερό, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν πριν ή μετά το ψήσιμο. Η διαφορά μεταξύ του ψημένου και ατελώς ψημένου πηλού είναι ότι το κεραμικό γίνεται μη πλαστικό, σκληρό και εύθραυστο λόγω του ψησίματος, σχηματίζοντας ένα υαλοποιημένο στρώμα, σε αντίθεση με μια άψητη επικάλυψη, ενώ ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται αυτά τα στρώματα διαφέρει. Δηλαδή, μια άψητη επικάλυψη θα απορροφηθεί ελαφρώς στο κεραμικό σώμα, αλλά όταν στεγνώσει θα είναι επιρρεπής σε διάλυση. Η ψημένη επικάλυψη, από την άλλη, θα έχει υποστεί χημικές αλλαγές στον κλίβανο, στερεώνοντας αμετάκλητα τη δομή της, καταλήγοντας σε φυσικοχημικό δεσμό με τον ψημένο πηλό. Μια επιφανειακή επικάλυψη που περιέχει κιμωλία θα εφαρμοστεί μετά το ψήσιμο και επομένως θα είναι πολύ ευαίσθητη στο νερό και στις μηχανικές καταπονήσεις (Korstanje, 2019, p. 26). Βέβαια, εάν επιτευχθεί ομαλή μετάβαση στη διαδικασία του στεγνώματος των υλικών, μπορεί να αποκλείσει τέτοια πιθανότητα υποβάθμισης του τελικού προϊόντος.

Επιπρόσθετα κατά την παραγωγή αντικειμένων από πηλό, παρατηρούνται διάφορα στάδια κατά τα οποία συμβαίνει συρρίκνωση του πήλινου αντικειμένου και της επικάλυψης με βάση τον πηλό, στοιχεία τα οποία εξαρτώνται από τη χημική σύνθεση του πηλού και της λευκής επικάλυψης. Η συρρίκνωση του πήλινου αντικειμένου λαμβάνει χώρα όταν το νερό που υπάρχει στον πηλό για να κάνει τον πηλό πλαστικό, εξατμίζεται. Αυτό συμβαίνει σε δύο στάδια κατά την ξήρανση. Πρώτα από όλα, το νερό μέσα στους πόρους του πηλού θα εξέλθει στην επιφάνεια του αντικειμένου λόγω τριχοειδούς δράσης. Δεύτερον, το νερό που υπάρχει στην επιφάνεια θα εξατμιστεί έξω από το αντικείμενο (Rice, 2015, p. 473). Η εξάτμιση του

νερού από τον πηλό προκαλεί συρρίκνωση ενός αντικειμένου. Η συρρίκνωση θα συμβεί κυρίως στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας στεγνώματος, ενώ κατά τη διάρκεια του δεύτερου σταδίου, η συρρίκνωση θα είναι η ελάχιστη (Fraser, 2005, pp. 8, 9; Rice, 2015, p. 65). Όταν εφαρμόζεται επιφανειακή επικάλυψη σε κεραμικό αντικείμενο, μπορεί να συμβεί διαφορετική συρρίκνωση μεταξύ της επικάλυψης και του κεραμικού. Αυτό συμβαίνει όταν ο ρυθμός συρρίκνωσης της επιφανειακής επικάλυψης και του κεραμικού αντικειμένου διαφέρουν μεταξύ τους. Διαφορετικοί τύποι αργίλου έχουν διαφορετικούς ρυθμούς συρρίκνωσης. Για παράδειγμα, μικρή συρρίκνωση εμφανίζεται σε άργιλο που είναι πλούσιος σε καολινίτη (Rice, 2015, p.67). Λόγω των διαφορών στους ρυθμούς συρρίκνωσης, μπορεί να προκύψουν τάσεις μεταξύ μιας επικάλυψης και του αντικειμένου, οι οποίες θα προκαλέσουν ρωγμές στην πρώτη καθώς και τάσεις στην επιφάνεια της επικάλυψης και του κεραμικού (Rhodes, 2015, p. 13). Γενικά, η πιο κατάλληλη επικάλυψη είναι αυτή που έχει παρόμοια σύνθεση με αυτή του πήλινου σώματος. Κατά τη διάρκεια της όπτησης μπορεί να προκύψουν προβλήματα που έχουν να κάνουν με τον συντελεστή συστολής διαστολής που οδηγεί σε συρρίκνωση του κεραμικού και της λευκής επικάλυψης με διαφορετικούς ρυθμούς, όταν η σύνθεση της επικάλυψης και του κεραμικού δεν είναι ίδια. Στους 500 βαθμούς Κελσίου, το δεσμευμένο νερό μέσα στους πόρους μηχανικά εξατμίζεται από το αντικείμενο, προκαλώντας τη συρρίκνωση της αργίλου περίπου κατά ένα τοις εκατό. Στους 573 βαθμούς Κελσίου, ο χαλαζίας που υπάρχει στον πηλό θα αναδιαταχθεί με διαφορετική σειρά, θα αυξηθεί σε όγκο και θα προκαλέσει συστολή του αντικειμένου. Αυτό το σημείο της «αναστροφής του χαλαζία» πρέπει να συμβεί αργά για να αποφευχθούν τυχόν ρωγμές (Rhodes, 2015, pp. 17-18).

Η σύνθεση της λευκής επικάλυψης επηρεάζει εκτός από το πορώδες και τον ρυθμό συρρίκνωσής της, ιδιαίτερα τη δομική σταθερότητά της. Όταν ένα στρώμα άψητης επικάλυψης έρχεται σε επαφή με το νερό, οι δεσμοί μεταξύ των σωματιδίων αργίλου σπάνε, οδηγώντας σε απώλεια της επικάλυψης (Sebastian Teir, 2006, p. 3060). Όταν προστίθεται κιμωλία σε μια επικάλυψη, το ασβέστιο μειώνει τη συρρίκνωση της αργίλου κατά την ξήρανση. Επιπλέον, όταν το ανθρακικό ασβέστιο εφαρμόζεται στον πηλό, η ποσότητα του νερού που περιβάλλει τα σωματίδια αργίλου μειώνεται. Αυτό κάνει τα σωματίδια αργίλου να μετακινούνται λιγότερο εύκολα, σχηματίζοντας ενώσεις που μοιάζουν με τσιμέντο. Επομένως, η προσθήκη ασβέστη θα έκανε ένα στρώμα επικάλυψης πιο σκληρό και πιο σταθερό (Lichtarowicz, 2019). Αυτό το στρώμα επικάλυψης, παρόλο που είναι ομοίως προσαρτημένο στην επιφάνεια ως ένα μη ψημένο στρώμα επικάλυψης χαμηλής περιεκτικότητας σε ασβέστιο, αναμένεται να διαλύεται λιγότερο γρήγορα στο νερό.

Επιπλέον, τόσο η άργιλος όσο και η επικάλυψη διαθέτουν ρευστότητα, στοιχείο το οποίο μειώνει τη θερμοκρασία τήξης των πλούσιων σε πυρίτιο υλικών. Αυτή η ρευστότητα μπορεί να εμφανιστεί σε διαφορετικές ροές. Αυτό σημαίνει ότι κατά το ψήσιμο, η θερμοκρασία και η ταχύτητα με την οποία ο πηλός αρχίζει να συσσωματώνεται επηρεάζονται από τον τύπο και την ποσότητα των ροών που υπάρχουν στον άργιλο. Ο πλούσιος σε ασβέστιο άργιλος, για παράδειγμα, συρρικνώνεται περισσότερο κατά το ψήσιμο από τους πηλούς χαμηλού ασβεστίου λόγω του υψηλότερου συντελεστή θερμικής διαστολής του.

Φθορές κατά τη διάρκεια της ταφής

Ενώ είναι θαμμένα τα αρχαιολογικά αντικείμενα αναπόφευκτα υποβάλλονται σε χημικές, φυσικές και βιολογικές αλλοιώσεις. Ο τρόπος με τον οποίο αυτά τα φαινόμενα συμβαίνουν και οι αλλαγές που υφίστανται εξαρτώνται από τη δομή και τη σύνθεση των αντικειμένων, καθώς και του περιβάλλοντος χώματος, δηλαδή των επιπέδων οξυγόνου, νερού και pH. Γενικά όσο χαμηλότερο είναι το επίπεδο οξυγόνου και νερού, κοντά σε ουδέτερο pH, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα της διατήρησης του αντικειμένου. Τα φαινόμενα αλλοίωσης συμβαίνουν γρήγορα και έντονα κατά την αρχική περίοδο του ενταφιασμού. Ακολούθως το αντικείμενο σταδιακά φτάνει σε αυτό που συχνά ορίζεται ως κατάσταση ισορροπίας με το περιβάλλον ταφής, με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του αντικειμένου και του εδάφους σταδιακά να συνεχίζονται, αλλά με πολύ μειωμένο και λιγότερο επιθετικό ρυθμό. Κάθε υλικό φτάνει στη δική του κατάσταση ισορροπίας, η οποία διαφοροποιείται σε σχέση με εκείνη των αρχικών ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών του. Αυτό μπορεί να πάρει πολλές μορφές, συμπεριλαμβανομένου του χημικού εμπλουτισμού μέσω της απορρόφησης διαλυτών αλάτων, τα οποία μεταφέρονται με την υγρασία και την επακόλουθη χημική αποδιοργάνωση των συστατικών λόγω υδρόλυσης, επιφέροντας δομικές αλλαγές, διαστολή, συστολή, ρωγμές, αποσύνθεση και αποκολλήσεις.

Η φύση του εδάφους ποικίλλει κατά πολύ και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως τη γεωλογική θέση, τη σύνθεση και τη στρωματογραφία, το βάθος, την θερμοκρασία, την περιεκτικότητα σε νερό, τη χημική σύνθεση και το pH. Γενικά τα ουδέτερα εδάφη διατηρούν τη μεγαλύτερη ποσότητα αρχαιολογικού υλικού, τόσο ανόργανου όσο και οργανικού. Είναι χρήσιμο να υπάρχουν βασικές γνώσεις για το είδος του εδάφους που ανασκάπτεται έτσι ώστε να διαπιστώνεται η πιθανότητα διατήρησης των αρχαιολογικών αντικειμένων. Το έδαφος αποτελείται συνήθως από τρία κύρια είδη σωματιδίων: άμμος, αργιλώδης λάσπη και

άργιλος (Pedeli, C. and Pulga, 2013, p. 13). Αυτά τα είναι συχνά παρόντα σε διακριτά στρώματα, το ένα πάνω από το άλλο, ή μπορούν να αναμειχθούν μαζί τους. Τα αμμώδη εδάφη είναι διαπερατά από το οξυγόνο της ατμόσφαιρας, ενώ το νερό διεισδύει εύκολα και αποστραγγίζεται εξίσου. Τα αργιλώδη εδάφη, από την άλλη, απορροφούν και συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού και είναι πολύ πιο αδιαπέραστα από το οξυγόνο.

Από θεωρητικής σκοπιάς μια από τις χειρότερες συνθήκες ταφής για τη διατήρηση των αρχαιολογικών αντικειμένων είναι ένας συνδυασμός από αμμώδη επιφανειακά στρώματα σε συνδυασμό με ένα υγρό εξωτερικό περιβάλλον. Σε μια τέτοια περίπτωση, η υγρασία και το οξυγόνο έχουν την ικανότητα συνεχούς αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και με τα αντικείμενα μέσα στο έδαφος. Αυτό μπορεί να οδηγήσει τελικά σε φθορά των υλικών μέσω οξειδωσης και υδρόλυσης. Η υδρόλυση οδηγεί σε πλύση διαφόρων κρίσιμων συστατικών μέσα σε ένα υλικό ή αφού αφαιρεθεί το νερό, επιφέρει αφυδάτωση, που μπορεί να δημιουργήσει επαναλαμβανόμενους κύκλους διαβροχής και ξήρανσης, με συνέπεια διόγκωση και συρρίκνωση που επιδεινώνουν τη δομή του πηλού αλλά και της επικάλυψης. Από την άλλη πλευρά, ένα βαλτώδες έδαφος παρέχει περιβάλλον που ευνοεί τη διατήρηση πολλών οργανικών υλικών. Σε αυτές τις περιπτώσεις το νερό διεισδύει στο έδαφος και γεμίζει τη μεγάλη πληρότητα τις κοιλότητες, φράσσοντας την πρόσβαση του οξυγόνου.

Οι Pollard και Banwart έχουν επισημάνει ότι οι περισσότερο σημαντικές μεταβλητές που περιγράφουν τη σύνθεση των υπόγειων υδάτων και την επιρροή τους στην υποβάθμιση στο ταφικό περιβάλλον, είναι ο συνδυασμός του δυναμικού οξειδοαναγωγής και του pH (Pollard, 1998, pp. 60-65; Banwart, 1996, pp. 66-72). Αυτές οι δύο μεταβλητές ορίζουν την συνθήκη από την οποία τα υλικά αρχίζουν να γίνονται ασταθή και αρχίζουν να παθαίνουν αποδόμηση. Επομένως η σταθερότητα των θαμμένων αντικειμένων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το δυναμικό οξειδοαναγωγής και το pH, που προκύπτουν από διάφορες σχετικές βιολογικές, γεωχημικές και υδρολογικές διεργασίες.

Το νερό παίζει θεμελιώδη ρόλο στη φυσική, χημική και βιολογική ισορροπία στο έδαφος και το περιβάλλον στο σύνολό του. Μπορεί να είναι μέρος των χημικών αντιδράσεων, όπου δρα ως διαλύτης ή η αιτία που εισάγει διαλυμένες ουσίες. Μέσω ύγρανσης ή κορεσμού μπορεί να προκαλέσει φυσικά φαινόμενα, όπως συστολή-διαστολή των αλάτων ή υδρόλυση των οργανικών υλικών, καθώς και να δημιουργήσει ένα περιβάλλον που να έχει προδιάθεση για βιολογική ανάπτυξη. Συγκεκριμένα η υποβάθμιση πιθανώς των οργανικών υλικών που απαρτίζουν το συνδετικό μέσο σε σχέση με το νερό μπορεί να εστιάζεται στην υδρόλυση και

όχι στην ανάπτυξη βιολογικών συστημάτων, λόγω απουσίας οξυγόνου μέσα στο έδαφος, στοιχείο που εμφανίζεται στη συνέχεια, μετά την αποκάλυψη του αντικειμένου.

Το pH του εδάφους είναι συνήθως μεταξύ 5 και 9, από ελαφρώς όξινο έως ελαφρώς αλκαλικό, ενώ σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να είναι μεταξύ 2 και 11,2. Το pH του εδάφους μπορεί να ποικίλλει σημαντικά λόγω της εισαγωγής νέων βασικών ιόντων από την βροχή, που μπορεί να εισάγει υδρογόνο H^+ , το οποίο, σε συνδυασμό με το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 , σχηματίζει ανθρακικό οξύ CO_3 ή των ριζών και μικροοργανισμών που δημιουργούν CO_2 , στοιχεία τα οποία, παρουσία υγρασίας, αυξάνουν την οξύτητα του εδάφους $pH < 6$. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον, παρουσία οξυγόνου ή όχι, υπάρχουν μικρές πιθανότητες διατήρησης για κεραμικά με χαμηλές θερμοκρασίες ψήσιματος (Watkinson and Neal, 1998). Εδάφη πλούσια σε αλκαλικά ιόντα Na^+ , K^+ ή αλκαλικές γαίες Ca^{2+} , Mg^{2+} είναι συνήθως βασικά με $pH > 8$, γεγονός που σε γενικές γραμμές, συναντάται στον ελλαδικό χώρο, αφού τα εδάφη είναι κατά κύριο λόγο ασβεστολιθικά με pH ουδέτερο προς αλκαλικό.

Η θερμοκρασία είναι σημαντική γιατί επηρεάζει πολλά φυσικοχημικά φαινόμενα αναφορικά με τη διατήρηση του αρχαιολογικού υλικού. Όλες οι χημικές αντιδράσεις επιταχύνονται με αύξηση της θερμοκρασίας. Θεωρητικά για κάθε $10^\circ C$ αύξηση σε θερμοκρασία, ο ρυθμός αντίδρασης πιστεύεται ότι διπλασιάζεται. Παρατηρείται ότι τα επίπεδα της θερμοκρασίας και του οξυγόνου τείνουν να μειώνονται όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια του εδάφους. Αυτό φαίνεται να δείχνει ότι υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα καλύτερης και μεγαλύτερης διάρκειας διατήρησης των υλικών στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους (Bergeron, A. and Remillard, 1991; Watkinson and Neal, 1998).

Έχει υποτεθεί ότι τα κεραμικά χαμηλής έψησης αλλοιώνονται πιο εύκολα από εκείνα με υψηλότερη (Buys, and Oakley, 1993; Cronyn, 1996). Η πιο σημαντική βλάβη οφείλεται στα διαλυτά άλατα (Buys, and Oakley, 1993; A. B. Paterakis, 1987, pp. 67-72; Charola, 2001, pp. 117-130; Charola and Nunberg, 2001, pp. 130-146; Freedland and Charola, 2001, pp. 147-160) και σε μικρότερο βαθμό σε αδιάλυτα (Cronyn, 1996). Σε γενικές γραμμές, τα κεραμικά χαμηλής έψησης θα ενυδατωθούν ξανά σε υγρές συνθήκες, επιτρέποντας τη διάλυση ορισμένων υλικών που βρίσκονται στον πηλό, όπως η γύψος $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, το χλωριούχο νάτριο $NaCl$ και ο ασβεστίτης CaO_3 . (Buys, and Oakley, 1993, p. 27).

Πρέπει να αναφερθεί ότι η χημική και φυσική αλλοίωση που υφίστανται τα κεραμικά αντικείμενα επηρεάζεται από διαφορετικά είδη διαλυτών και αδιάλυτων εναποθέσεων αλατιού (Buys, S. Oakley, 1993). Τα άλατα είναι συνδυασμοί οξέων και βάσεων. Όταν ένα

ζεύγος ιόντων, ανιόν ή κατιόν, φτάσει σε μια κρίσιμη συγκέντρωση στο νερό, αυτά θα συνδυαστούν για να σχηματίσουν ένα στερεό αλάτι. Αυτή η κρίσιμη συγκέντρωση είναι γνωστή ως διαλυτότητα του άλατος. Όλα τα άλατα έχουν κάποιο βαθμό διαλυτότητας στο νερό, αλλά μερικές φορές έχουν χαμηλή διαλυτότητα και αναφέρονται ως αδιάλυτα. Όταν τα διαλυτά άλατα κρυσταλλώνονται καθώς το νερό εξατμίζεται, υπάρχει μεγάλη αύξηση στον όγκο του κρυστάλλου. Εάν αυτό συμβεί μέσα σε ένα πορώδες υλικό, η πίεση μπορεί να διαταράξει το υλικό. Όταν το διάλυμα στους πόρους τελικά στεγνώνει, τα άλατα κρυσταλλώνονται. Ο βαθμός αλλοίωσης είναι και πάλι συνάρτηση του πορώδους με τα διαλυτά χλωριούχα, νιτρικά και θειικά άλατα να προκαλούν χημικές αλλοιώσεις στο κεραμικό σε διαφορετικές θερμοκρασίες, σχετικές υγρασίες και pH (Buys, S., and Oakley, 1993, p. 23). Αντιθέτως τα ανθρακικά, τα φωσφορικά και τα πυριτικά άλατα θεωρούνται ως αδιάλυτα άλατα, ενώ επιπρόσθετα από τα πιο επιβλαβή είναι το χλωριούχο ασβέστιο και χλωριούχο νάτριο σε περιβάλλον θαλασσινού νερού (Buys, S., and Oakley, 1993, p. 23). Η ζημιά συμβαίνει όταν το διάλυμα αλατιού είναι τόσο συμπυκνωμένο που οι κρύσταλλοι γεμίζουν τους πόρους, μεγαλώνουν ασκώντας τεράστια πίεση στα τοιχώματα των πόρων. Ακόμα μεγαλύτερη φθορά συμβαίνει εάν αυξάνεται η υγρασία και τα άλατα ενυδατώνονται ξανά, παίρνοντας νερό στην κρυσταλλική τους δομή χωρίς να διαλύονται (Cronyn, 1996).

Η Α. Πατεράκη έχει μελετήσει εκτενώς τη φθορά της αρχαιολογικής κεραμικής από διαλυτά και αδιάλυτα άλατα, καθώς και τις πιο χρήσιμες μεθόδους αφαλάτωσης που μπορούν να εφαρμοστούν. Ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα σε αυτή την εκτενή μελέτη είναι εκείνο που αφορά την πηγή και τη συμπεριφορά των διαλυτών αλάτων, έτσι ώστε να κατανοηθούν οι χημικές διεργασίες που εμπλέκονται στο σχηματισμό και την εισαγωγή αλάτων σε κεραμικά σώματα κατά την ταφή και μετά την ανασκαφή (Paterakis, 1987, pp. 67-72, 1017-1021). Ενώ η πηγή των διαλυτών αλάτων που υπάρχουν σε διαφορετικές συνθήκες ταφής και περιβάλλοντα είναι καλύτερα κατανοητή μέσω διαφορετικών προσεγγίσεων (Dowman, 1970; Ottar and Haagenrud, 1975, pp. 119-204), δίνεται από την Πατεράκη μια καλή ανασκόπηση με βάση τη διατήρηση για τα πιο κοινά διαλυτά άλατα, όπως χλωριούχα, νιτρικά, φωσφορικά, ανθρακικά και θειικά άλατα (Paterakis, 1987, pp. 67, 68).

Ο Charola πραγματοποίησε ένα μακροπρόθεσμο πειραματικό πρόγραμμα με κύριο στόχο να αξιολογήσει το ρόλο των διαλυτών αλάτων στη φθορά των κεραμικών που εκτίθενται σε ελάχιστες αλλαγές σε σχέση με την υγρασία, καθώς και την αποτελεσματικότητα των μεθόδων αφαλάτωσης. Τα διαλυτά άλατα που εξετάστηκαν για αυτή τη μελέτη ήταν το χλωριούχο νάτριο NaCl, το θειικό νάτριο Na₂SO₄ και η γύψος CaSO₄ · 2H₂O (Charola, Nunberg

and Freedland, 2001). Το βασικό συμπέρασμα του πρώτου μέρους αυτής της μελέτης δείχνει ότι η ποσότητα του αλατιού σε σχέση με την παραμονή του σε ένα πορώδες υλικό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πορώδες του υλικού, τη φύση του εν λόγω άλατος και τις συνθήκες ξήρανσης μετά από τον εμποτισμό (Charola, Nunberg and Freedland, 2001).

Ο γενικός κανόνας λέει ότι τα κεραμικά έχουν καλή φυσική κατάσταση και χημική αντοχή, ιδιαίτερα εκείνα που έχουν ψηθεί σε μέτρια προς υψηλή θερμοκρασία, 1100°C-1400°C. Στην πραγματικότητα όμως, τα πήλινα αρχαιολογικά αντικείμενα, συμπεριλαμβανομένων των ειδωλίων με πολυχρωμία, έχουν ψηθεί σε θερμοκρασίες μεταξύ 700°C και 1000°C, ενώ κάποια άλλα στην ελάχιστη δυνατή θερμοκρασία των 600°C. Αυτό σημαίνει ότι τα περισσότερα αρχαιολογικά κεραμικά είναι πορώδη στη φύση τους και επομένως υπόκεινται όχι λιγότερο στους μηχανισμούς φθοράς των χημικών, όπως προσβολή επιφάνειας και δομής ή φαινόμενα κρυστάλλωσης από άλατα. Ακόμη και κεραμικά με υαλώδη, μη πορώδη επιφάνεια, ή με επικάλυψη, που θεωρητικά είναι πιο ανθεκτικά από αυτά που δεν έχουν, μπορεί να υποστούν ζημιά (Pedeli, C. and Pulga, 2013, p. 26). Αυτό μπορεί να είναι λόγω της φύσης της ίδιας της επιφάνειας ή, πιο συχνά, προέρχεται από τις διαφορετικές ιδιότητες μεταξύ του πορώδους κεραμικού σώματος και της μη πορώδους κεραμικής επιφάνειας. Ακόμη και σε περιπτώσεις που το κεραμικό σώμα έχει υψηλότερο πορώδες από την εξωτερική επικάλυψη, εάν υπάρχουν άλατα η επιφάνεια θα υποβληθεί σε πίεση από την κρυστάλλωση του αλατιού μεταξύ της επικάλυψης και του υποστρώματος. Τέτοιες δυνάμεις δημιουργούν πρώτα διόγκωση ή ανύψωση της επικάλυψης και κρακελάρισμα, οδηγώντας τελικά σε μερικό ή πλήρη χωρισμό της επιφάνειας από το κεραμικό σώμα. Τέλος, η θραύση σε όλες τις εκφάνσεις της, όπως εκδορές, ρωγμές, ξεφλούδισμα, απολέπιση, δεν πρέπει να παραβλέπεται ως μορφή ζημιάς και φθοράς για τα κεραμικά. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα διότι επιτρέπει συνήθως στις χημικές και φυσικές φθορές να εκθέτουν το πορώδες σώμα του κεραμικού σε εισβολή από την υγρασία.

Τα προβλήματα ενδεχομένως που έχουν σχέση με τα διαλυτά άλατα ίσως να ελαχιστοποιούνται όσο αφορά τη δομή του πηλού στα υπό μελέτη αντικείμενα, αν αναλογιστεί κανείς τη διαθέσιμη επιφάνειά του, δηλαδή εκείνη που δεν έχει επικαλυφθεί. Ίσως να οφείλεται ή όχι στην πολύ καλή πρόσφυση της επικάλυψης με τον πηλό. Πιθανόν η λευκή επικάλυψη μαζί με την παρουσία της χρωστικής και του δεσμευτικού μέσου της, να λειτουργεί προστατευτικά για την αποτροπή εισχώρησης αλάτων στο αντικείμενο.

Όμως για να δει κανείς τι συμβαίνει στη λευκή επικάλυψη και ποιος μπορεί να είναι ο βαθμός υποβάθμισής της, εκτός από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν διεξοδικά πριν την ταφή των αντικειμένων, πρέπει να συνυπολογίσει τις φθορές και κατά τη διάρκεια της ταφής. Σε συνθήκες ταφής ο πηλός και η λευκή επικάλυψη σίγουρα διαστέλλονται όταν το αντικείμενο ή το περιβάλλον είναι κορεσμένα με νερό. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ξεχωριστή διαστολή όταν υπάρχουν δύο στρώματα διαφορετικών αργίλων. Μπορεί να προκύψουν τάσεις στην επιφανειακή λευκή επικάλυψη, που να οδηγήσουν σε ρωγμές του αντικειμένου (Grimshaw, R. and Searle, 1960, p. 421). Τα εδάφη με όξινο pH επηρεάζουν επίσης τα αντικείμενα αφού το ανθρακικό ασβέστιο καθώς και οι άργιλοι είναι αλκαλικά, με τα στρώματα επικάλυψης να προσβάλλονται χημικά (Grimshaw, R. and Searle, 1960, p. 651). Αυτό μπορεί να συμβεί όταν τα αντικείμενα θάβονται σε όξινο περιβάλλον, παράμετρος που πιθανόν δεν ανταποκρίνεται για τα εδάφη ταφής των υπό μελέτη αντικειμένων. Είναι σαφές ότι τέτοιου είδους φθορά θα επηρέαζε ολόκληρη την επιφάνεια ομοιόμορφα, ενώ επιλεκτική απώλεια την λευκής επικάλυψης υποδηλώνει αφαίρεσή της με μηχανικό τρόπο, ύστερα μάλλον από διαδικασίες βίαιου καθαρισμού.

Φθορές κατά τη διάρκεια της αποκάλυψης

Η βασική αρχή της ανασκαφής είναι η συστηματική αφαίρεση των επάλληλων στρωμάτων χώματος. Αυτό μεταφράζεται σε μια προοδευτική απομάκρυνση του εδάφους οριζόντια και κατακόρυφα, ξεκινώντας από την επιφάνεια και δουλεύοντας προς το κάτω. Το έδαφος αφαιρείται και στις δύο κατευθύνσεις. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε διαδοχική στρώση. Από τη στιγμή της έκθεσης μπορεί να περάσουν, λεπτά, ώρες, ημέρες, εβδομάδες ή και μήνες πριν ολοκληρωθεί η ανασκαφή και η αφαίρεση των αντικειμένων (Pedeli, C. and Pulga, 2013, pp. 18-20). Τα αντικείμενα μπορούν να παραμείνουν σε αυτήν την κατάσταση της μετάβασης για διάφορους λόγους, συμπεριλαμβανομένης της ανασκαφής των γύρω ή παρακείμενων χώρων ή την ολοκλήρωση της γραφικής τεκμηρίωσης. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, το μερικώς ανασκαμμένο αντικείμενο είναι συνεχώς εκτεθειμένο σε ένα περιβάλλον διαφορετικό από αυτό του ενταφιασμού. Ορισμένα αντικείμενα μπορεί ακόμη να καταλαμβάνουν ταυτόχρονα δύο διαφορετικά περιβάλλοντα. Σε αυτές τις περιπτώσεις τόσο το υπέδαφος όσο και το εξωτερικό κλίμα επιδρούν στο αντικείμενο.

Εάν το υπέδαφος είναι υγρό, αυτό μπορεί να ευνοήσει τη μετανάστευση των διαλυτών αλάτων στο αποκαλυφθέν τμήμα του αντικειμένου μέσω τριχοειδούς δράσης, διοχετεύοντας την υγρασία από το έδαφος σε περιοχές σε επαφή με τον αέρα και προκαλώντας εξάτμιση. Από τη σκοπιά της διατήρησης, η στιγμή της έκθεσης, είτε μερική είτε ολική, είναι ένα από τα πιο τραυματικά στοιχεία για κάθε είδους αρχαιολογικό εύρημα, ανεξάρτητα από τη φύση του και ανεξάρτητα από το εάν αρχικά δημιουργήθηκε για εξωτερική ή εσωτερική χρήση. Μετά από αιώνες προσαρμογής και μονιμότητας στις συνθήκες του υπεδάφους, το αντικείμενο υπόκειται σε ξαφνική διακοπή της καθιερωμένης φυσικοχημικής κατάστασης ισορροπίας του. Από τα πρώτα λεπτά μετά την αποκάλυψη και προσαρμογή στις νέες περιβαλλοντικές παραμέτρους, στο εσωτερικό των αντικειμένων μπορούν να προκληθούν ισχυρές χημικές και φυσικές καταπονήσεις, που οδηγούν αναπόφευκτα σε αλλοίωση και φθορά. Η μέριμνα των αντικειμένων πρέπει να ξεκινά τη στιγμή που ανακαλύπτεται ένα αντικείμενο. Εάν δεν γίνει αυτό τα αντικείμενα αρχίζουν να φθείρονται μόλις απομακρυνθούν από το ανασκαμμένο περιβάλλον όπου για χρόνια είχαν φτάσει σε ισορροπία (Swain, 2007, pp. 183-186). Η επιδείνωση συχνά εκδηλώνεται ως συρρίκνωση του αντικειμένου καθώς στεγνώνει, αντιδρά με τον αέρα, σπάει ή θρυμματίζεται καθώς χάνει τη στήριξη που του παρέχει το χώμα που το περιβάλλει (Cronyn, 2001, p. 5; Bradley, 2004, p. 4).

Αρχαιολογικά ευρήματα που έρχονται αντιμέτωπα με διαφορετικές και περισσότερο μεταβλητές κλιματολογικές συνθήκες, από αυτές του ενταφιασμού, αναμένονται να έχουν υποστεί υποβάθμιση αρχικά όσον αφορά στα οργανικά συστατικά τους, στις χρωστικές, στη λευκή επικάλυψη και τέλος στον ψημένο πηλό. Η σημαντική παρουσία οξυγόνου με διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, συμβάλλει με καταλυτικό τρόπο, ανά θερμές εποχές, νύχτα μέρα, καθώς επίσης συμβάλλουν οι διακυμάνσεις της σχετικής υγρασίας, υγρές ή ξηρές μέρες με την παρουσία ιδιαίτερα υπεριώδους ακτινοβολίας, όπως με το ηλιακό φως. Μπορεί κανείς να φανταστεί την αποδυνάμωση που μπορεί να υποστεί το αντικείμενο, μεταφερόμενο πολύ γρήγορα από ένα υγρό σε ένα ξηρό περιβάλλον. Θεωρητικά το οξυγόνο και η σχετική υγρασία αποτελούν τις κύριες πηγές των φαινομένων φθοράς, οι οποίες θα πρέπει να εξαλειφθούν έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η διατήρηση (Thomson, 1986). Στην πραγματικότητα, η επαφή με οξυγόνο μέσα από αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα *in situ* είναι πρακτικά αδύνατη.

Σε ένα ζωγραφικό έργο οι χρωστικές αναμειγνύονται και χρησιμοποιούνται παράλληλα σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από ότι σε οποιαδήποτε άλλη εφαρμογή τους. Είναι λοιπόν πολύ

σημαντικό, να παρουσιάζουν όσο το δυνατό μεγαλύτερη σταθερότητα, ώστε να διασφαλίζεται η μεταξύ τους ομοιογένεια. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η αντίδραση υπό ορισμένες συνθήκες χρωστικών που περιέχουν μόλυβδο ή χαλκό με αντίστοιχες που περιέχουν θείο π.χ. την κιννάβαρι προς σχηματισμό σκουρόχρωμου θειούχου μολύβδου και χαλκού αντίστοιχα. Προστατευτικό ρόλο σε αυτήν την περίπτωση παίζει το συνδετικό μέσο καθώς περικλείει τους κόκκους των χρωστικών αποκλείοντας τη μεταξύ τους επαφή. Ιδιαίτερα φθοροποιοί παράγοντα αποτελεί το φως και ιδιαίτερα η υπεριώδης ακτινοβολία, υπό την επίδραση της οποίας λαμβάνουν χώρα φωτοχημικές αντιδράσεις οδηγώντας πολλές φορές σε έντονη χρωματική αλλοίωση (Καμπασακάλη, 2007, σ. 17). Στις οργανικές βαφές παρατηρείται και το φαινόμενο του σταδιακού αποχρωματισμού με το σχηματισμό άχρωμων προϊόντων. Σε ορισμένα συστήματα, τα προϊόντα αποσύνθεσης έχουν κατά κάποιο τρόπο προστατευτικό ρόλο ως προς το εναπομείναν χρώμα, καθυστερώντας τη διαδικασία φθοράς, ενώ αντίθετα, σε άλλα μπορεί να συμπεριλαμβάνουν ενώσεις όπως οξέα, αλκάλια, υδροθείο, υπεροξειδίου του υδρογόνου και έτσι να επιταχύνουν τη φωτοαποσύνθεση (Orna, 1984). Η φθορά όχι μόνο των χρωμάτων αλλά και όλων των υλικών ενός έργου τέχνης λόγω της έκθεσης στους περιβαλλοντικούς παράγοντες αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα για τους καλλιτέχνες, τους συντηρητές και τους επιμελητές των μουσείων. Έχει δοθεί λοιπόν μεγάλο βάρος στην έρευνα με σκοπό τη διασαφήνιση και διευκρίνιση των αιτιών καθώς και της πορείας κάθε φθοροποιού διαδικασίας. Μεγάλο εργαλείο σε αυτή την ερευνητική προσπάθεια, εδώ και αρκετά χρόνια, έχει αποδειχθεί η τεχνική της τεχνητής γήρανσης.

Για να καταλάβει κανείς π.χ. τι συμβαίνει στην χρωστική της αλιζαρίνης, το ριζάρι, όταν υπόκειται σε τεχνική γήρανση μέσω UV ακτινοβολίας, αυξημένης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, βέβαια σε χαρτί, αναφέρονται τα εξής αποτελέσματα. Η αλιζαρίνη δεν επηρεάζεται από την υπεριώδη ακτινοβολία σε όλη τη διάρκεια των 90 ημερών. Οι τιμές της συνολικής χρωματικής διαφοράς την κατατάσσουν σαφώς στην κατηγορία σταθερότητας I σύμφωνα με το πρότυπο της ASTM. Όμως με θερμοκρασία $T=90^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία $\text{RH}=60\%$ τα αποτελέσματα υποβάθμισης είναι πολύ μεγάλα (Καμπασακάλη, 2007, σ. 173-179).

Φθορές κατά την συντήρηση

Όταν ανασκάπτονται αντικείμενα, ευρήματα όπως ειδώλια από πηλό, γενικά υποβάλλονται σε άμεση επεξεργασία και καθαρισμό. Το χώμα αφαιρείται προκειμένου να ληφθούν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για το αντικείμενο. Ο καθαρισμός γίνεται κυρίως με βούρτσες, μαλακές και σκληρές, ακόμη και με νερό. Εάν τα αντικείμενα έχουν άψητη επίστρωση και επομένως είναι ευαίσθητα στο νερό, αυτές οι επικαλύψεις επιφανειών μπορεί να χαθούν (Buys, S. and Oakley, 2011, p. 26). Εάν χρησιμοποιούνται σφουγγάρια ή ακόμη και όχι μαλακές βούρτσες, μπορεί να προκληθεί τριβή πάνω στην επιφάνεια, ειδικά όταν μια επικάλυψη είναι χαμηλής καύσης και επομένως είναι πιο εύθραυστη (Buys, S. and Oakley, 2011). Όταν ένα αντικείμενο έχει ανάγλυφο επιφάνειας, οι προεξέχουσες περιοχές θα υποστούν περισσότερο τη μηχανική καταπόνηση από τις άλλες. Είναι πολύ πιθανό τα επιφανειακά επιχρίσματα να θεωρηθούν εσφαλμένα ως στρώμα επικάλυψης που έχει αποθεθεί στην επιφάνεια κατά την ταφή. Αυτά τα κονιάματα είναι κυρίως ασβεστίτης, γύψος ή συνδυασμός αυτών με πυρίτιο (Buys, S. and Oakley, 2011, pp. 24, 25). Τέτοιες στρώσεις κρούστας είναι αδιάλυτες και πολύ σκληρές και έχουν γενικά λευκό ή υπόλευκο χρώμα, το οποίο μπορεί να είναι παρόμοιο με επιφανειακές επικαλύψεις. Αυτές είναι αδύνατο να αφαιρεθούν με νερό ή μια βούρτσα (Rye, 2002, p. 102). Τα αντικείμενα που έχουν καθαριστεί με νερό συχνά στεγνώνουν στον ήλιο στις εκσκαφές, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τη γρήγορη ξήρανσή τους. Το γρήγορο στέγνωμα μπορεί να οδηγήσει σε ζημιά σε ένα αντικείμενο, καθώς και σε καταπόνηση στην επαφή μεταξύ του κεραμικού και μιας επιφανειακής επικάλυψης, λόγω διαφορετικών ρυθμών στεγνώματος. Η τριβή του κεραμικού και της επιφανειακής επικάλυψης μπορεί επίσης να συμβεί λόγω λανθασμένου χειρισμού τέτοιων αντικειμένων, καθώς και κατά τη μεταφορά, εάν τα αντικείμενα δεν συσκευάζονται σωστά.

Μια προσέγγιση για τη διατήρηση στο πεδίο είναι να υπάρχει ένας συντηρητής «σε ετοιμότητα» κατά τη διάρκεια της επιτόπιας εργασίας, ώστε να παρέχει καθοδήγηση και επιτόπια βοήθεια όπου απαιτείται. Σε αρκετές δημοσιευμένες εργασίες εξετάζονται ζητήματα διατήρησης στις ανασκαφές (Pedeli, C. and Pulga, 2013; Armstrong, 2012) παρέχοντας συγκεκριμένες πληροφορίες σχετικά με την αξιολόγηση και το χειρισμό αντικειμένων από διάφορα υλικά, όταν αυτά αποκαλύπτονται, ενώ καλύτερη μέριμνα για τα αντικείμενα παρέχεται όταν υπάρχει προγραμματισμός των πρώτων σωστικών μέτρων στον προϋπολογισμό του έργου (Childs and Benden, 2017; Majewski, 2010), αλλά και στην εξασφάλιση περιβάλλοντος διατήρησης (Trnka, 2003).

Σε αρκετές περιπτώσεις στο παρελθόν έχει καταγραφεί η χρήση όξινων διαλυμάτων, ακόμη και ισχυρών οξέων σε μεγάλη αναλογία για την αφαίρεση αδιάλυτων αλάτων, ακόμη και σε ειδώλια με πολυχρωμία. Η μη επαρκή απομάκρυνσή τους με έκπλυση σε νερό δημιούργησε επιπρόσθετα προβλήματα λόγω της παρουσίας των διαλυτών αλάτων (Johnson, S., Eriickson, M. and Iceland, 1995, p. 832). Τα οξέα που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση των αδιάλυτων επικαθίσεων, διαλύουν επίσης και τα δομικά συστατικά του κεραμικού σώματος των ειδωλίων, αδυνατίζοντας τη δομή τους και καθιστώντας με αυτόν τον τρόπο εύθραυστη την επιφάνεια τους (Καρολίδης, 2017, σ. 173).

V. Τεχνικές εξέτασης και ανάλυσης

Οι αναλυτικές τεχνικές πολυφασματικής και υπερφασματικής απεικόνισης

Είναι πλέον δεδομένο ότι ο εντοπισμός της παρουσίας χρωστικής σε ένα πολύχρωμο αντικείμενο μπορεί να γίνει με πολυφασματική και υπερφασματική απεικόνιση. Για την υλοποίηση αυτών των τεχνικών μεθόδων, λαμβάνονται φωτογραφίες σε ένα ευρύ φάσμα μηκών κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, οι οποίες βασίζονται στην ίδια αρχή. Οι εικόνες δημιουργούνται από μια κάμερα υψηλής ανάλυσης ή ένα φασματόμετρο, όπου είτε τοποθετούνται έγχρωμα φίλτρα μπροστά από τον φακό είτε χρησιμοποιούνται διαφορετικές πηγές φωτισμού LED. Διαφέρουν ως προς την ανάλυση, αλλά και τα δύο καθιστούν δυνατή την προβολή UV 10-380 nm, ορατό φως 380-700 nm και NIR 700-1100 nm. Η πολυφασματική απεικόνιση αναφέρεται συνήθως σε 3 έως 15 μη συνεχείς, μικρά κενές φασματικές ζώνες του φάσματος φωτός, με φασματική ανάλυση 100 nm, ενώ η υπερφασματική απεικόνιση αναφέρεται σε 100s έως 1000s συνεχών στενών φασματικών ζωνών με φασματική ανάλυση 10nm (G. Verhoeven, 2018, p. 2; Mathys, Jadinon and Hallot, 2019, p. 2). Τόσο η εισερχόμενη, όσο και η εξερχόμενη ακτινοβολία είναι συνήθως σε μία από τις τρεις περιοχές. Την υπεριώδη ακτινοβολία UV 200-400nm, το ορατό φως VIS 400-700nm ή την υπέρυθρη ακτινοβολία IR 760-1700nm (Mairinger, 2004, pp. 16-66).

Η πολυχρωμία και η φασματική απεικόνιση είναι εξαιρετικά ευαίσθητες και μπορούν να έχουν ακριβείς καταγραφές της πολυχρωμίας. Για να αυξηθεί η ευκρίνεια, το καλύτερο είναι να τοποθετηθεί το αντικείμενο σε ένα σκοτεινό δωμάτιο ώστε να μειωθεί η επίδραση του φωτός του περιβάλλοντος (Dyer and Sotiropoulou, 2017; MacDonald *et al.*, 2017, p. 8). Οι υπερφασματικές εικόνες έχουν υψηλότερη φασματική ανάλυση σε σύγκριση με τις πολυφασματικές εικόνες, αλλά αποτελούνται από περισσότερο «θόρυβο» (MacDonald *et al.*, 2017, p. 9).

Η συμβολή της πολυφασματικής απεικόνισης στη μελέτη των τρισδιάστατων πολύχρωμων αντικειμένων έχει ιδιαίτερη σημασία, είτε αυτή στοχεύει στην ανίχνευση χρωστικών ή στην οριοθέτηση χρωματικών περιοχών παρέχοντας προκαταρκτικές, αλλά καλά τεκμηριωμένες πληροφορίες για την κατανομή του χρώματος. Επιπλέον και συμπληρωματικά με τα αναλυτικά δεδομένα, παρέχει πειστικά στοιχεία για τις τεχνικές εφαρμογής των χρωστικών, ενώ μπορεί να αποκαλύψει μείγματα ή στρώσεις τους, στοιχεία τα οποία είναι καθοριστικά, τόσο για την αναπαράσταση της αρχικής εμφάνισης του αντικειμένου, όσο και για την

ερμηνεία των πρακτικών του καλλιτέχνη της αρχαιότητας. Οι πολυφασματικές εικόνες, επεξεργασμένες και καταχωρημένες ως στρώματα πάνω από μια φωτογραφία υψηλής ανάλυσης στο ορατό, αποτελούν μια ακριβή καταγραφή της εναπομείνουσας σωζόμενης χρωστικής. Η επακόλουθη αποκατάσταση, σε σύγκριση με την παρούσα κατάσταση του αντικειμένου, μπορεί να βοηθήσει στην εκ νέου ανακάλυψη χαμένων λεπτομερειών. Μερικές φορές ακόμη και η δημιουργία «ψευδών» χρωματικών απεικονίσεων σε αυτές τις εικόνες μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, καθώς μπορεί να συμπεριλάβει στοιχεία του αντικειμένου από τη στιγμή της δημιουργίας ή επιζωγράφησης του, τα οποία δεν σώζονται πλέον, ή εναλλακτικά, μπορεί να καταγράψει αλλοιώσεις που έγιναν κατά τη διάρκεια της ιστορίας του αντικειμένου. Η σύγκριση των πολυφασματικών εικόνων μπορεί είτε να ενισχύσει τα στοιχεία για χαμένες λεπτομέρειες ή για μεταγενέστερες προσθήκες (Verri, 2009b).

Στην συγκεκριμένη ενότητα θα αναφερθούν οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνικές πολυφασματικής απεικόνισης που είναι σήμερα διαθέσιμες στον επιστήμονα, συντηρητή αρχαιοτήτων, αρχαιολόγο και ιστορικό τέχνης, με σχετικά χαμηλό κόστος, για μη καταστρεπτικό έλεγχο (nondestructive testing NDT), για τη διερεύνηση έργων τέχνης. Αποτελεί διαδικασία επιθεώρησης, εξέτασης και αξιολόγησης υλικών, συστατικών ή συνόλων, που αφορούν ασυνέχειες, αλλοιώσεις και διαφοροποιήσεις των χαρακτηριστικών τους, χωρίς την καταστροφή της ακεραιότητας και της λειτουργικότητάς τους (www.asnt.org). Με αυτές τις τεχνικές είναι πλέον εφικτές η ανίχνευση και ο προσδιορισμός ανόργανων και οργανικών χρωστικών υλικών, οργανικών υλικών δέσμευσης, καθώς και παλαιότερων επεμβάσεων αποκατάστασης. Η πολυφασματική απεικόνιση είναι η διαδικασία που χρησιμοποιείται για την παρατήρηση ενός αντικειμένου χρησιμοποιώντας επιλεγμένες περιοχές μήκους κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, που περιλαμβάνουν και εκτείνονται πέρα από το δυνατότητα του ανθρώπινου ματιού. Ο ρόλος της συγκεκριμένης απεικόνισης είναι σημαντικός για την αποκατάσταση ενός αντικειμένου με πολυχρωμία, γιατί μπορεί πριν από τις εργασίες να διαχωρίσει χρωστικές που μπορούν να εμφανίζονται κοινές και επομένως ο συντηρητής αρχαιοτήτων να έχει την εντύπωση ότι διακρίνει μόνο μια χρωστική με αποτέλεσμα να παραβλέψει την άλλη. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα, βέβαια σε έργο τέχνης του 16ου αιώνα, αποτελεί *Το κορίτσι με το κόκκινο καπέλο* του Johannes Vermeer, όπου ο καλλιτέχνης έχει χρησιμοποιήσει δύο ερυθρές χρωστικές, το ριζάρι πάνω στην κιννάβαρι.

Συγκεντρωτικά οι χρωστικές της ελληνικής αρχαιότητας διαχωρίζονται ανάλογα τη φύση τους σε φυσικές και τεχνητές ανόργανες χρωστικές, καθώς και σε φυσικούς οργανικούς χρωματιστές. Στο έργο του *Περί Λίθων* του 4^{ου} π.χ. αιώνα ο Θεόφραστος ο Ερέσιος τις διαχωρίζει σε φυσικές ανόργανες όπως κόκκινες ή κίτρινες ώχρες και σε τεχνητές, όπως λευκό του μολύβδου, αιγυπτιακό κυανό και κόκκινη τεχνητή χρωστική σιδήρου (Κατσαρός, 2012). Οργανικοί χρωματιστές έχουν επίσης βρεθεί, όπως το αρχαίο ερυθρόδανο ριζάρι, από την οικογένεια των ανθρακινοειδών (Accorsi *et al.*, no date; Romani, Clementi and Miliani, 2011) και η πορφύρα murex (Michel, Lazar and McGovern, 1992).

Παρακάτω θα γίνει αναφορά σε δύο διακριτές κατηγορίες με κοινά χαρακτηριστικά. Η πρώτη (1, 2, 3) έχει σχέση με το είδος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας και η δεύτερη (α, β) με την ανάκλαση ή την φωταύγεια.

Μέθοδοι φωτισμού

Αρχικά, το σύνολο των εικόνων που παράγεται-εξάγεται κάτω από καθεμία από τις συνθήκες φωτισμού είναι (Dyer, Verri and Cupitt, 2013, p.3).

1). Όταν χρησιμοποιείται υπεριώδης (UV) ακτινοβολία. Απεικόνιση που προέρχεται (α) από την ανάκλαση υπεριώδους ακτινοβολίας (UVR) και (β) από την φωτο-φωταύγεια, φθορισμό στο υπεριώδες UVL (de la Rie, 1982, pp. 1-7, 65-69, 102-108). Μια υπεριώδης ακτινοβολία χρησιμοποιείται για τη διέγερση των ηλεκτρονίων, η οποία απελευθερώνει φως στην ορατή περιοχή όταν μετατρέπει αυτήν την απορροφούμενη ενέργεια σε φωταύγεια. Χρησιμοποιείται ένα φίλτρο που απορροφά το φως UV και IR. Δεδομένου ότι ο υπεριώδης φθορισμός UVF δεν διαφέρει από τη φωταύγεια, έχουν την ίδια αρχή, αλλά χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και τη χαρτογράφηση υπολειμμάτων οργανικών χρωστικών, όπως το ριζάρι με ένδειξη ροζ φθορισμού. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια γενικότερη κατάσταση του αντικειμένου όσον αφορά τη διατήρηση ή όχι οργανικού υλικού (Bracci *et al.*, 2019).

Η ανάκλαση στο υπεριώδες UVR χρησιμοποιεί λαμπτήρες εκπομπής υπεριώδους ακτινοβολίας για να φωτίσει το αντικείμενο, όπου η κάμερα περιέχει φακό που ανιχνεύει υπεριώδη ακτινοβολία και μπλοκάρει όλο το IR και το ορατό φως. Χρησιμοποιείται συχνότατα για την αποκάλυψη χρωστικών και επικαλύψεων, ενώ ενισχύει την αντίθεση (Nocerino *et al.*, 2018, p. 774). Ένα παράδειγμα δίνεται στην (Εικ. 3).

Τέσσερις τύποι φθορισμού μπορούν να διακριθούν: γαλάζιο, έντονο μοβ, ανοιχτό πορτοκαλί και ανοιχτό κίτρινο. Ο γαλάζιος φθορισμός σχετίζεται με την γύψο, το έντονο μοβ μπορεί να



Εικόνα 3 Μερικές UV φωτογραφίες φθορισμού σε 3D αντικείμενα (Lanteri, Agresti, Pelosi 2019, p. 210, εικ. 2).

είναι μια κόκκινη οργανική χρωστική, το ανοιχτό πορτοκαλί είναι από κερι που χρησιμοποιείται για συμπλήρωση, το ανοιχτό πορτοκαλί μπορεί να είναι από τη φυσική ρητίνη που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία της επιφάνειας του ξύλου και ο ανοιχτός κίτρινος φθορισμός είναι από το συνδετικό υλικό της χρωστικής (Lanteri, Agresti and Pelosi, 2019, p. 212).

Η ορατή φωταύγεια που προκαλείται από την υπεριώδη ακτινοβολία U1L ή UVL χρησιμοποιείται για την ανάλυση της επιφάνειας και την ανίχνευση οργανικών χρωστικών και την παρουσία οργανικών δεσμευτικών χρωστικής. Ανιχνεύει επίσης βερνίκια, στερεωτικά και υλικά από παλαιότερες επεμβάσεις συντήρησης.

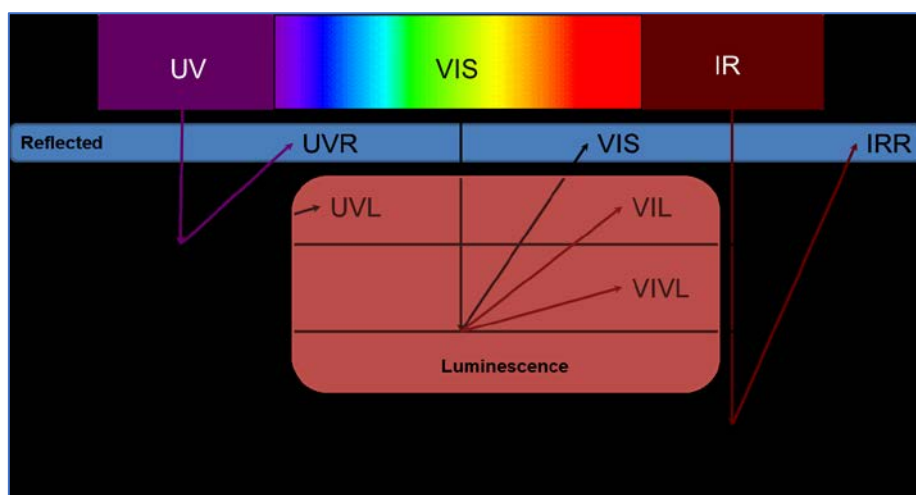
2). Όταν χρησιμοποιείται ορατή ακτινοβολία VIS. Ένα αντικείμενο φωτίζεται με ορατό φως και μια κάμερα καταγράφει την εκπομπή φωτός, στη κοντινή περιοχή IR. Δηλαδή η ορατή-επαγόμενη IR φωταύγεια VIL (Accorsi *et al.*, no date, pp. 3392-3394; Verri, 2009b) χρησιμοποιείται για τη σύλληψη της φωταύγειας των χρωστικών και κυρίως του αιγυπτιακού μπλε, η οποία έχει κορυφή στα 950 nm και όταν διεγείρεται με κόκκινο φως, στην ζώνη/περιοχή απορρόφησής του, δηλαδή στα 600-630 nm. Όταν οι χρωστικές εκπέμπουν φως στην ορατή περιοχή, η μέθοδος ονομάζεται ορατή-επαγόμενη ορατή φωταύγεια VIVL (Dyer and Sotiropoulou, 2017a), η οποία χρησιμοποιείται περισσότερο για την ανίχνευση κόκκινων και κίτρινων χρωστικών. Οι κόκκινες χρωστικές που ανιχνεύονται με το VIVL είναι το ριζάρι ή madder lake. Αυτό προέρχεται από την οικογένεια του φυτού Rubiaceae όπου τα *Rubia Peregrina*, *Rubia Tinctorum* και *Rubia Cordifolia* υποδεικνύουν την πουργουρίνη με ζώνη απορρόφησης στα 506 και 540 nm και ζώνη εκπομπής στα 506, 600 και 650 nm και την

Alibiainctorum, βυσσινί ουσία, με ζώνη απορρόφησης στα 500 nm και ζώνη εκπομπής στα 660 nm (Amadori *et al.*, 2015; Dyer and Sotiropoulou, 2017; Kakoulli *et al.*, 2017, p. 106).

3). Ο υπέρυθρος φωτισμός αποδίδει μόνο εικόνες που ανακλώνται με υπέρυθρες ακτίνες (Bomford, D. Billinge, 2002) υπέρυθρη ανακλαστογραφία IRR, καθώς μέχρι στιγμής είναι λίγες οι γνωστές περιπτώσεις φωταύγειας που προκαλείται από το υπέρυθρο σε εφαρμογές της πολιτιστικής κληρονομιάς. Βέβαια όταν χρησιμοποιείται αφορά συνήθως εύρεση προηγούμενων επεμβάσεων αποκατάστασης. Το αντικείμενο θα εκτεθεί σε IR φως, θα μεταδοθεί και θα ανακλαστεί. Τα τελευταία χρόνια έχει αποδειχτεί ότι επιφάνειες με βάση τον άνθρακα απορροφούν την ακτινοβολία NIR και εμφανίζονται πιο σκούρες σε αντίθεση με τις υπόλοιπες (Sfarra *et al.*, 2016; Lanteri, Agresti and Pelosi, 2019, p.210).

Απεικόνιση μέσω ανάκλασης και φωταύγειας

Οι εικόνες που παράγονται επομένως χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Εικόνες που παράγονται από ανακλώμενη ακτινοβολία και από εκπεμπόμενη ακτινοβολία ή φωτο φωταύγεια (φθορισμό) (Σχ. 1).



Σχήμα 1 Οι συνθήκες φωτισμού (UV, ορατό, IR) και τα είδη ανακλώμενης ακτινοβολίας και εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, φωτο φωταύγεια (Dyer, Verri and Cupitt, 2013, p. 3, f. 1, 2).

α) Απεικόνιση μέσω ανάκλασης

Για τις ανακλώμενες εικόνες, το εύρος μήκους κύματος της εισερχόμενης και της εξερχόμενης ακτινοβολίας είναι το ίδιο. Οι παρακάτω τύποι εικόνων εμφανίζονται πιο συχνά:

Οι εικόνες που προέρχονται από ανάκλαση της ορατής ακτινοβολίας VIS αντιστοιχούν στην τυπική φωτογραφία και καταγράφουν το ανακλώμενο φως στην ορατή περιοχή 400-700 nm από ένα θέμα όταν αυτό φωτίζεται με ορατό φως. Αυτή η εικόνα συλλέγεται στην περιοχή στην οποία βρίσκεται συνήθως το αντικείμενο, παρατηρείται και μπορεί να χρησιμεύσει ως σημείο αναφοράς για την ερμηνεία άλλων εικόνων.

Οι εικόνες υπέρυθρης ανακλαστογραφίας IRR καταγράφουν την ανακλώμενη ακτινοβολία στην περιοχή του υπέρυθρου 700-1100 nm από ένα αντικείμενο όταν αυτό είναι φωτισμένο με υπέρυθρη ακτινοβολία. Αυτή η εικόνα μπορεί να είναι πολύτιμη για την αποκάλυψη στοιχείων κάτω από σχέδια και κρυφά χαρακτηριστικά.

Οι εικόνες που προέρχονται από ανάκλαση της υπεριώδους ακτινοβολίας UVR καταγράφουν την ανακλώμενη ακτινοβολία στην υπεριώδη περιοχή 200-400 nm από ένα αντικείμενο όταν αυτό φωτίζεται με υπεριώδη ακτινοβολία.

Οι εικόνες που αντανακλώνται με ψευδές χρώμα συνδυάζουν το υπέρυθρο ή το υπεριώδες σε εικόνα με στοιχεία από την ορατή-ανακλώμενη εικόνα, για να σχηματιστεί μια τριχρωματική εικόνα ψευδών χρωμάτων. Ο συνδυασμός μπορεί να οδηγήσει σε «ψεύτικα» χρώματα που μπορεί να βοηθήσουν στον χαρακτηρισμό ή τη διαφοροποίηση των υλικών.

Παράγονται επομένως εικόνες από ψευδή χρώματα που ανακλώνται με υπεριώδη ακτινοβολία UVRFC χωρίζοντας την ορατή εικόνα σε κόκκινο, πράσινο και μπλε RGB και πραγματοποιείται μετατόπιση των μπλε και πράσινων στοιχείων στα πράσινα και κόκκινα κανάλια αντίστοιχα. Η εικόνα UVR στη συνέχεια εισάγεται στο μπλε κανάλι αποτυπώνοντας τις ανακλαστικές ιδιότητες του αντικειμένου στην υπεριώδη ακτινοβολία. Το εύρος περιγράφεται τελικά με μπλε χρώμα στο κανάλι B.

Επίσης παράγονται οι υπέρυθρες ανακλώμενες εικόνες ψευδών χρωμάτων IRRFC χωρίζοντας την ορατή εικόνα σε κόκκινο, πράσινο και μπλε RGB και μετατοπίζοντας τα κόκκινα και πράσινα στοιχεία, στα πράσινα και μπλε κανάλια αντίστοιχα. Η εικόνα IRR εισάγεται στο κόκκινο κανάλι.

β. Εικόνες φωταύγειας που προκαλούνται από φωτογραφίες

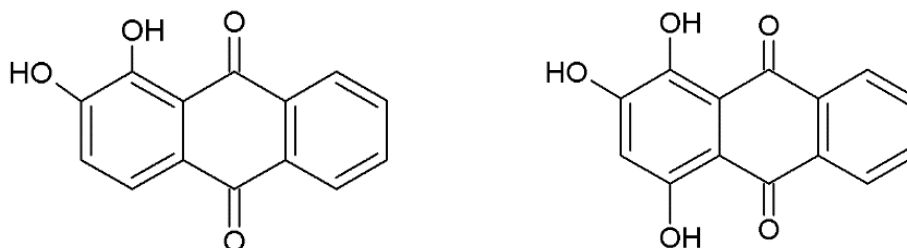
Φθορισμός, η φωτο-φωταύγεια είναι το φαινόμενο της αποδιέγερσης από την χαμηλότερη της διεγερμένης ενεργειακής στάθμης του μορίου στην υψηλότερη της θεμελιώδους. Δεν είναι πολύ συνηθισμένο φαινόμενο, αλλά κάνει τις χρωστικές να έχουν ιδιαίτερη

λαμπρότητα. Για εικόνες φωτο-φωταύγειας, τα εύρη μήκους κύματος της εισερχόμενης ακτινοβολίας και αυτή της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι διαφορετικά. Οι εικόνες φωταύγειας που προκαλούνται από την υπεριώδη ακτινοβολία UVL καταγράφουν την εκπομπή φωτός, φωταύγεια, στην ορατή περιοχή 400-700 nm από μια πολύχρωμη επιφάνεια όταν αυτή φωτίζεται με υπεριώδη ακτινοβολία. Εκτός από οργανικές χρωστικές ή οργανικά συνδετικά υλικά, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, παρουσιάζουν και μερικά ανόργανα υλικά ιδιότητες φωταύγειας, όπως, για παράδειγμα, ορισμένες ανόργανες χρωστικές, όπως το οξείδιο του ψευδαργύρου με προσμίξεις (Clementi *et al.*, 2012). Η απουσία φωταύγειας δεν συνεπάγεται την απουσία οργανικής ύλης (Dyer, Verri and Cupitt, 2013, p. 5). Οι εικόνες ορατής υπέρυθρης φωταύγειας VII καταγράφουν το εκπομπή ακτινοβολίας - φωταύγεια στην υπέρυθρη περιοχή 700-1100 nm από ένα θέμα όταν αυτό φωτίζεται με ορατό φως. Οι εικόνες ορατής φωταύγειας VIVL καταγράφουν την εκπομπή φωτός στην ορατή περιοχή 500-700 nm από ένα θέμα όταν αυτό φωτίζεται με ορατό φως 400-500 nm.

Γενικά, αυτές οι μέθοδοι απεικόνισης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη των χρωστικών, τη χαρτογράφηση του αρχικού χρώματος και τις διαφορετικές χρωματικές στρώσεις ενός αντικειμένου (Dyer and Sotiropoulou, 2017a).

Μπορεί κανείς να πει ότι η ακτινοβολία, στον βαθμό στον οποίο αυτή θα διεισδύσει στο αντικείμενο που ερευνάται, θα εξαρτάται από το μήκος κύματος του και από την απορρόφηση των υλικών που το συνθέτουν, με μεγαλύτερα μήκη κύματος ακτινοβολίας που γενικά διεισδύουν περαιτέρω μέσα στο υλικό. Για παράδειγμα, κατά την εξέταση ενός πολύχρωμου αντικειμένου, τα μικρότερα μήκη κύματος όπως το UV συχνά απορροφάται από τα εξωτερικά πρόσθετα στρώματα, όπως τυχόν υλικών στερέωσης και συγκόλλησης. Από την άλλη μεριά, μερικές οργανικές χρωστικές έχουν την ιδιότητα να φθορίζουν σε μικρά μήκη κύματος, με αποτέλεσμα να εντοπίζονται. Συνήθως οι περισσότερες οργανικές χημικές ενώσεις απορροφούν στο UV και συνεπώς φαίνονται άχρωμες λόγω διαπερατότητας / διέλευσης ή φαίνονται λευκές λόγω αντανάκλασης. Μόνο όταν υπάρχουν χρωμοφόρες ομάδες με συζυγιακούς διπλούς δεσμούς C=C, C=O, C=N, N=N το μέγιστο του φάσματος απορρόφησης βρίσκεται σε χαμηλές ενέργειες που αντιστοιχούν στο ορατό (Βαλαβανίδης, 2006). Συνεισφέρουν παράλληλα οι αυξόχρωμες ομάδες όπως -OH της αλιζαρίνης ή -Br της πορφύρας (Cooksey, 2001). Τέτοιες οργανικές χρωστικές που φθορίζουν είναι το φυτό ριζάρι και το θαλάσσιο όστρεο πορφύρα *murex*.

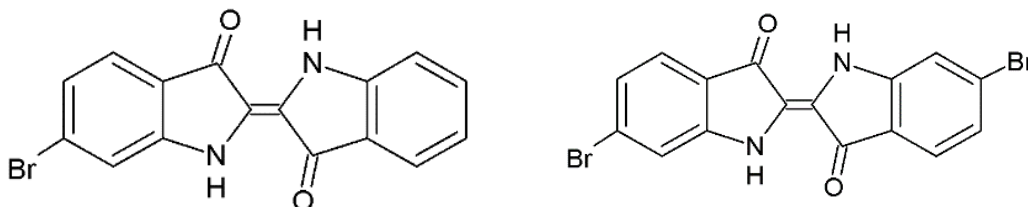
Το ριζάρι, η αλιζαρίνη δηλαδή ή madder lake (1,2-διυδροξυ-9,10-ανθρακινόνη) είναι αυτοφυής θάμνος και παράγεται από τη ρίζα του φυτού. Πρώτη αναφορά στο ριζάρι γίνεται από τον Ηρόδοτο, ο οποίος συνδέει τη χρήση του με μία Αιγύπτια γυναίκα το 450 π.Χ. Τα κυριότερα είδη ριζαριού είναι το κοινό ριζάρι, το άγριο ριζάρι και το ινδικό ριζάρι. Το κοινό ριζάρι ήταν αρχικά αυτοφυές στην περιοχή της Μεσογείου, στην Κίνα, την Ιαπωνία και το Μαλαϊκό αρχιπέλαγος, μέχρι τη Δυτική Βόρεια Αμερική το Μεξικό και τη Νότια Αμερική. Το άγριο ριζάρι είναι αυτοφυές στην περιοχή της Μεσογείου, της Περσίας, της Μικράς Ασίας, ιδιαίτερα μάλιστα στην περιοχή γύρω από τη Σμύρνη, στην Ελλάδα, και συγκεκριμένα στον κάμπο των Θηβών και στις όχθες της Κοπαΐδας στη Βοιωτία (Μαντζούρης, 2016, σ. 35-38). Οι σημαντικότερες έγχρωμες ενώσεις του κοινού ριζαριού είναι η αλιζαρίνη, η πουρπουρίνη, η ρουβιαδίνη, η λουσιδίνη, η ψευδοπουρπουρίνη, η ξανθοπουρπουρίνη και η μουντζιστίνη (Σχ. 2).



Σχήμα 2 Η χημική δομή των έγχρωμων συστατικών του ριζαριού της αλιζαρίνης, αριστερά και της πουρπουρίνης δεξιά (Μαντζούρης, 2016, σ. 34, σχήμα 1. 4).

Η πορφύρα γνωστή από τους αρχαίους χρόνους σαν βασιλική βαφή υπάρχει ως οργανικό υλικό στα όστρεα, σε αδένα που τον αφαιρούσαν με κατάλληλο ακαριαίο σπάσιμο του οστράκου και με ζωντανό τον οργανισμό, έτσι ώστε να μην διαχυθεί στο σώμα και απωλεσθεί η βαφή. Σε κάθε κοχύλι μετρίου μεγέθους η βαφή είναι ελάχιστη και απαιτούνται δεκάδες χιλιάδες όστρακα. Στον ελληνικό χώρο αναφέρονται πορφυροβαφεία σε διάφορες περιοχές, από τις ακτές της Προποντίδας, τη Μικρά Ασία, τα νησιά Χίος, Κως, Ρόδος, Κρήτη, Κύθηρα, Εύβοια, μέχρι και την ηπειρωτική Ελλάδα (Μαντζούρης, 2016, σ. 50-54). Η αρχαιολογική σκαπάνη έδειξε τρία είδη κοχυλιών που έχουν χρησιμοποιηθεί στη Μεσόγειο για την ανάληψη της βαφής: *Murex bolinus brandaris*, *purpura haemastoma* και *murex hexarplex trunculus*. Τα δύο πρώτα έδιναν τόνους του κόκκινου, το δε τρίτο ιώδη χρωματισμό (Πρωτοπαπάς, Σ. και Γκάτσος, 1998). Η χημική τους σύσταση είναι 6,6'διβρωμοινδικοτίνη (McGovern and Michel, 1990, p. 158). Βέβαια τα έγχρωμα συστατικά που περιέχονται στη

βαφή που παράγεται από τα τρία προαναφερθέντα είδη κοχυλιών είναι αντίστοιχα τα εξής: 6-βρωμο-ινδικοτίνη, 6,6'-διβρωμο-ινδικοτίνη και ινδικοτίνη (Σχ. 3).



Σχήμα 3 Η χημική σύσταση των δύο βρωμιούχων συστατικών της πορφύρας 6-βρωμο ινδικοτίνη αριστερά και 6,6'-διβρωμο ινδικοτίνης δεξιά (Μαντζούρης, 2016, σ. 54, σχήμα 1. 11).

Συνεχίζοντας διαπιστώνει κανείς ότι οι τεχνικές απεικόνισης φωταύγειας βρίσκουν εφαρμογή, ιδιαίτερα στην οριοθέτηση με χαρτογράφηση του αιγυπτιακού κυανού με VIL και της κόκκινης οργανικής χρωστικής ριζάρι με UVL. Ωστόσο, η σημερινή συμβατική μεθοδολογία για την ψηφιακή χαρτογράφηση αυτών των δύο βασίζεται στη χωριστή εφαρμογή των δύο τεχνικών, καθώς η καθεμία απαιτεί διαφορετικό φωτισμό (Verri, 2009a). Σήμερα προτείνεται μια εναλλακτική ολοκληρωμένη μεθοδολογία (Dyer and Sotiropoulou, 2017a) που αφορά στην αρχαία πολυχρωμία για τη ταυτόχρονη ανίχνευση δύο χρωστικών, του αιγυπτιακού κυανού και του ριζαρίου. Αποτελεί απλοποίηση, χρησιμοποιώντας μια μόνο διάταξη και επίσης μια φωτιστική πηγή, ενώ διαφοροποιείται από τις μέχρι σήμερα ισχύουσες μεθοδολογίες που βασίζονται στην ξεχωριστή εφαρμογή των δύο τεχνικών VIL και UVL. Η έρευνα έδειξε ότι η συνδυαστική μέθοδος VIL/VIVL είναι σε θέση να εντοπίσει αποτελεσματικά και να χαρτογραφήσει τις εν λόγω χρωστικές, με ανάλογα αποτελέσματα όπως εκείνα που λαμβάνονται με τις δύο διαφορετικές τεχνικές. Επιπλέον, η χρήση πηγών LED παρέχει τα καλύτερα αποτελέσματα στη διέγερση των συγκεκριμένων χρωστικών, χωρίς τη χρήση της βλαβερής UV ακτινοβολίας, μειώνοντας τον κίνδυνο, τόσο για τον χρήστη όσο και για τα αντικείμενα. Η διαφορετική αυτή μεθοδολογία επιπλέον διευκολύνει την μετέπειτα επεξεργασία που είναι πιο φιλική για τον χρήστη. Σε αυτήν την κατεύθυνση ανοίγεται ο δρόμος έτσι ώστε να αποκτηθούν εργαλεία που να επικεντρώνονται στην επεξεργασία εικόνας για τη διόρθωση εικόνων φωταύγειας, με πρωτόκολλο επεξεργασίας εικόνας. Το αποτέλεσμα θα είναι ένα ισχυρό σύνολο συμπληρωματικών γνώσεων για την οπτικοποίηση της φωταύγειας σε VIL/VIVL εικόνες.

Οι μη επεμβατικές τεχνικές pXRF (portable XRF), Raman και rFTIR (reflectance FTIR)

Η σύγχρονη μελέτη των αρχαιολογικών υλικών χρησιμοποιεί τις δυνατότητες που προσφέρουν οι θετικές επιστήμες με σκοπό να ενισχυθεί η πολιτισμική μελέτη του παρελθόντος. Η ανάπτυξη σύγχρονων τεχνικών ανάλυσης συμβάλλει ιδιαίτερα στην ολοκληρωμένη συντήρηση και προστασία τους. Ειδικότερα, η χρήση μη καταστρεπτικών αναλυτικών μεθόδων τυγχάνει ευρείας εφαρμογής στην πολιτιστική κληρονομιά, αφενός εξαιτίας του μη επεμβατικού χαρακτήρα τους, αφετέρου λόγω των δυνατοτήτων που παρέχουν σχετικά με ζητήματα τεχνολογίας κατασκευής, χρονολόγησης, προέλευσης, κατάστασης διατήρησης, στοιχείων που συνεισφέρουν στην πληρέστερη τεκμηρίωση των ευρημάτων. Η φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων Χ (XRF) και η φασματοσκοπία Raman αποτελούν βασικές μη καταστρεπτικές μεθόδους ανάλυσης που εφαρμόζονται συχνότερα για τη μελέτη των ανόργανων χρωστικών και αντικειμένων από ψημένο πηλό. Στις δύο αυτές τεχνικές προστίθεται επιπλέον η υπέρυθη φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier FTIR ιδιαίτερα, αλλά όχι μόνο, για την ανίχνευση οργανικών υπολειμμάτων.

Οι τεχνικές ανάλυσης έχουν τα δικά τους πλεονεκτήματα και τους δικούς τους περιορισμούς. Η τεχνική XRF είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη αφού είναι γρήγορη και έχει υψηλή ακρίβεια, συχνά περιορίζεται σε στοιχεία βαρύτερα από το μαγνήσιο. Ο καλύτερος τρόπος απόκτησης ασφαλών αποτελεσμάτων αποτελεί ο συνδυασμός διαφορετικών τεχνικών (Kokiasmenou *et al.*, 2020).

Η φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων Χ, XRF

Η τεχνική XRF έχει το πλεονέκτημα της μη καταστροφικής και χαμηλού κόστους ανάλυσης. Είναι πολυστοιχειακή και γρήγορη τεχνική, επιτρέποντας τη μέτρηση 83 στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα, σε μεγάλο εύρος συγκεντρώσεων και σε δείγματα διαφόρων τύπων, δηλαδή στερεά ή υγρά, αγωγίμα ή μη. Δεν απαιτείται πολύπλοκη προετοιμασία των προς μέτρηση δειγμάτων, ενώ η ανάλυση των φασμάτων είναι κατά κανόνα απλή. Η βασική αδυναμία της είναι ότι προσφέρεται για ανάλυση στοιχείων ελαφρύτερων από το φθόριο (Κουή, 2005). Η τεχνική XRF βασίζεται στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, το οποίο λαμβάνει χώρα όταν ένα άτομο απορροφά ένα φωτόνιο Χ και ιονίζεται. Στη συνέχεια, τα εναπομείναντα ηλεκτρόνια μεταπίπτουν από εξωτερικές προς εσωτερικές στιβάδες και κάθε τέτοια μετάπτωση συνοδεύεται από την εκπομπή δευτερογενών φωτονίων, με χαρακτηριστικό μήκος κύματος, τα οποία αποτελούν την ακτινοβολία φθορισμού ακτίνων Χ.

Η ακτινοβολία αυτή είναι χαρακτηριστική για κάθε στοιχείο (Κουή, Μ. Χειλάκου, Ε. Θεοδωρακάς, Π. Δρίτσα, Β. Αβδελίδης, 2016). Μερικές από αυτές δε φτάνουν στις εσωτερικές στιβάδες των ατόμων και σκεδάζονται από την πορεία διάδοσής τους με ή χωρίς απώλεια ενέργειας. Αυτό το χαρακτηριστικό της ενέργειας απεικονίζεται από ένα φάσμα.

Η φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων Χ, εξαιτίας της γρήγορης πολυστοιχειακής ανάλυσης που προσφέρει με ερμηνεύσιμα ποιοτικά και ποσοτικά αποτελέσματα, χρησιμοποιείται συνήθως ως μια πρώτη διαγνωστική τεχνική που μπορεί να εφαρμοστεί σε αρχαία αντικείμενα ανεξαρτήτως μεγέθους. Με δεδομένο ότι πρόκειται για μια επιφανειακή τεχνική ανάλυσης που μπορεί να χαρακτηρίσει μόνο χημικές ενώσεις, πολλές φορές απαιτείται η χρήση συμπληρωματικών τεχνικών που θα ολοκληρώσουν την εικόνα του υλικού. Η απουσία ή η παρουσία ενός συγκεκριμένου στοιχείου είναι αντιπροσωπευτική για τη χρησιμοποιούμενη χρωστική. Για παράδειγμα, η παρουσία πυριτίου Si και αλουμινίου Al συχνά υποδηλώνει γαιώδεις χρωστικές με βασικό συστατικό τον πηλό. Το θείο S υποδηλώνει συχνά την κίτρινη χρωστική κερουσίτης (Tsatsouli and Nikolaou, 2018, p. 343; Alfeld *et al.*, 2018, p. 398).

Όσον αφορά τις χρωστικές, με δεδομένο ότι αρκετές μπορούν να αναγνωριστούν από την ύπαρξη ενός ή δύο στοιχείων, η τεχνική μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία για την ανίχνευση και την ταυτοποίηση των ανόργανων χρωστικών. Επιπλέον, αν και δεν είναι εφικτή η ταυτοποίηση των συνδετικών μέσων, η μέγιστη δυνατή συγκέντρωση μπορεί να δώσει ποσοτικά στοιχεία χαρακτηρισμού της χρωστικής. Επίσης, η δημιουργία μιας εκτενούς βάσης δεδομένων ιστορικών και αρχαίων χρωστικών διευκολύνει τη διερεύνηση τους. Σε κάθε περίπτωση, επιβάλλεται η χρήση συμπληρωματικών τεχνικών ανάλυσης για την πληρέστερη ταυτοποίηση των χρωστικών ενώσεων (Stuart, 2007, p. 241).

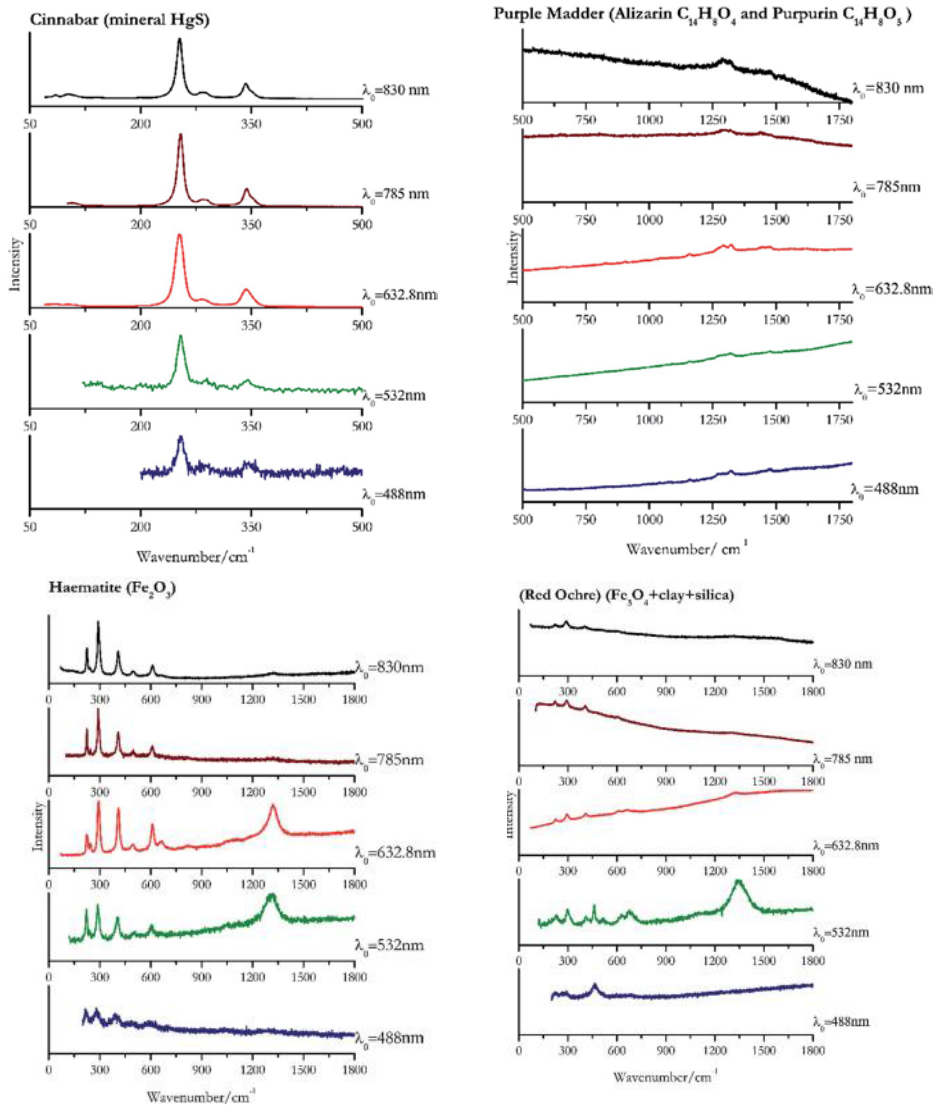
Η φασματοσκοπία Raman

Η εφαρμογή της μη καταστρεπτικής τεχνικής Raman έχει συνεισφέρει σημαντικά στη μελέτη αρχαιολογικών καταλοίπων. Ανάμεσα σε άλλα, έχει χρησιμοποιηθεί για την εξέταση αρχαίας κεραμικής, μετάλλων, λίθου, γυαλιού, φαγεντιανής, ελεφαντόδοντου, υφασμάτων και χρωστικών. Επιπλέον, η χρήση της, συνδυαστικά με άλλες τεχνικές ανάλυσης, προσφέρει εξαιρετικά αποτελέσματα για τη συνολική τεκμηρίωση των παραπάνω υλικών, ενώ η χρήση κατάλληλων διατάξεων Raman μπορεί να δώσει αποτελέσματα για σπάνια διατηρημένα

υπολείμματα οργανικών υλικών, όπως το αραβικό κόμμα ή το κερί (Smith and Clark, 2004, pp. 1142-1155).

Η φασματοσκοπία Raman χρησιμοποιεί φως λέιζερ για να αντιδράσει με τα μόρια και τους δεσμούς τους. Ορισμένα φωτόνια θα διασκορπιστούν με διαφορετική ενέργεια από το προσπίπτον φωτόνιο. Αυτή η κίνηση δόνησης ονομάζεται ανελαστική σκέδαση ή φαινόμενο Raman και είναι μοναδική για κάθε μόριο. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται με τη μορφή φάσματος τα οποία μπορούν να συγκριθούν με γνωστά φάσματα. Για παράδειγμα, η διαφορά μεταξύ της κιννάβαρης HgS, του αιματίτη Fe₂O₃, της κόκκινης ώχρας Fe₂O₃ με πηλό παρουσία πυριτίου είναι ξεκάθαρη. Στα τρία αυτά προστίθεται και το φάσμα της αλιζαρίνης, το ριζάρι που σκεδάζεται σε μεγαλύτερα μήκη κύματος (Σχ. 4). Βασικό μειονέκτημα της τεχνικής είναι ο έντονος φθορισμός που μπορεί να προκληθεί κατά την μελέτη των υλικών, εξαιτίας οργανικών ενώσεων ή ακαθαρσιών του δείγματος. Οι παρεμβολές αυτές μπορούν να περιοριστούν συνήθως με τη χρήση laser σε μήκη κύματος στο κοντινό υπέρυθρο (Vandenabeele *et al.*, 2000, p. 262). Η μέθοδος αποτελεί σημαντικό διαγνωστικό εργαλείο για τον χαρακτηρισμό των ανόργανων χρωστικών, γι' αυτό χρησιμοποιείται ευρέως στην μελέτη ζωγραφικών έργων και τεχνουργημάτων με χρώμα. Οι ανόργανες χρωστικές εξαιτίας της κρυσταλλικής φύσης τους παράγουν υψηλής ποιότητας φάσματα, ενώ η συστηματική τους μελέτη έχει οδηγήσει στη δημιουργία μιας εκτενούς βάσης δεδομένων με φάσματα και κορυφές Raman. Αντίθετα, η ανάλυση και η ταυτοποίηση οργανικών χρωστικών καθίσταται δυσκολότερη και οι βάσεις δεδομένων είναι περιορισμένες. Επιπρόσθετα, είναι δυνατή η μελέτη της φθοράς των ανόργανων χρωστικών, ενώ εξαιτίας της ικανότητας της τεχνικής να παρέχει τόσο κρυσταλλικές, όσο και μοριακές πληροφορίες για τα υλικά, επιτρέπει την αναγνώριση χρωστικών με τον ίδιο χημικό τύπο αλλά διαφορετική κρυσταλλική δομή (Stuart, 2007, p. 140).

Με δεδομένο, ότι η φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X αποτελεί μέθοδο αναγνώρισης των στοιχείων που συνθέτουν μια επιφάνεια και ότι η φασματοσκοπία Raman αποτελεί μια τεχνική μοριακής ταυτοποίησης των υλικών, μπορούμε να πούμε πως οι δύο αυτές τεχνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν συμπληρωματικά για τον ασφαλέστερο χαρακτηρισμό των αρχαίων αντικειμένων.



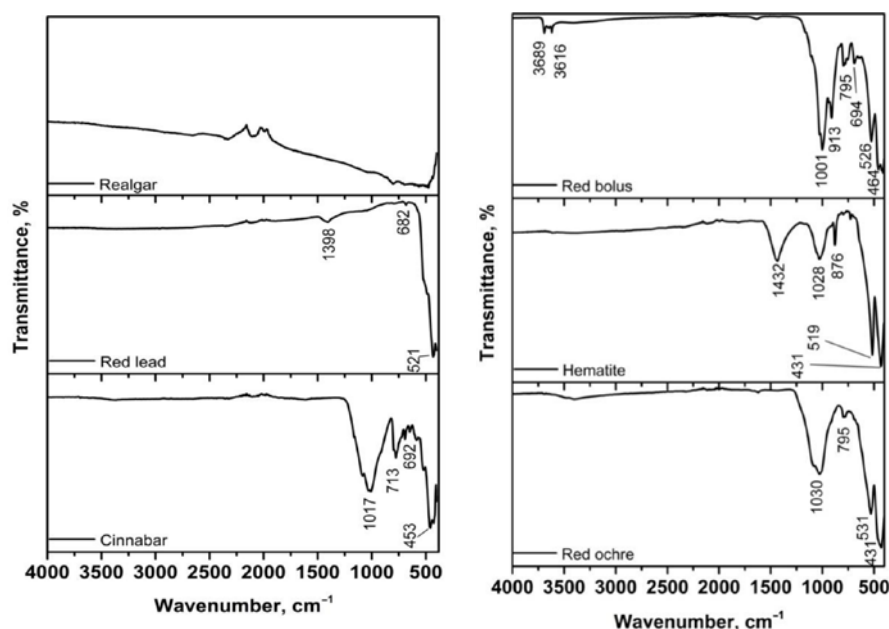
Σχήμα 4 Τα φάσματα κιννάβαρι, ριζαριού, αιματίτης και κόκκινης ώχρας (Marucci et al., 2018, pp. 1227-1229, εικ. 6,10 και 2,3).

Η υπέρυθη φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier, FTIR

Η υπέρυθη ακτινοβολία αποτελεί το τμήμα του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που βρίσκεται ανάμεσα στην ορατή περιοχή και στην περιοχή των μικροκυμάτων. Η υπέρυθη ακτινοβολία ανακαλύφθηκε από τον William Herschel το 1800, καθώς μελετούσε την μεταβολή της ενέργειας στο ορατό φάσμα μετρώντας με ένα θερμόμετρο τη θερμοκρασία κάθε χρώματος. Παρατήρησε ότι η θερμοκρασία αυξανόταν όταν το θερμόμετρο μετακινούταν από το ιώδες προς το ερυθρό φως. Όταν τοποθέτησε το θερμόμετρο ακριβώς πιο κάτω από το ερυθρό φως παρατήρησε ότι εκείνη η περιοχή είχε μεγαλύτερη θερμοκρασία. Αυτό σήμαινε ότι μετά το ερυθρό φως υπήρχε ακτινοβολία η

οποία ήταν αόρατη. Καθώς βρισκόταν μετά από το ερυθρό φως, η ακτινοβολία αυτή ονομάστηκε υπέρυθρη (Θεοφανίδης, Θ. και Αναστασοπούλου, 1997).

Η υπέρυθρη φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier FTIR αναλύει την απορρόφηση του φωτός IR σε διαφορετικά μήκη κύματος για να ανιχνεύσει τη μοριακή σύνθεση και τη δομή της χρωστικής. Το προκύπτον φάσμα μπορεί στη συνέχεια να συγκριθεί με δείγματα αναφοράς. Είναι πολύ χρήσιμο να αποδειχτεί, για παράδειγμα η χρησιμοποίηση διαφορετικών ερυθρών χρωστικών στο σώμα της μορφής του Διονύσου, που σε διαφορετική περίπτωση, αυτή της μη χρησιμοποίησης των αναλυτικών τεχνικών, θα προκαλούσε σύγχυση στις αποφάσεις αποκατάστασης από τον συντηρητή. Για του λόγου το αληθές οι διαφορές μεταξύ κιννάβαρης, κόκκινης ώχρας και αιματίτη φαίνονται, σε δείγματα αναφοράς (Σχ. 5) (Čiuladienė *et al.*, 2018, p. 246).



Σχήμα 5 Τα φάσματα FTIR των τριών ερυθρών χρωστικών (Čiuladienė *et al.*, 2018, p. 246, εικ. 3-4).

Επιπρόσθετα η αυγοτέμπερα και το λάδι όταν δεν περιέχουν χρωστικές ως συνδετικά, διακρίνονται εύκολα με την τεχνική FTIR, δηλαδή με ταυτόχρονη παρουσία τεσσάρων χαρακτηριστικών ζωνών Αμιδική A, B, I & II και του κοινού εστέρα του καρβονυλίου στα 1740 cm^{-1} που προσδιορίζει το μείγμα πρωτεΐνης/ελαίου. Ωστόσο, η προσθήκη χρωστικής συχνά επικαλύπτεται με ένα σημαντικό και διαγνωστικό τμήμα του φάσματος και οδηγεί, με τη σειρά του, σε δυσκολία στην ερμηνεία των κορυφών των φασμάτων.

Οι επεμβατικές τεχνικές XRD και ATR-FTIR

Η βάση για την ποιοτική ανάλυση είναι ότι κάθε κρυσταλλικό υλικό σε μορφή σκόνης παράγει ένα χαρακτηριστικό φάσμα λόγω περίθλασης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας X στα άτομα, ιόντα ή μόρια του κρυστάλλου. Η ταυτοποίηση επιτυγχάνεται με τη συστηματική σύγκριση των πινάκων αποτελεσμάτων του άγνωστου φάσματος με έναν κατάλογο από πρότυπα φάσματα, όπως το Αρχείο Περιθλάσεως Κόνεως, (Powder Diffraction File), από το Διεθνές Κέντρο Δεδομένων Περίθλασης, (International Centre for Diffraction Data – ICDD). Η σύγκριση του εκάστοτε φάσματος με αυτά της βάσεως δεδομένων γινόταν παραδοσιακά χωρίς τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή, ενώ τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται και κατάλληλα λογισμικά, τόσο για εξοικονόμηση χρόνου, όσο και για περιορισμό του ανθρώπινου παράγοντα λάθους (Στράτης, Α. Θεμελής, Γ. Ζαχαριάδης, Α. Ανθεμίδης, Ν. Οικονόμου, 2004, σ. 203, 204). Η XRD είναι χρήσιμη τόσο στην ανάλυση μεμονωμένων υλικών όσο και μιγμάτων, καθώς οι κορυφές στις διάφορες γωνίες (2θ) των συστατικών στο φάσμα ή κάποιες φορές επικαλύπτονται. Κατά συνέπεια, όσο αυξάνεται ο αριθμός των συστατικών τόσο η ερμηνεία των φασμάτων δυσχεραίνεται. Όπως όλες οι αναλυτικές διαδικασίες η XRD είναι ακόμη πιο αποτελεσματική όταν συνδυάζεται με άλλες τεχνικές, όπως η XRF και οι τεχνικές Raman και FTIR. Το βασικό της πλεονέκτημα είναι ότι παρέχει πληροφορίες που καμία άλλη τεχνική φασματοσκοπίας δεν μπορεί να προσφέρει, καθώς δεν εντοπίζει μόνο τα στοιχεία που υπάρχουν σε ένα δείγμα, αλλά και την ένωση στην οποία βρίσκονται καθώς η ανιχνευόμενη κρυσταλλική δομή είναι μοναδική για κάθε χημική ένωση. Επιπροσθέτως, το δείγμα δεν αναλώνεται κατά την ανάλυση με XRD, οπότε μπορεί να αποθηκευτεί και να αναλυθεί περαιτέρω με άλλες τεχνικές. Σύνηθες μειονέκτημα είναι ότι γενικά απαιτεί μεγάλη ποσότητα δείγματος (100-500 mg) αλλά το δείγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες τεχνικές όπως το FTIR χωρίς να καταστραφεί.

ΜΕΡΟΣ Β ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

VI. Τα ειδώλια των ανασκαφών

Τα ευρήματα της ανασκαφής στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο

Πολλά αντικείμενα των ανασκαφών της Χαλκίδας, στα οποία περιλαμβάνεται και ένας αριθμός ευρημάτων από την περιοχή της Βρωμούσας (Φιλαδελεύς, 1907, σ. 65) μεταφέρθηκαν στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο (Χιδίρογλου, 2009, σ. 29). Για αυτά γίνεται αναφορά από τον Παπαβασιλείου, ο οποίος σημειώνει ότι τα αξιολογότερα ευρήματα μεταφέρθηκαν στο Εθνικό Μουσείο, καθώς και ότι οι τάφοι όπου βρέθηκαν οι υδρίες, τα ενεπίγραφα κύπελλα, τα πήλινα ειδώλια, τα προσωπεία και οι πήλινες κεφαλές, χρονολογούνται στις αρχές του 4^{ου} αι. π.Χ. Σύμφωνη με αυτό το θέμα είναι και η άδεια που δόθηκε τότε από τον Έφορο του Εθνικού (Αρχαιολογικού) Μουσείου, Βαλέριο Στάη (Πετράκος, 2011, σ. 52, 140) στον Αλέξανδρο Φιλαδελφέα (Πετράκος, 2011, σ. 57, 144) να μελετήσει και να περιγράψει τα αντικείμενα. Στην αναλυτική περιγραφή (Φιλαδελεύς, 1907, σ. 66) αναφέρονται ξεχωριστά πολλές πληροφορίες για την στυλιστική ερμηνεία τους, την τεχνολογία κατασκευής και την κατάσταση διατήρησής τους. Ενδεικτικά για τα ειδώλια (Εικ. 4) ο Φιλαδελεύς αναφέρει για εκείνο με αριθμό:

1 *«Χρωματισμός ροδόλευκος, διατήρησις αρίστη... είναι δε βεβαμμένη δια βαθέως ερυθρού χρώματος»*

2 *«Χρωματισμοί δεν διατηρήθησαν επί των ενδυμάτων ή το λευκόν, όπερ δεν ήτο χρώμα, αλλά το γενικόν επίχρισμα των ειδωλίων, επί δε της κόμης το ερυθρόν»,* ενώ για το ειδώλιο με αριθμό 3 *«Η μορφή τελείως εφθαρμένη. Διατηρεί δ' όμως ζωηροτάτους χρωματισμούς και ποικίλους, οίον θυσιινόχρουν κόμην, χείλη ερυθρά, λύραν κίτρινην, προς απομίμηση χρυσού. Παρ αυτήν ιδρύεται κίων πράσινος με ερυθρόν κιονόκρανον ιωνικού ρυθμού»,* για το ειδώλιο με αριθμό 19 (ΕΑΜ 13614): *«Χρώμα πράσινο με ώας ιόχρους (Εικ. 5) και για το ειδώλιο με αριθμό 17 (ΕΑΜ 13612): «Εξόχου διατηρήσεως. Οι χρωματισμοί σπανίας ζωηρότητας. Λευκόν μάτιον με ώας ιόχρους, κάτωθεν κυανούς χιτών. Η κόμη θυσιινόχρους» (Εικ. 6).*



Εικόνα 4 Τέσσερα από τα ειδώλια (Φιλαδελφεύς, 1907, σ. 69-70).



Εικόνα 5 Το ειδώλιο με αριθμό EAM 13614 (Βιβλιοδέτης, Ε. Αβρονιδάκη, 2013, σ. 24).



Εικόνα 6 Το ειδώλιο με αριθμό EAM 13612 (Βιβλιοδέτης, Ε. Αβρονιδάκη, 2013, σ. 24).

Το υπό μελέτη αρχαιολογικό υλικό

Τα τρία αντικείμενα, εκ των οποίων τα δύο έχουν κοινή αρίθμηση και διαχωρίζονται ως α και β, περιγράφονται ακριβώς στον Κατάλογο Ευρετηρίου του Μουσείου Χαλκίδας ως εξής:

ΜΧ 809 α-β. «Δύο ρυτά κριοκέφαλα, κέρατα Αμάλθειας, μετά καρπών και ανθέων σχηματικών άνω προεφαινομένων. Μέχρι αγνωρίστου παραμορφωμένα δι' αυλακώσεων και κρίκων και οιονεί οφθαλμών άνω. Ίχνη χρώματος ροδόχρουν και πράσινον. Μήκος 0,20 μ. και 0,18 μ.» (Εικ. 7, 8).

ΜΧ 816. «Τμήμα νεανίου παρά κορμού ισταμένου και πάνθηρ παρά τούτου οκλάζων και αναβλέπων προς αυτού με υψωμένον το αριστερό πρόσθιον. Πιθανώς Διόνυσος (γυμνός πλην χλαμυδίου περί την αριστεράν χείρα, στηριζόμενη επί του ισχύου όπισθεν. Μήκος 0,19 μ.» (Εικ. 9).



Εικόνα 7 Το πήλινο ομοίωμα (ειδώλιο) με αριθμό ΜΧ 809α.



Εικόνα 8 Το πήλινο ομοίωμα (ειδώλιο) με αριθμό ΜΧ 809β.



Εικόνα 9 Το ειδώλιο με αριθμό ΜΧ 816.

Η σημασία και η ερμηνεία των αντικειμένων

Γενικά το ειδώλιο με πολυχρωμία είναι ένα μικρό άγαλμα, φτιαγμένο από πηλό, που αντιπροσωπεύει άνθρωπο ή θεότητα και αποτελεί τρόπο καλλιτεχνικής και θρησκευτικής έκφρασης, παρέχοντας μια ανεκτίμητη μαρτυρία για την αρχαία καθημερινότητα. Τα αρχαία ελληνικά ειδώλια, φτιαγμένα σε καλούπια, αποτελούσαν προϊόντα μιας μεγάλης εκτεταμένης βιοτεχνικής δραστηριότητας κατά την ελληνιστική περίοδο. Οι παλαιότεροι μελετητές συνήθιζαν να δίνουν έμφαση στην κατώτερη ποιότητα των πήλινων ειδωλίων σε σύγκριση με τα τέχνηρα από μπρούτζο ή από μάρμαρο. Τα ειδώλια από πηλό είναι μια από τις σημαντικότερες μορφές τέχνης της ελληνιστικής περιόδου. Πέρα από την ικανότητά τους να φέρουν πολιτιστικά συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τα ειδώλια έχουν επίσης σημαντικά και ποικίλης ερμηνείας χαρακτηριστικά ακόμη και διαδραστικές ικανότητες που τα καθιστούν καλά συνδεδεμένα με την ταυτότητα των ιδιοκτητών τους. Τα ειδώλια από πηλό έφτασαν σε πολύ ευρύτερο κοινό από ό,τι οι περισσότερες από τις άλλες μορφές τέχνης, επειδή ήταν φθηνά και εύκολα στην κατασκευή τους αφού ήταν διαθέσιμα σε ένα ευρύ φάσμα ανθρώπων. Επιπλέον, επειδή ήταν φθηνά και συχνά απορρίπτονταν, μπορούσαν να ανταποκριθούν γρήγορα στις αλλαγές και τις εξελίξεις στις πολιτιστικές αλληλεπιδράσεις (Palla, 2018, p. 9).

Η επίδραση της γλυπτικής στην παραγωγή των ειδωλίων από πηλό έχει ήδη εδραιωθεί μεταξύ των μελετητών που ασχολήθηκαν με αυτό το θέμα. Οι αρχαίοι τεχνίτες εμπνεύστηκαν και δέχθηκαν επιρροή από τη μεγάλη γλυπτική. Ορισμένα ειδώλια κάνουν σαφή αναφορά σε πλαστικά έργα τέχνης (Μαχαίρα, 2014, σ. 89, 90). Ο εικονογραφικός τύπος των γνωστών από την κλασική γλυπτική ειδωλίων ημίγυμνων μορφών που ακουμπούν σε κάποιας μορφής στήριγμα, όπως κίονα, πεσσό κ.ά., εμφανίστηκε στην τέχνη της δημιουργίας ειδωλίων στα μέσα του 4ου αι. π.Χ. και επέζησε μέχρι την ελληνιστική περίοδο (Λιλιμπάκη-Ακαμάτη, 2014, σ. 225).

Στα ευρήματα των ανασκαφών του έτους 1902 στη θέση Βρωμούσα συγκαταλέγονται δέκα πλήρινα θεατρικά προσωπεία, τα οποία βρέθηκαν τοποθετημένα σε πλήρη στήλη, με αετωματική απόληξη. Εκτός τριών που ήταν σπασμένα και συγκολλήθηκαν από τον Στάϊκο, όλα τα άλλα σώζονταν ακέραια. Ο Παπαβασιλείου υποστήριξε ότι στον τάφο αυτό είχε ταφεί ποιητής, διότι πρόκειται για θεατρικά προσωπεία, γνωστών θεατρικών τύπων, όπως ανδρικών, Διονύσου και Σατύρου.

Για τα προσωπεία, αλλά και για τα ειδώλια ο Φιλαδελφεύς διατύπωσε την απορία του σχετικά με τις συνήθειες της εποχής, πώς δηλαδή αντικείμενα θεατρικά βρίσκονται μέσα στους τάφους ως κτερίσματα (Φιλαδελφεύς, 1907, σ. 80). Αρχικά αναφέρει ότι μπορεί να έχουν σχέση με τα Ελευσίνια μυστήρια, ή να συνδέονται με την συμβολική παρουσία του Διονύσου σε ταφικά θέματα, αλλά στη συνέχεια θεωρεί ότι αποτελούν αγαπημένα αντικείμενα των νεκρών συνοδεύοντάς τους στον θάνατο. Το θέμα έχει ωστόσο αντιμετωπισθεί στη νεότερη έρευνα, η οποία τονίζει τους εσχατολογικούς - σχετικούς με το *επέκεινα*- συμβολισμούς της παρουσίας μορφών του Διονύσου σε ποικίλα ταφικά σύνολα, χωρίς ωστόσο να παραγνωρίζονται και περιπτώσεις τυχόν θεατρικής παιδείας ή εμπειρίας των ταφέντων.

Δίπλα στο άλλο νεκροταφείο στη θέση Μακρυχώραφο, στο λόφο ιδιοκτησίας Πεπέ (Παπαβασιλείου, 1892. σ. 630), νοτίως του Βαθροβουνίου, στην περιοχή Μύτικα, βρέθηκε το αρχαϊκό ανάγλυφο που εικονίζει τον Διόνυσο², κρατώντας με το δεξί χέρι κάνθαρο και με το αριστερό σκίπτρο. Σήμερα εκτίθεται στο Αρχαιολογικό Μουσείο Χαλκίδας στην Αρέθουσα. Στον αγρό του Μύτικα βρέθηκαν λίθοι θεμελίωσης ναού, με τον Παπαβασιλείου να εκτιμά

² Αριθμός καταλόγου Μουσείου Χαλκίδας ΜΧ 6.

ότι έχει μεταβληθεί σε χριστιανικό, παλαιός ναός του Διονύσου (Παπαβασιλείου, 1900, σ. 63).

Τυχαία μάλλον δεν πρέπει να είναι η εύρεση ταφικού συνόλου σε σωστική ανασκαφή (Κλαπάκη, Γ. και Ε. Αραμπατζή, 2022) το έτος 2019 στην περιοχή, που συνδέεται με το θέατρο και τη λατρεία του Διονύσου. Βέβαια η ύπαρξη ιερού του Διονύσου επιβεβαιώνεται με μια επιγραφή του 2ου αι. π.Χ. (*IG XII.9, 910*), στην οποία αναφέρεται η ύπαρξη στη Χαλκίδα μιας *συντεχνίας Διονυσιακών τεχνιτών*, καλλιτεχνών δηλαδή, ηθοποιών, μουσικών, χορευτών, ποιητών κ.ά. (Καλαμαρά, Π. Κοσμά, Μ. Μπουκάρης, Κ. Χαιρετάκης, 2015, σ. 48). Εορτές Διονυσίων και Δημητρίων εορτάζονταν ανά εναλλασσόμενους κύκλους διαδοχής στις πόλεις Κάρυστο, Ερέτρια, Χαλκίδα και Ιστιαία-Ωρεό (Χιδίρογλου, 2009, σ. 39), ενώ επιγραφή των αρχών του 3^{ου} αι. π.Χ. (*IG XII.9, 207*) αναγράφει τους κανόνες με τους οποίους διεξάγονταν οι δραματικοί και μουσικοί αγώνες. Οι διονυσιακές γιορτές δεν σφραγίζουν τη συναδέλφωση ανθρώπου με άνθρωπο, παρά συμφιλιώνουν και τον άνθρωπο με τη φύση. Η γη προσφέρει τα δώρα της και τα πιο άγρια θηρία πλησιάζουν ειρηνικά: πάνθηρες και τίγρεις σέρνουν το ανθοστόλιστο άρμα του Διονύσου (Otto, 1991, σ. 111-113). Με τη λατρεία του χθόνιου Διονύσου και τα διονυσιακά μυστήρια συσχετίζεται και η ανεύρεση στους τάφους ειδωλίων ηθοποιών και θεατρικών προσωπείων (Σισμανίδης, 2014, p. 40). Έχει υποστηριχθεί όμως και η αγάπη ή η ενασχόληση του νεκρού με το θέατρο όσο ζούσε (Λιλιμπάκη-Ακαμάτη, 2017, σ. 40). Σήμερα αποτελεί πλέον σημαντική διαπίστωση, έτσι όπως έχει προταθεί από τον D. Graepler, ότι γενικά τα ειδώλια δίνουν πιθανώς πληροφορίες για τον αποθανόντα για τον οποίο θάβονται³ (Wardle, 2010, p.127).

Ειδικότερα, το κέρας της αφθονίας είναι ένα από τα παλαιότερα χαρακτηριστικά της Τύχης στον αρχαίο κόσμο, απεικονίζοντας τη δύναμή της να προσφέρει ευημερία. Στις τέχνες η Τύχη απεικονίζεται σε εικονογραφικούς τύπους που συνδέονται με την Αφροδίτη και η Αφροδίτη με ιδιότητες της Τύχης (Manrogonatou, 2018, pp. 44, 70). Μπρούτζινο αγαλματίδιο⁴ της θεάς Τύχης κρατώντας το κέρας της αφθονίας (Fullerton, 1990, pp. 89, 97) εκτίθεται πλέον στην μόνιμη Έκθεση του Αρχαιολογικού Μουσείου Χαλκίδας *Αρέθουσα* από το έτος 2020 (Εικ. 10). Τα χαρακτηριστικά των παραπάνω θεοτήτων συνδυάστηκαν στην ύστερη ελληνιστική περίοδο και δημιούργησαν μια σημαντική εικόνα που διατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας (Edwards, 1990, p. 533). Εξάλλου, η φιάλη και η κερκίδα

³ Ο αρχαιολόγος Daniel Graepler το 1997 διατύπωσε αυτή τη θεωρία μετά την εξέτασή του σε κτερίσματα τάφων από τον Τάραντα.

⁴ Αριθμός καταλόγου Μουσείου Χαλκίδας MX 907.

συνδέονται με την Τύχη από την ελληνιστική περίοδο και μετά, σε έργα μεγάλης γλυπτικής και μικροτεχνίας (Τζαναβάρη, 2002, σ. 154, 155). Το διπλό κέρασ συνδέεται με την Πτολεμαϊκή βασίλισσα Αρσινόη—Β' και με τον σύζυγό της βασιλιά Πτολεμαίο Β', συμβολίζοντας την ευτυχισμένη ένωση του βασιλικού ζεύγους (Pfrommer, 2001, p. 34). Ήταν ένα χαρακτηριστικό είτε εικονογραφημένο μεμονωμένα στην οπίσθια όψη νομισμάτων, είτε το κρατούσε η ίδια η βασίλισσα όταν απεικονιζόταν σε οinoχόες, ειδώλια και γλυπτά (Μανρογοπατου, 2018, p. 285). Βέβαια το κέρασ της αφθονίας συνδέεται αναπόσπαστα και με τον Διόνυσο, με πολλές αναφορές στην εικονογραφία από τον 4^ο αι. π.Χ.



Εικόνα 10 Αγαλματίδιο Τύχης με κέρασ της Αμάλθειας.

Για τον Διόνυσο και την απόδοση του σώματος του, επιπρόσθετες πληροφορίες που έχουν να κάνουν με αυτήν την χρωματική επιλογή, δίνονται σε γραπτές πηγές. Ειδικά υπάρχουν σημαντικές αναφορές για τη χρήση και τη λειτουργία της χρωστικής κιννάβαρι στο *Περί Γένεσης της Ανατολικής Αχαΐας* του Πausανία. Στο βιβλίο VII ο Πausανίας αναφέρει ότι το κόκκινο χρώμα αποτελείται από κιννάβαρι το οποίο επικαλύπτει το άγαλμα του Διονύσου στο ιερό της αρχαίας Φελόης (VII, 26, 11) *τῷ Διονύσῳ δὲ ὑπὸ κινναθάρεως τὸ ἄγαλμά ἐστιν ἐπήγχην*, ενώ στο βιβλίο VIII θυμάται ένα άλλο άγαλμα του Διονύσου, χρωματισμένο με ανοικτόχρωμο κιννάβαρι τουλάχιστον στο πάνω μέρος του, στο ιερό της Αρτέμιδος στην αρχαία Φιγάλεια (VII, 39, 6). Είναι σαφές ότι η πολύτιμη φύση αυτής της κόκκινης χρωστικής ίσως δεν τον ενδιέφερε. Σε ποιο βαθμό τέτοιες πληροφορίες, όπως παρατηρεί η Χαρίκλεια Μπρεκουλάκη θα μας επέτρεπαν να κάνουμε εικασίες σχετικά με τις συγκεκριμένες χρήσεις

της χρωστικής κιννάβαρι (Brecoulaki, 2014, p. 17), αντί για οποιαδήποτε άλλη κόκκινη χρωστική, σε διονυσιακές τελετές ή σε άλλο είδος τελετουργικής ή θρησκευτικής παράστασης, παραμένει αβέβαιο, όμως στην επιστήμη της συντήρησης μπορούν να διαφωτίσουν σημαντικά τις εργασίες αποκατάστασης, μέσα από την οριοθέτηση και τον προσδιορισμό χρωματικών χαρτών και επομένως της επιφάνειας που περιμένει ένας συντηρητής αρχαιοτήτων να αντικρίσει. Επιπρόσθετα μπορεί να βοηθηθεί, μέσα από την ερμηνεία παράλληλων αντικειμένων που διαχωρίζουν ακόμη και την χρωματική απόδοση ενός ζώου από ένα άλλο, δηλαδή ενός πάνθηρα από ένα λιοντάρι (Petraakis, 2018, pp. 105-10).

Δύο αρχαία αντικείμενα, το ένα με απόδοση της ερυθρής χρωστικής στην επιφάνεια του σώματος και το άλλο με σιλιστική άποψη στην ένδυση του Διόνυσου, από κοντινές πόλεις στην Χαλκίδα της ίδιας περιόδου, συμβάλουν στην πληρέστερη ανάγνωση του υπό συντήρηση ειδωλίου. Η έρευνα στον τομέα της επιστήμης της συντήρησης σήμερα, αναμφίβολα όταν τα αντικείμενα καλύπτονται από ανασκαφικές επικαθίσεις και δεν διακρίνονται, μπορεί να οδεύσει σε καλύτερα αποτελέσματα, όταν υπάρχουν στοιχεία για την τάση στην απόδοση της μορφής από τους καλλιτέχνες της εποχής εκείνης. Η προτομή από την αρχαία Τανάγρα βρίσκεται στο Βρετανικό Μουσείο (Εικ. 11) και το πινάκιο από την Ερέτρια εκτίθεται στην μόνιμη έκθεση του Αρχαιολογικού Μουσείου Ερέτριας (Εικ. 12).



Εικόνα 11 Η προτομή από την Τανάγρα.



Εικόνα 12 Το πινάκιο από την Ερέτρια.

Οι φθορές του υπό μελέτη υλικού

Το υπό μελέτη αρχαιολογικό υλικό βρίσκεται στην αποθήκη του Αρχαιολογικού Μουσείου Χαλκίδας, επί της οδού Ελευθερίου Βενιζέλου 13, στο κέντρο της σύγχρονης πόλης. Θα έλεγε κανείς ότι η σχετική υγρασία και η θερμοκρασία είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που επιδρούν στα επιμέρους υλικά των ειδωλίων από πηλό με πολυχρωμία στον συγκεκριμένο χώρο αποθήκευσης. Βέβαια υπάρχουν και άλλοι παράγοντες φθοράς (Michalski, 1994) που προκαλούν ζημιές σε συλλογές όπως οι φυσικές δυνάμεις, η φωτιά, το νερό, το φως, οι ρύποι, τα παράσιτα και η μη σωστή φύλαξη.

Πιο συγκεκριμένα, τα αντικείμενα της μελέτης βρίσκονται αποθηκευμένα σε ερμάρια, μέσα σε ξύλινα κιβώτια κατασκευασμένα από πεύκο, τα οποία είναι τοποθετημένα πάνω σε ράφια, σε απόσταση δέκα εκατοστών του μέτρου από το μωσαϊκό πάτωμα της αποθήκης, με παντελή έλλειψη φωτός, αφού κάθε κιβώτιο διαθέτει ένα υπερκείμενο. Βέβαια το ξύλο ή τα τεχνητά υλικά κατασκευής εσωτερικού χώρου που έχουν χαρακτηριστικά ξύλου είναι υλικά που χρησιμοποιούνται για παθητικό έλεγχο. Το ξύλο είναι όχι μόνο εξαιρετικό στην απορρόφηση κραδασμών, αλλά μπορεί και να σταθεροποιήσει τη σχετική υγρασία στο περιβάλλον, λόγω των ιδιοτήτων του να απορροφά και να εκροφά την υγρασία (THOMSON, 1964). Από την άλλη μεριά όμως μπορεί να επιτευχθεί σημαντική συγκέντρωση αερίων, τύπου αλδεΐδης, όπως φορμαλδεΐδη HCHO και ακεταλδεΐδη CH_3CHO , που να δημιουργήσουν προδιάθεση για υποβάθμιση στα τυχόν οργανικά κατάλοιπα. Μια κύρια πηγή είναι το κόντρα πλακέ που χρησιμοποιείται ως εσωτερικό υλικό φινιρίσματος.

Επιπρόσθετα η συγκέντρωση οξειδίων του αζώτου NO_x τείνει να είναι υψηλότερη σε σύγκριση με το εξωτερικό σε χώρο αποθήκης όπου χρησιμοποιούνται ξύλινα υλικά ως υλικό φινιρίσματος εσωτερικού χώρου. Δεν θα παραλείψουμε επίσης να αναφέρουμε ότι οι αποθηκευτικοί χώροι του Αρχαιολογικού Μουσείου Χαλκίδας επί της οδού Ελ. Βενιζέλου βρίσκονται σε τοποθεσία, η οποία κατά τις προηγούμενες δεκαετίες, μέχρι το 2000, επιβαρυνόταν με αυξημένη συγκέντρωση SO_x , λόγω της λειτουργίας εργοστασίου τσιμέντου νότια της πόλης, καθώς και με την συσσώρευση οξειδίων του θείου. Είναι άξιο λόγου να τονιστεί η επιβλαβής επίδραση των ρύπων που προέρχονται από το εργοστάσιο, ακριβώς έξω από την αποθήκη, πάνω σε γλυπτά αντικείμενα που εκτίθενται για χρόνια, είτε σε στεγασμένο χώρο -Στοά Α και Β- του Αρχαιολογικού Μουσείου Χαλκίδας επί της οδού Ελευθερίου Βενιζέλου ή όχι, με τη δημιουργία μαύρης κρούστας. Μελέτες που έχουν γίνει (Camuffo *et al.*, 1982) έχουν δείξει ότι οι μαύρες κρούστες προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με κύριο παράγοντα το SO_2 και επικουρικά τα NO_x από εκπομπές αζώτου στα αυτοκίνητα. Η τελευταία επιτυγχάνεται σε ξηρές συνθήκες και όχι σε βρεγμένες (Bai, Thompson and Martinez-Ramirez, 2006). Οι ρύποι αυτοί μπορούν να εισέλθουν στο κτήριο από τον αερισμό, αλλά μπορεί να υπάρχουν και άλλοι οι οποίοι δημιουργούνται μέσα στο κτήριο (Λαμπρόπουλος, 2003, p. 308). Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δεν είναι σύγχρονο αλλά χρονολογείται από την αρχαιότητα (Brimblecombe, 1992). Για την εμπειριστατωμένη γνώση των παραγόντων ρύπανσης χρειάζεται περαιτέρω έρευνα στο μέλλον σε αποθηκευτικούς χώρους αρχαιολογικών συλλογών.

Για τη γνωστοποίηση της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας στη θέση που είναι αποθηκευμένα τα ειδώλια, υπάρχει δυνατότητα να τοποθετηθεί φορητή καταγραφική συσκευή⁵ και να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα κατά τη διάρκεια του έτους. Μια γενική εντύπωση που δίνεται σε τέτοιους χώρους είναι ότι οι συνθήκες διατήρησης σε σχέση με τη θερμοκρασία και τη σχετική εργασία σε ένα μεγάλο βαθμό είναι ικανοποιητικές για τα αντικείμενα, αλλά μπορεί κανείς να πει ότι την περίοδο του καλοκαιριού η αυξημένη θερμοκρασία και υγρασία μπορούν να δώσουν το έναυσμα δημιουργίας σταδιακής υποβάθμισης.

Δηλαδή, αν υποθέσει κανείς ότι τα ειδώλια της μελέτης μας διαθέτουν ίχνη αυγού ως οργανικό υλικό, πιθανό δεσμευτικό μέσο των χρωστικών, ενδέχεται αυτά τα κατάλοιπα να

⁵ Tiny tag plus 2 (-25 έως +85°C, 0 σε 100% RH).

υποστούν υποβάθμιση, εάν το νερό αρχίζει να υδρολύει τις πρωτεΐνες και τα λιπίδια και εάν τελικά μαζί με το οξυγόνο δημιουργήσει ένα συμπαθητικό και γόνιμο περιβάλλον για την ανάπτυξη βιολογικών μικροοργανισμών, όπως τα βακτήρια ή τους μύκητες, σε συνθήκες αυξημένης υγρασίας κατά την αποθήκευση. Αυτό το φαινόμενο οδηγεί σε μια προοδευτική και μη αναστρέψιμη απώλεια της συνοχής του οργανικού υλικού.

Η προηγούμενη υπόθεση μπορεί να τεκμηριωθεί με την τεχνική FTIR, και συγκεκριμένα να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν υπολείμματα οργανικών υλικών του δεσμευτικού μέσου των χρωστικών, ταυτόχρονα με παρουσία βιολογικών συστημάτων. Βέβαια πιο πιθανή είναι η ύπαρξη βιολογικών μικροοργανισμών σε σημεία όπου υπάρχει πιθανό υλικό στερέωσης ζωικής ή φυτικής προέλευσης από προηγούμενες επεμβάσεις αποκατάστασης.

Όσο αφορά την υποβάθμιση των χρωστικών και εφόσον υποθέσει κανείς ότι η ερυθρή χρωστική περιλαμβάνει την κιννάβαρι HgS , θα μπορούσε να διαπιστώσει ότι η έλλειψη ακτινοβολίας και η ενδεχόμενη απουσία ιόντων χλωρίου Cl^- δεν προκάλεσαν αλλοιώσεις. Αν υπήρχε παρουσία Cl^- στην κιννάβαρι θα ευνοούσε την ανάπτυξη διαφόρων φάσεων πριν καταλήξει τελικά στην σταθερή πράσινη $Hg_3S_2Cl_2$, ή λευκή ένωση Hg_2Cl_2 , καθώς επίσης παρουσία φωτός στο σχηματισμό μαύρου μεταλλικού υδραργύρου Hg^0 (Miliiani *et al.*, 2018, p. 7327). Δηλαδή η παρουσία ακτινοβολίας, ιόντων Cl^- και υγρασίας μπορεί να ερμηνευτεί με τον μηχανισμό φωτοαποσύνθεσης του κορδενίτη $Hg_3S_2Cl_2$ (Spring and Grout, 2002, p. 56), ενώ οι τελευταίες μελέτες αναφέρουν τον σχηματισμό και ενός λευκό-κίτρινου υποπροϊόντος (Miliiani *et al.*, 2018, p. 7327).

VII. Ψηφιακή τεκμηρίωση

Η ψηφιακή τεκμηρίωση των αρχαιολογικών αντικειμένων αποτελεί επιτακτική ανάγκη τα τελευταία χρόνια, τόσο για τους επιστήμονες η μη που ασχολούνται με τον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς, όσο ειδικά για τους συντηρητές αρχαιοτήτων και τα ίδια τα αντικείμενα, αφού λαμβάνοντας πληροφορίες από αυτά μπορούν να αντιδρούν κατάλληλα, ελέγχοντάς τα σε διαδικασίες προληπτικής όσο και επεμβατικής συντήρησης.

Ως μοναδικός χώρος αποθήκευσης οπτικών δεδομένων, ένα ψηφιακό τρισδιάστατο μοντέλο είναι εξαιρετικά αποτελεσματικό εργαλείο για την ανταλλαγή δεδομένων, τη διεξαγωγή έρευνας και εκπαιδευτικής διαδικασίας (Simon Chane *et al.*, 2013; Pintus *et al.*, 2015). Επιπλέον, τα δημιουργημένα τρισδιάστατα μοντέλα μπορούν να είναι χρήσιμα για τα μουσεία και για το κοινό τους, όπως η εικονική πραγματικότητα (VR), με διαδικτυακή προσβασιμότητα των αντικειμένων με περιηγήσεις σε ανασκαφές ή εκθέσεις (Hixon *et al.*, 2018, p. 3).

Φωτογραμμετρία πριν τις εργασίες συντήρησης

Με την 3D ψηφιοποίηση δημιουργείται ψηφιακό αντίγραφο ασφαλείας του αντικειμένου (Remondino and Stylianidis, 2016). Επιτρέπει επομένως, την κοινή χρήση (Papantoniou *et al.*, 2012, pp. 544, 549) των αντικειμένων από επιστήμονες σε όλο τον κόσμο, χωρίς την ανάγκη της μετακίνησής τους. Τα αντίγραφα μπορούν να εκτυπωθούν 3D και να διατεθούν ακόμη και σε άτομα με ειδικές ανάγκες (Ballarin, Balletti and Vernier, 2018; Neumüller *et al.*, 2014). Η ψηφιοποίηση βοηθά επιπλέον στο πεδίο της αποκατάστασης, με τη δημιουργία εικονικής επαναφοράς του αντικειμένου ή με την θεωρητική-ψηφιακή αποκατάστασή του ως υπόθεση για το πώς αυτό φαινόταν (Acke *et al.*, 2018; Arbace *et al.*, 2013; Zhao *et al.*, 2018). Επίσης σήμερα είναι σε προχωρημένο στάδιο εργασίες που αφορούν και πραγματεύονται απουσιάζοντα αυθεντικά όστρακα, έτσι ώστε να είναι σε θέση αυτά να αποτυπωθούν ψηφιακά, να εκτυπωθούν νέα (Καλασαρίνης, 2018, σ. 107) με τη δυνατότητα να ενωθούν όλα τα συνανήκοντα μέρη ενός αντικειμένου μετά από εκτύπωσή τους (Tsiafaki *et al.*, 2016).

Η διαδικασία της ψηφιακής αντιγραφής αντικειμένων στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς χωρίζεται σε δύο κύριες εργασίες, εκείνης της φωτογραμμετρίας και εκείνη της

μετέπειτα επεξεργασίας. Η φωτογραμμετρία μπορεί να πραγματοποιηθεί δημιουργώντας ένα ψηφιακό μοντέλο με την τεχνική Δομή από Κίνηση, Structure from Motion (SfM) ή Σχήμα-από-Δομημένο-Φως και σάρωση με ακτίνες laser, οι οποίες βασίζονται στην επίλυση τριγωνισμών στο χώρο. Στη συγκεκριμένη εργασία επιλέχθηκε η πρώτη, μια τεχνική που δημιουργεί τρισδιάστατες συντεταγμένες συγκεκριμένων σημείων, οι οποίες προσδιορίζονται από πολλές εικόνες του ίδιου αντικειμένου που λαμβάνονται από διαφορετικές γωνίες. Κατά τις πρόσφατες δεκαετίες, αυτή η τεχνική αποτελεί μία από τις πιο πρόσφορες εναλλακτικές λύσεις χαμηλού κόστους έναντι της παραδοσιακής σάρωσης (Stuani *et al.*, 2019).

Η μέθοδος Δομή από Κίνηση SFM αποτελεί μία φωτογραμμετρική μέθοδο 3D ανακατασκευής, η οποία εντάσσεται στις τεχνικές ψηφιοποίησης αντικειμένων μικρού, μεσαίου και μεγάλου μεγέθους. Βασίζεται στην ακολουθία πολλαπλών εικόνων από τις οποίες προσπαθούμε να εξάγουμε το μέγιστο των γεωμετρικών πληροφοριών, η χρήση των οποίων θα εφαρμοστεί στην τρισδιάστατη ανακατασκευή του προς αποτύπωση αντικειμένου.

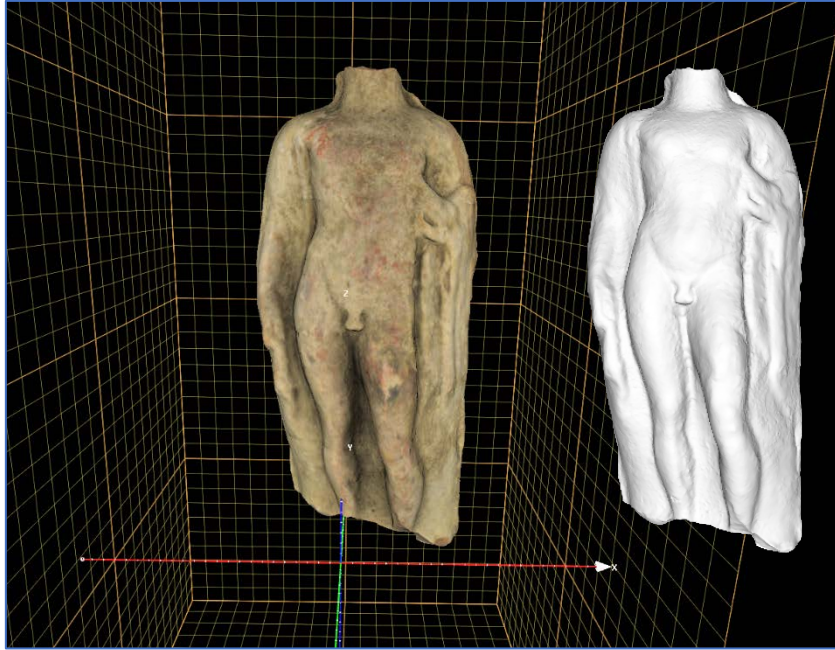
Η φωτογραμμετρία SFM έχει ένα βασικό πλεονέκτημα κατά τη σύγκριση με τη σάρωση λέιζερ, και συγκεκριμένα έχει τη δυνατότητα δημιουργίας τρισδιάστατου μοντέλου από εικόνες 2D. Αυτές οι 2D εικόνες περιέχουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που απαιτούνται για να γίνει η ανακατασκευή πιο ρεαλιστική. Στόχος είναι η συγκέντρωση φωτογραφιών του αντικειμένου από κάθε γωνία θέασης (Kraus *et al.*, 1998). Για να επιτευχθεί αυτό συγκεντρώθηκαν τρεις σειρές φωτογραφιών από αντίστοιχα διαφορετικά ύψη, στις οποίες περιστρέφονταν το αντικείμενο ανά 11 μοίρες. Η φωτογραφική μηχανή, ο φωτισμός και το αντικείμενο σε κάθε μια από τις σειρές φωτογραφιών ήταν όλα σε σταθερό σημείο. Η εργασία αυτή περιελάμβανε 100 περίπου φωτογραφίες για κάθε ένα αντικείμενο. Επειδή τα υπό μελέτη αντικείμενα είναι μέγιστου ύψους περίπου 0,20 μ. μία αποδεκτή απόσταση από την κάμερα κυμαίνεται μεταξύ 0,20 μ. και 0,40 μ. και συγκεκριμένα επιλέχθηκε η απόσταση 0,25-0,30 μ. Γενικά η ακρίβεια λήψης εξαρτάται από τον φωτισμό, τη ρύθμιση της κάμερας, την εστιακή απόσταση, το διάφραγμα και τον βαθμό επικάλυψης (Almasri *et al.*, 2017; Hixon *et al.*, 2018, p. 52). Ο φωτισμός επιλέχθηκε να είναι τεχνητός, με το λιγότερο φως περιβάλλοντος, προσπαθώντας να ελαχιστοποιηθούν οι σκιές με τη χρησιμοποίηση ενός κουτιού (Quattrini, R. Nespeca, 2017, p.644). Για να εφαρμοστεί η μέθοδος SFM, είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί μια καλή φωτογράφιση, η οποία πραγματοποιείται με συγκεκριμένους κανόνες. Το αντικείμενο πρέπει να βρίσκεται στο

κέντρο του κάδρου κάθε φωτογραφίας και να καλύπτει τα 3/5 αυτού. Οι φωτογραφίες πρέπει να παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό επικάλυψης, τουλάχιστον 60-80% ανάμεσα σε δύο γειτονικές φωτογραφίες. Απαραίτητη είναι η φωτογραφική κάλυψη-αποτύπωση ενός τμήματος του αντικειμένου από τουλάχιστον τρεις διαφορετικές γωνίες θέασης. Χρησιμοποιείται η χαμηλότερη δυνατή ρύθμιση ISO, με το διάφραγμα του φακού να παραμένει σταθερό σε όλη τη διαδικασία συλλογής δεδομένων και να είναι ρυθμιζόμενο κατάλληλα ώστε να επιτευχθεί το μέγιστο δυνατό βάθος πεδίου.

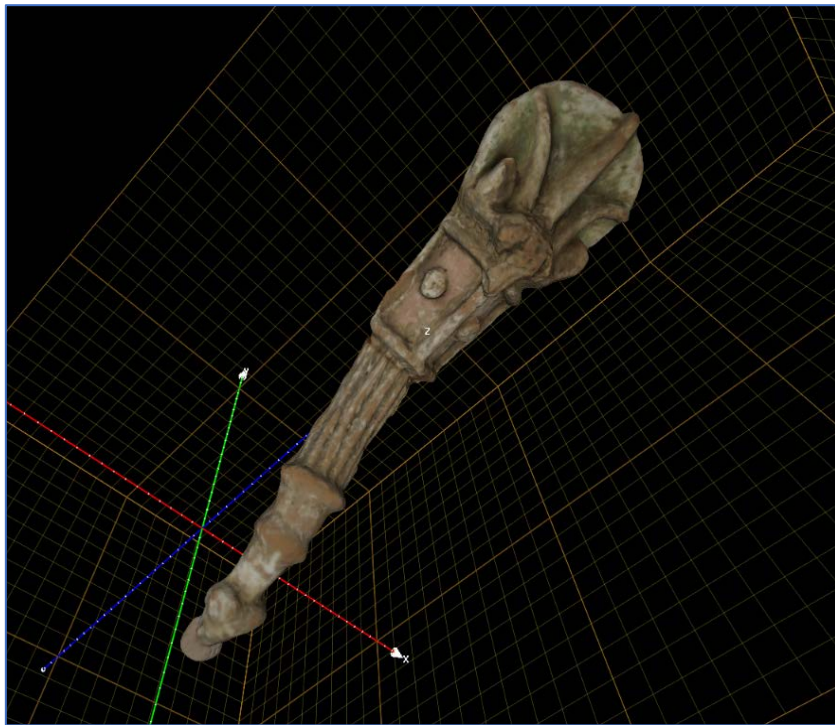
Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε περιλάμβανε φωτογραφική μηχανή DSLR Cannon A58 με φακό Canon EF 50mm f1.8 STM,⁶ τρεις λάμπες LED τύπου E27 A60 με κατανάλωση 100W, αναδιπλούμενο κουτί φωτογράφισης διαστάσεων 1 x 1 x 1 μ., κάρτα βαθμονόμησης χρωμάτων, τρίποδο Hama star 61 με συνεχόμενη μεταβολή ύψους στην κεντρική κολόνα με αλφάδι και χειροκίνητο περιστρεφόμενο έδρανο 360.°

Για την επεξεργασία του φωτογραφικού υλικού διατίθενται στην αγορά προγράμματα λογισμικού software που μπορεί να είναι ανοιχτού κώδικα όπως το Visual SFM ή εμπορικής χρέωσης όπως το ReCap Photo της Autodesk. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα της Autodesk στην έκδοση education license. Ένα ευρύτερα χρησιμοποιούμενο πρόγραμμα λογισμικού είναι το Agisoft Photoscan (Vandenbussche, 2020, p. 74). Ο χρόνος επεξεργασίας ορίζεται σε γενικές γραμμές ως μέτριος και εξαρτάται από τον αριθμό των εικόνων και την επικάλυψη που έχουν. Περίπου 2 έως 4 ώρες μπορεί να διαρκέσει μια σχετική με τα παραπάνω διαδικασία, όπου το μεγαλύτερο μέρος αφορά την επεξεργασία δεδομένων (Marziali and Dionisio, 2017, p. 306; Collins *et al.*, 2019). Η επεξεργασία με το λογισμικό πρόγραμμα ReCapPhoto της Autodesk χρειάστηκε 2,5 ώρες με εκατό φωτογραφίες, για ένα αντικείμενο. Ένα από τα μειονεκτήματα της φωτογραμμετρίας είναι ότι το νέφος σημείων μπορεί να δημιουργηθεί μόνο μέσω μαθηματικής επεξεργασίας, ενώ με αισθητήρες ενεργού εύρους τα τρισδιάστατα δεδομένα λαμβάνονται άμεσα (Remondino and Stylianidis, 2016). Τα 3D μοντέλα μπορούν να εξαχθούν ως αρχεία obj (Εικ. 13-16) και να επεξεργαστούν με προγράμματα software όπως το Blender ή το ZBrush, θέματα βέβαια που αφορούν χρήσεις από εξειδικευμένο προσωπικό.

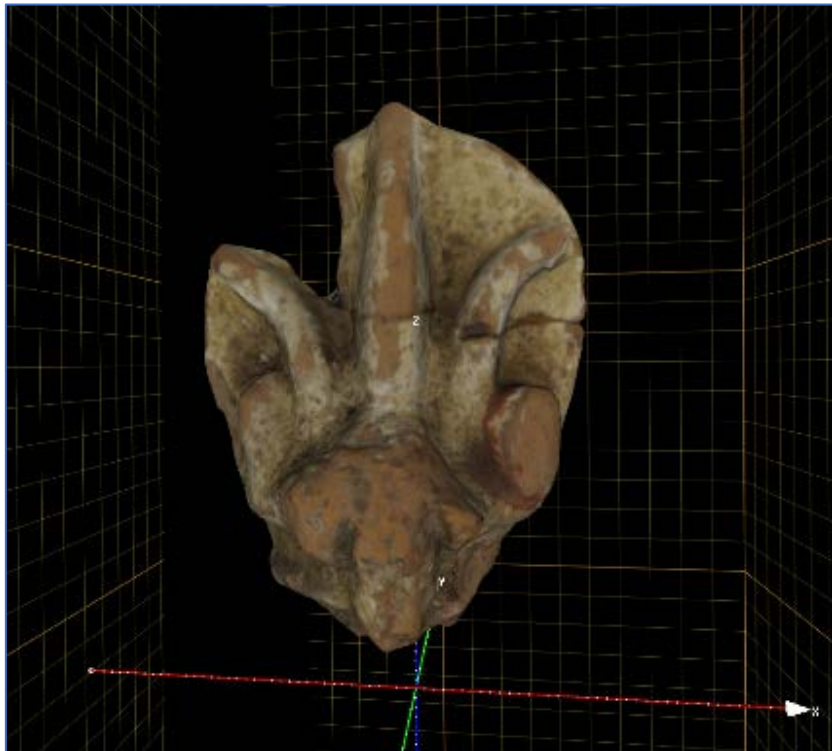
⁶ Πρέπει να σημειωθεί ότι όλες οι φωτογραφικές λήψεις που έγιναν στην παρούσα εργασία εκτός από εκείνες της πολυφασματικής απεικόνισης, πραγματοποιήθηκαν με την συγκεκριμένη μηχανή του Εργαστηρίου Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης του Αρχαιολογικού Μουσείου Χαλκίδας *Αρέθουσα* της ΕΦΑ Ευβοίας.



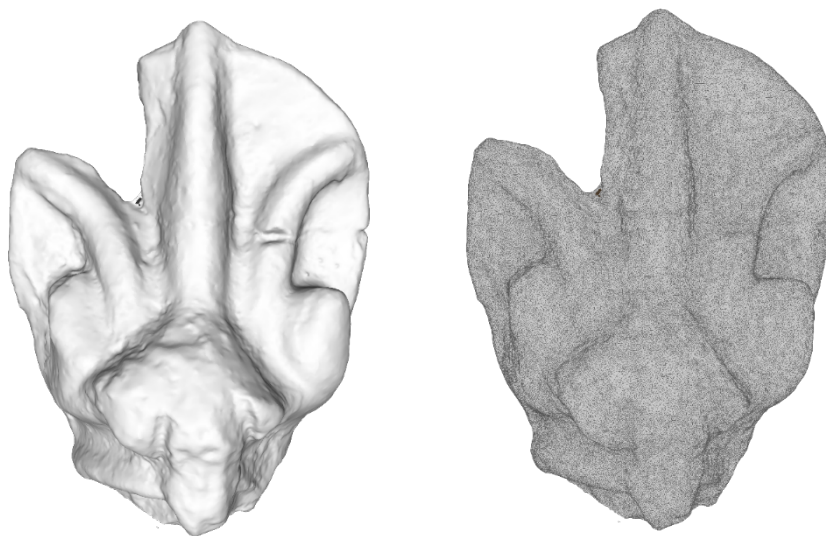
Εικόνα 13 Το ειδώλιο ΜΧ 816 μετά την επεξεργασία στο πρόγραμμα ReCapPhoto σε αρχείο obj.



Εικόνα 14 Το ειδώλιο ΜΧ 908α μετά την επεξεργασία στο πρόγραμμα ReCapPhoto, σε αρχείο obj.



Εικόνα 15 Το ένα μέλος του ειδωλίου MX 9088 μετά την επεξεργασία στο πρόγραμμα ReCapPhoto, σε αρχείο obj.



Εικόνα 16 Το ένα μέλος του ειδωλίου MX 9088 σε δύο εκδοχές, το δεξί με τριγωνισμό νέφος σημείων.

Ψηφιακή φωτογραφική τεκμηρίωση 2D των χρωματικών περιοχών, πιθανής ύπαρξης επίθετων φύλλων Sn και της λευκής επικάλυψης

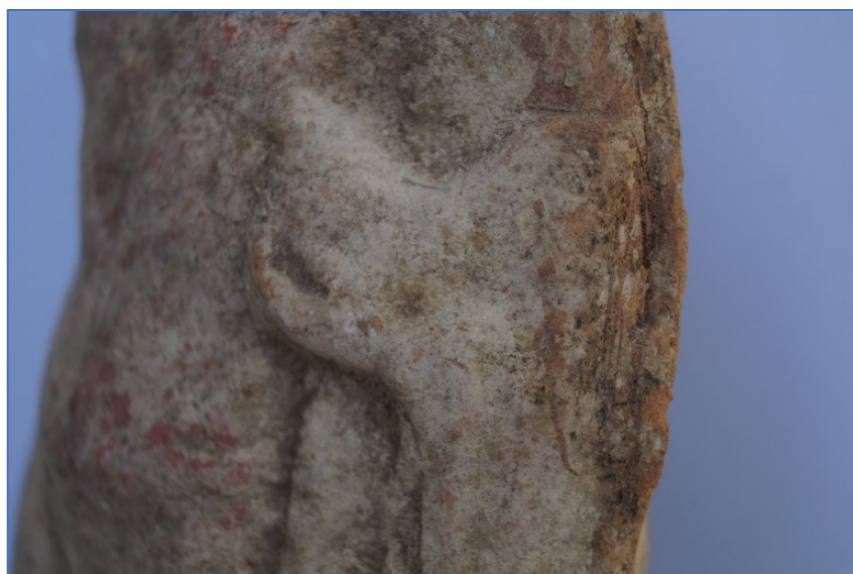
Μπορεί κανείς να διακρίνει σε όλη την επιφάνεια του σώματος της μορφής του Διονύσου, κάτω από τις ανασκαφικές επικαθίσεις ίχνη ερυθρής χρωστικής (Εικ. 17). Καλύτερα βέβαια θα μπορούσε να σημειωθεί ότι αυτή η χρωστική αλλού διακρίνεται ως πορτοκαλί και αλλού ως μοβ. Αυτό παρατηρείται και στο ακάλυπτο από το ιμάτιο δεξί χέρι της μορφής, στο άκρο του οποίου, όπως και στο αριστερό, εντοπίζεται χρωστική ώχρα. Αυτή βέβαια, ως σημειακή μορφή, συνυπάρχει με την ερυθρή χρωστική, τόσο στο ιμάτιο, όσο και σε διάφορα σημεία του ακάλυπτου σώματος του Διονύσου, όπως αριστερά στο στήθος και στο κέντρο του θώρακα (Εικ. 18). Δύο ίχνη από κυανή χρωστική είναι ορατά, το ένα διακρίνεται στην περιοχή της δεξιάς θηλής του στήθους της ανδρικής μορφής με πιθανότητα να διαμορφώνεται χρωματικό σχέδιο, κάτω από το επίπεδο των ανασκαφικών επικαθίσεων και το άλλο διακρίνεται με δυσκολία στην περιοχή του ματιού ανάμεσα στο χέρι και τον γοφό της μορφής (Εικ. 20). Μελανή χρωστική εμφανίζεται (Εικ. 19) στην μορφή του πάνθηρα και σε αποσπασματικά σημεία στα κάτω άκρα, ίσως ως τμήμα επίθετης ταινίας κασσιτέρου (Εικ. 21).



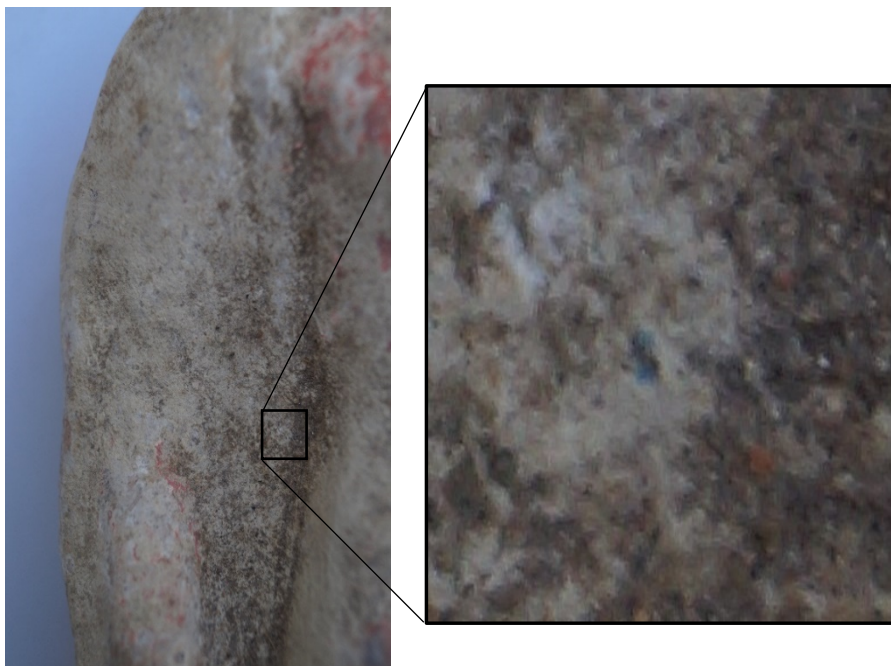
Εικόνα 17 Ερυθρή χρωστική στο σώμα του Διονύσου.



Εικόνα 18 Ίχνη ώχρας χρωστικής.



Εικόνα 19 Ίχνη μελανής και ώχρας χρωστικής.



Εικόνα 20 Στην περιοχή του ματίου διακρίνεται ίχνος κυανής χρωστικής.



Εικόνα 21 Ίχνη μελανής χρωστικής ή επίθετου φύλλου κασσίτερου στα κάτω άκρα.

Στα άλλα δύο αντικείμενα της μελέτης, διακρίνουμε πάνω από την λευκή επικάλυψη πράσινη, υποκίτρινη και ερυθρή χρωστικές. Οι δύο πρώτες χρωστικές εμφανίζονται στα πάνω τμήματα των αντικειμένων με μεγάλες απώλειες, διαμορφώνοντας χρωματικά πλαίσια, με κάθε μια από αυτές να καταλήγει σε τέλεια χρωματική οριοθέτηση (Εικ. 22-23). Η λευκή επικάλυψη και εδώ, όπως και στο ειδώλιο του Διονύσου, διακόπτεται στην πίσω όψη των δύο ειδωλίων με εμφανή όμως δείγματα ακούσιας εφαρμογής. Εδώ διακρίνεται και το συγκολλητικό υλικό το οποίο έχει υποστεί πολυμερισμό (Εικ. 24).



Εικόνα 22 Χρωματική οριοθέτηση με εφαρμογή πράσινης χρωστικής αριστερά και ερυθρής δεξιά.



Εικόνα 23 Ίχνη υποκίτρινης χρωστικής.



Εικόνα 24 Ίχνη λευκής επικάλυψης στην πίσω όψη του ειδωλίου ΜΧ 809α.

Βασικοί χρωματικοί χάρτες με τη χρήση photoshop

Για την οριοθέτηση των χρωματικών χαρτών και την αποτύπωση των φθορών που διακρίνονται στα αντικείμενα μακροσκοπικά, χωρίς μέχρι τώρα τη χρήση πολυφασματικών



Εικόνα 25 α. Η σωζόμενη λευκή επικάλυψη, β. η ερυθρή χρωστική στο σώμα του Διονύσου και γ. η κυανή χρωστική στο μάτι και οι μελανές ταινίες στα πόδια της μορφής.

και αναλυτικών τεχνικών, για το πως αυτά έδειχναν μετά την ολοκλήρωση της πολυχρωμίας, εξάχθηκαν αρχεία σε μορφή png και επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα Photoshop της Adobe (Εικ. 25, 26).



Εικόνα 26 α. Η σωζόμενη λευκή επικάλυψη, β. η λευκή επικάλυψη μαζί με τις χρωστικές και γ. επικάλυψη και χρωστικές χωρίς την υφή του ψημένου πηλού στο ΜΧ 809α.

Ψηφιακή 2D φωτογραφική τεκμηρίωση φθορών

Είναι σημαντικό κανείς να οριοθετήσει με σαφήνεια τις περιοχές των αντικειμένων με τα διαφορετικά χαρακτηριστικά παθολογίας και ταυτόχρονα να δώσει ερμηνεία από που αυτά προέρχονται. Το ζητούμενο δεν είναι μόνο να διαχωρίζονται οι περιοχές με τη διαφορετική παθολογία, αλλά και να καταγράφονται τα αίτια της υφιστάμενης κατάστασης διατήρησης του αντικειμένου, έτσι ώστε να σχεδιαστούν με τον αποτελεσματικότερο τρόπο οι επεμβάσεις για τη συντήρησή του. Συνήθως η διαδικασία αυτή διασφαλίζεται και επιτυγχάνεται μακροσκοπικά, μικροσκοπικά με οπτική μικροσκόπια, καθώς και με την συμβολή των αναλυτικών τεχνικών. Το ειδώλιο ΜΧ 809α παρουσιάζει, εκτός από τις απώλειες της λευκής επικάλυψης, των χρωστικών και των υλικών δέσμευσης των χρωστικών, αιθάλη και ρύπους σε όλη την επιφάνεια του. Αυτά έχουν προέλθει από την παραμονή του αντικειμένου στον αποθηκευτικό χώρο για 120 περίπου χρόνια. Παράλληλα εμφανίζει αρχαιολογικές επικαθίσεις οι οποίες μέχρι τώρα δεν έχουν αφαιρεθεί και τέλος παρουσιάζει στο μέσον του ένα κεντρικό σπάσιμο και μια απώλεια με τη μορφή της απόκρουσης (Εικ. 27).



Εικόνα 27 Οι φθορές που παρουσιάζει το ειδώλιο ΜΧ809α.

Τρισδιάστατη φωτογραμμετρική ανακατασκευή SFM και φασματική απεικόνιση MSI

Η τρισδιάστατη φωτογραμμετρική ανακατασκευή και η φασματική απεικόνιση, multispectral imaging, έχουν ήδη αποδειχθεί χρήσιμες και χρησιμοποιούνται ευρύτατα κατά τα πρόσφατα έτη για τη μελέτη της πολιτιστικής κληρονομιάς. Μια αναπαράσταση 2D εικόνας ενός τρισδιάστατου αντικειμένου παρέχει περιορισμένο οπτικό πεδίο και συχνά οδηγεί σε έλλειψη πληροφοριών, ειδικά για αντικείμενα με πολύπλοκες γεωμετρίες. Ο συνδυασμός και των δύο τεχνικών είναι το επόμενο βήμα προς μια πληρέστερη και πιο αντικειμενική καταγραφή ενός αντικειμένου, αλλά μπορεί επίσης να αποτελέσει ένα εργαλείο βέλτιστης αναγνώρισης λεπτομερειών που παρουσιάζονται σε αντικείμενα (Mathys, Jadinon and Hallot, 2019, p. 1). Στο σημείο αυτό θα γίνει αναφορά σε χρωστικές, όπως το αιγυπτιακό κυανό και οργανικές χρωστικές που φθορίζουν ή υλικά αποκατάστασης που τυχόν ανιχνεύονται στα αντικείμενα της μελέτης. Βέβαια για τη χρήση των πολυφασματικών τεχνικών θα γίνει εκτενής και αναλυτική αναφορά στα επόμενα κεφάλαια.

Ενδεχόμενη ύπαρξη χρωστικής αιγυπτιακού κυανού

Με τη συγχώνευση πλέον των τεχνικών απεικόνισης που χρησιμοποιούνται στην έρευνα της αρχαίας πολυχρωμίας με τη φωτογραμμετρία, ο μελετητής είναι σε θέση να δημιουργηθεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο που να δείχνει την κατανομή του αιγυπτιακού κυανού. Σίγουρα η εφαρμογή αποσκοπεί στη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων για σκοπούς εκπαίδευσης και επικοινωνίας (Hedeard *et al.*, 2019, p. 181). Σε μια έκθεση, η χρήση τρισδιάστατων μοντέλων κάνει την οπτική σύγκριση μεταξύ του πραγματικού αντικειμένου και του αντικειμένου από πολυφασματική απεικόνιση MSI, να είναι ευκρινέστερη από ό,τι με τις 2D εικόνες. Επιπλέον, κατά την πρόσβαση διαδικτυακά, τα τρισδιάστατα μοντέλα επιτυγχάνουν πολύ καλύτερη κατανόηση του αντικειμένου (Galeazzi, Franco and Matthews, 2015).

Όμως η εφαρμογή δε σταματάει εκεί, όσον αφορά στην ύπαρξη αιγυπτιακού κυανού στην αρχαία πολυχρωμία. Οι προκαθορισμένοι χρωματικοί χάρτες μπορούν να δώσουν ιδανικές πληροφορίες με ό,τι έχει να κάνει με τις εργασίες αφαίρεσης των ανασκαφικών επικαθίσεων (Verri, 2009b; Frantzi, 2011, p. 19) και τι είδους αρχικά υλικά μπορεί να περιμένει κάτω από αυτές ένας συντηρητής αρχαιοτήτων. Μια ένδειξη κυανής χρωστικής μέσω μικροσκοπικής παρατήρησης, οδηγεί μέσα από μια φασματική απεικόνιση, σε ένα αποτέλεσμα χαρτογράφησης περιοχών όπου έχει χρησιμοποιηθεί ως κυανή χρωστική το αιγυπτιακό κυανό. Εκτός από κυανή απόχρωση, το αιγυπτιακό κυανό βρίσκεται σε μια σειρά από μείγματα χρωστικών που σχηματίζουν λευκή, πράσινη, μοβ, καφέ και μελανή χρωστική σε αρχαία αντικείμενα (Hedeard *et al.*, 2019, p. 184). Η σύγχρονη σύνθεση της χρωστικής δημοσιεύθηκε το 1959 (Pabst, 1959).

Η διαδικασία φωτογραφικής λήψης που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία του ψηφιακού αντιγράφου 3D VIL του αντικειμένου γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, οι φωτογραφίες για τη γεωμετρική αναδόμηση του αντικειμένου τραβιούνται με ψηφιακή κάμερα. Στο δεύτερο στάδιο σύλληψης, το VIL που εκπέμπεται από το αιγυπτιακό κυανό καταγράφεται σε σκοτεινό δωμάτιο με χρήση κάμερας υπέρυθρης ευαισθησίας εξοπλισμένης με εξωτερικό φίλτρο με υπέρυθρο εύρος ευαισθησίας 800-1.000 nm και λαμπτήρες LED που εκπέμπουν αποκλειστικά στο ορατό φως. Λόγω των μεγάλων χρόνων έκθεσης, η κάμερα τοποθετείται σε περιστρεφόμενη τράπεζα. Αυτό εξασφαλίζει ότι θα μπορούσε να διατηρηθεί η απόσταση μεταξύ του αντικειμένου και του φακού της κάμερας αρκετά σταθερή, μειώνοντας έτσι στο ελάχιστο τις ρυθμίσεις εστίασης. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η εστίαση γίνεται χειροκίνητα και απαιτεί αφαίρεση και επανατοποθέτηση του εξωτερικού φίλτρου, είναι σίγουρη η εξοικονόμηση χρόνου. Οι φωτογραφίες ευθυγραμμίζονται αργότερα με τις VIL εικόνες. Για τα αντικείμενα της συγκεκριμένης μελέτης, το συμβατικό τρισδιάστατο μοντέλο και η έγχρωμη υφή ανακατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας τις κανονικές φωτογραφίες από το πρώτο σετ. Οι στοιχισμένες εικόνες VIL χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για προβολή στο τρισδιάστατο μοντέλο (Hedeard *et al.*, 2019) (Εικ. 28).



Εικόνα 28 Το τρισδιάστατο ψηφιακό αντίγραφο που απεικονίζει την παρουσία του αιγυπτιακού κυανού (Hedeard et al., 2019, p. 186, f. 4).

Ενδεχόμενη ύπαρξη οργανικών υλικών και υλικών από προηγούμενες εργασίες αποκατάστασης

Σήμερα παρέχεται η δυνατότητα του υπεριώδους φθορισμού UVF και της υπέρυθρης φωτογραφίας IRR, τα οποία εφαρμόζονται σε τρισδιάστατα μοντέλα που παράγονται μέσω ψηφιακής φωτογραμμετρίας. Στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς έχει εφαρμοστεί σε ξύλινα τρισδιάστατα 3D αντικείμενα με πολυχρωμία (Lanteri, Agresti and Pelosi, 2019). Η τεκμηρίωση που προκύπτει με τις παραπάνω μεθόδους είναι ένα θεμελιώδες βήμα στην αποκατάσταση και είναι η πρώτη απαραίτητη διαδικασία που εκτελείται πριν από την εκκίνηση οποιασδήποτε άλλης εργασίας (Remondino and Stylianidis, 2016). Η χρήση τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων, ειδικά στην περίπτωση γλυπτών ή άλλων 3D αντικειμένων, δίνει επιπρόσθετα πλεονεκτήματα (Pavlidis et al., 2007). Οι πληροφορίες που συλλέγονται από αυτά τα δεδομένα συνδέονται στενά με τις μεθόδους αποκατάστασης, καθώς προσφέρουν στους συντηρητές αρχαιοτήτων γνώση των αρχικών υλικών και των υλικών αποκατάστασης, παρέχοντας βοήθεια για τις εργασίες καθαρισμού και αφαίρεσης ανασκαφικών επικαθίσεων. Το φαινόμενο αφορά ιδιαίτερα σε οργανικά υλικά, αλλά και σε

ανόργανα. Επιπλέον, η ένταση του φθορισμού γενικά αυξάνεται με τη γήρανση, έτσι τα πρόσφατα υλικά έχουν λιγότερο φθορισμό, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται ως πιο σκούρα σε σύγκριση με παρόμοια αρχαία υλικά.

Συμπερασματικά, τα μοντέλα υπεριώδους φθορισμού και IR 3D είναι ιδιαίτερα χρήσιμα ως εργαλεία τεκμηρίωσης για την κατάσταση διατήρησης και για τη ζωγραφική απεικόνιση των αρχαίων αντικειμένων. Επιτρέπουν να χαρτογραφηθούν τα αρχικά υλικά και τα υλικά αποκατάστασης και να εντοπιστούν ακόμη και κρυμμένα σχέδια ακολουθώντας μια εντελώς μη επεμβατική, οικονομική και γρήγορη διαδικασία.

Τελικά μέχρι στιγμής, μόνο λίγες μελέτες έχουν δημιουργήσει τρισδιάστατα μοντέλα 3D αρχαίων αντικειμένων με πολυχρωμία, με χημικούς χάρτες που διαθέτουν ορατό φθορισμό που προκαλείται από την υπεριώδη ακτινοβολία ή τη φωταύγεια του αιγυπτιακού κυανού (Lanteri, Agresti and Pelosi, 2019; Hedeard *et al.*, 2019; Mathys, Jadinon and Hallot, 2019; Nocerino *et al.*, 2018).

Όσο αφορά τη διερεύνηση διαφορετικών υλικών, όπως κόλλες ή στερεωτικά σε τεχνουργήματα από προηγούμενες εργασίες συντήρησης, ένας από τους καλύτερους τρόπους εξέτασης είναι η ακτινοβολία του αντικειμένου με υπεριώδη ακτινοβολία UV. Η ακτινοβολία συγκεκριμένα με μήκη κύματος τα 325 nm, θα προκαλέσει τον φθορισμό ορισμένων υλικών, εκπέμποντας φως σε όλο το ορατό φάσμα, το οποίο ερμηνεύεται από το ανθρώπινο μάτι ως χρώμα. Ο συγκεκριμένος φθορισμός μπορεί να αποδοθεί σε διαφορετικά υλικά (Nel, 2006). Για παράδειγμα, η γομαλάκα, ή shellac, ένα έκκριμα εντόμου που από τον 16ο αιώνα έχει χρησιμοποιηθεί ως βερνίκι και ως κόλλα για την επισκευή αγγείων (Koob, 1998), φαίνεται διαυγές ή καφέ στο ορατό φως, αλλά όταν ακτινοβολείται με UV, φαίνεται έντονο πορτοκαλί (Nel, 2006). Αν και ο φθορισμός UV δεν μπορεί να προσδιορίσει οριστικά ένα υλικό, μπορεί να παρέχει βασική εικόνα για το πού υπάρχουν νέα ή διαφορετικά υλικά. Διαπιστώθηκε ότι απλές μέθοδοι ανάλυσης όπως η οπτική παρατήρηση, ο φθορισμός της υπεριώδους ακτινοβολίας και η διαλυτότητα του υλικού, είναι χρήσιμα για τον εντοπισμό ειδικά φυσικών προϊόντων, όπως η γομαλάκα ή κάποια ζωική κόλλα. Επιπρόσθετα υπάρχουν και άλλες μέθοδοι όπως οι χημικές δοκιμές κηλίδων, ώστε να συμπληρώνουν τις προηγούμενες, (Koob, 1998) που επιτρέπουν την ταυτοποίηση της ζωικής κόλλας και της νιτρικής κυτταρίνης, καθώς και στους τομείς των αναλυτικών τεχνικών όπως με το υπέρυθρο μετασχηματισμό Fourier. Χημικές δοκιμές κηλίδων για την ταυτοποίηση πρωτεΐνης,

κυτταρίνης, νιτρικών και PVA (Odegaard, Carroll, 2000) χρειάζονται να εφαρμόζεται σε δείγματα υλικών συγκόλλησης και στερέωσης.

Οι κόλλες που έχουν χρησιμοποιηθεί ιστορικά για την επισκευή αρχαιολογικών κεραμικών είναι η γομαλάκα, οι κόλλες ζώων, η νιτρική κυτταρίνη CN και ο πολυοξικός βινυλεστέρας (Koob, 1998). Σε ποιο πρόσφατη έρευνα από τη Nel το 2005, στην προαναφερθείσα λίστα προσθέτει και τα ακρυλικά πολυμερή. Αναφορικά η γομαλάκα προέρχεται από μια προστατευτική επικάλυψη, που εκκρίνεται από ένα έντομο και μοιάζουν σαν λέπια (Horie 1987). Είναι αναγνωρίσιμο εκτός από το λαμπερό πορτοκαλί φθορισμό που εκπέμπει και από τη διαλυτότητά του σε θερμή αιθανόλη ή σε 1:1 ακετόνη/αιθανόλη (Koob, 1998) σε οριακή διαλυτότητα σε ακετόνη (Horie 1987). Επιπλέον αναγνωρίζεται με αντίδρασή του με αλκάλια δίνει ένα έντονο κόκκινο χρώμα και στο υπέρυθρο του φάσμα (Mills, J. & White, 1997).

Το CN είναι ένα συνθετικό παράγωγο της κυτταρίνης που ανακαλύφθηκε το 1833, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά ως εκρηκτικό (Mills, J. & White, 1997). Το πλαστικοποιημένο CN χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στη συντήρηση αντικειμένων στα τέλη του 19ου αιώνα. Τα σκευάσματα αυτό αναμιγνύονταν με πλαστικοποιητές όπως η καμφορά και το φωσφορικό τριφαινύλιο. Είναι δημοφιλείς λόγω της ευκολίας χρήσης, του γρήγορου στεγνώματος, με διαλυτότητα σε ακετόνη και υψηλό Tg (~50°C), γεγονός που το καθιστά κατάλληλο για χρήση σε ζεστά κλίματα. Κιτρινίζει, στεγνώνει και γίνεται εύθραυστο με τη γήρανση (Buys, S. Oakley, 1993). Είναι ευαίσθητο σε αποσύνθεση μέσω όξινης κατάλυσης, θερμότητας και ακτινοβολίας UV (Selwitz 1988). Η ταυτοποίηση βασίζεται στον ωχροκίτρινο φθορισμό του, σε διαλυτότητα σε ακετόνη (Koob 1998) και στο υπέρυθρο φάσμα του (Mills, J. & White, 1997).

VIII. Οπτική αποτύπωση της κατάστασης διατήρησης

Η κατάσταση διατήρησης του ειδωλίου του Διονύσου κρίνεται μέτρια. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που παρουσιάζει το ειδώλιο είναι η σημαντική απώλεια τμημάτων του, τόσο στην περιοχή του κεφαλιού του, από τον λαιμό και πάνω, όσο και στην περιοχή της βάσης του. Επειδή οι αποκρουσμένες ακμές του κεραμικού δεν έχουν ανασκαφικές επικαθίσεις και αν υπήρχαν, δεν φαίνεται να έχουν αφαιρεθεί σε προηγούμενες εργασίες, πιθανώς η απόσπασή τους έγινε μετά την ανασκαφή και ίσως στο μέλλον τα μέρη αυτά να βρεθούν. Το σωζόμενο μέρος του ειδωλίου φαίνεται να διατηρεί σε πολύ μεγάλο ποσοστό την αρχική πολυχρωμία του. Σώζονται ερυθρή, κίτρινη και κυανή χρωστική, εκτός από ελάχιστα άλλα σημεία, κυρίως στο στήθος και στο μηρό της μορφής του Διονύσου. Η ύπαρξη της πολυχρωμίας δηλώνει ότι η λευκή επικάλυψη διατηρείται ακέραη, διαθέτοντας συνοχή μεταξύ του πηλού και των χρωστικών, ενώ εικάζει κανείς ότι αν οι ανασκαφικές επικαθίσεις που εμποδίζουν τη συνολική εμφάνιση του αντικειμένου αφαιρεθούν, θα τεκμηριώσουν την υπόθεση αυτή. Από την άλλη μεριά, οι επικαθίσεις διακρίνονται σε δύο είδη. Αυτές που καταλαμβάνουν μικρότερη επιφάνεια και αποτελούνται από σημαντικό πάχος και άλλες οι οποίες καλύπτουν τα μεγαλύτερα τμήματα, έχουν μικρό πάχος, ενώ ενδιάμεσά τους διακρίνονται πολλά ίχνη από την αρχική πολυχρωμία (Εικ. 29).



Εικόνα 29 Οι ανασκαφικές επικαθίσεις με πλάγιο φωτισμό.



Εικόνα 30 Υπολείμματα ανασκαφικών επικαθίσεων από παλαιότερες επεμβάσεις.

Αυτό συμβαίνει ιδιαίτερα στο σώμα της μορφής του ειδωλίου του Διονύσου. Μπορεί κανείς να διαπιστώσει ότι οι επικαθίσεις εμφανίζονται ομοιόμορφα σε όλη την έκταση του ειδωλίου, έχουν διατηρήσει σε ένα μεγάλο βαθμό τις χρωστικές και την λευκή επικάλυψη. Η χρήση παλαιότερων επεμβάσεων συντήρησης διεξοδικά πρέπει να αποκλειστεί, πιθανώς όμως κατά την αποκάλυψη ή αμέσως μετά να έγινε κάποια προσπάθεια οι επικαθίσεις να αφαιρεθούν, μια και η εμφάνιση χρωστικών δίνει αυξημένο κίνητρο να λάβουν χώρα άμεσες ενέργειες. Ίσως αυτές αναβλήθηκαν λόγω επικινδυνότητας, για την ασφάλεια των υποκείμενων χρωματικών στρωμάτων του αντικειμένου ή λόγω χρονικού περιορισμού (Εικ. 30). Εάν αυτές έγιναν στον κεντρικό κατακόρυφο άξονα της μορφής, επικεντρώθηκαν και σταμάτησαν στο σημείο του δεξιού στήθους της μορφής. Εδώ φαίνονται σημεία βίαιου καθαρισμού από βούρτσα ή σφουγγάρι με καταστροφή της ερυθρής χρωστικής και της λευκής επικάλυψης (Εικ. 31). Πρέπει να σημειωθεί ότι σε αρκετές περιοχές διακρίνονται στοιχεία πολυχρωμίας στο σώμα του Διονύσου, ειδικά στα δύο του πόδια όπου παράλληλα διακρίνονται ταινίες είτε χρωστικής μελανής βαφής ή κάποιας επίθετης απόθεσης, πιθανώς κολλημένου φύλλου κασσίτερου. Όσον αφορά την υποβάθμιση του πηλού με βάση τον ρόλο των διαλυτών αλάτων, όσο το ειδώλιο ήταν θαμμένο ή κατά την αποθήκευσή του, οι

παράγοντες φθοράς δεν φαίνεται να το έχουν επηρεάσει, σχεδόν καθόλου. Στο γεγονός αυτό βέβαια συμβάλλει η τεχνολογία κατασκευής του αντικειμένου, μια και διαθέτει λευκή επικάλυψη, η παρουσία της οποίας ίσως δεν επέτρεψε τη δράση αυτών των παραγόντων στο μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειάς του. Σημειώνεται ότι η λευκή επικάλυψη, η οποία καλύπτει εξωτερικά εξ ολοκλήρου το αντικείμενο, δεν έχει χαθεί κατά την διάρκεια της



Εικόνα 31 Ίχνη βίαιης αφαίρεσης ανασκαφικών επικαθίσεων.

ταφής του και επομένως λειτούργησε προστατευτικά για τον ψημένο πηλό. Η ίδια διακρίνεται ότι έχει πολύ καλή πρόσφυση με τον πηλό, σημαντικό στοιχείο, καθώς τόσο κατά την εφαρμογή της στο αντικείμενο, όσο και όταν αυτό βρίσκονταν στο έδαφος ή αποθηκευμένο, δεν παρουσίασε προβλήματα εκτεταμένης φθοράς. Το γεγονός της μη εξασθένησης της δομής του πηλού από τα διαλυτά άλατα δικαιολογείται επιπρόσθετα από τη μορφολογία του αντικειμένου. Επειδή το αντικείμενο έχει χαμηλό πορώδες, δεν έχει συμπαγή δομή, με μεγάλη παραλληλόγραμμη οπή στην πίσω του πλευρά και ίσως εξαιτίας του ότι δεν υπήρξαν οι κατάλληλες ταφικές προϋποθέσεις, δεν επιτράπηκε στα άλατα να εισέλθουν και να εγκλωβιστούν, με αποτέλεσμα το αντικείμενο να διαθέτει συνοχή στη δομή του πηλού και της λευκής επικάλυψής του. Τα σημεία ύπαρξης βιολογικών συστημάτων μαζί με ανασκαφικές επικαθίσεις είναι ελάχιστα στο αντικείμενο (Εικ. 32). Εστιάζονται εκεί όπου υπάρχει ακόμα οργανικό υλικό του δεσμευτικού μέσου των χρωστικών, δηλαδή σε σημεία όπου το ειδώλιο εμφανίζει εσοχές. Αυτά τα σημεία κατά κύριο λόγο δημιουργήθηκαν όταν το αντικείμενο αποθηκεύτηκε και οι συνθήκες -με την παρουσία του οξυγόνου το επέτρεψαν.



Εικόνα 32 Βιολογικές επικαθίσεις στο σημείο που το αριστερό χέρι του Διονύσου κρατά το κεφάλι του πάνθηρα.

Χειρότερη κρίνεται η κατάσταση διατήρησης των δύο αντικειμένων της άλλης ανασκαφής. Το κέρας της αφθονίας με το μεγαλύτερο μήκος δηλαδή το πήλινο ομοίωμα-ειδώλιο ΜΧ 809α, σώζεται ολόκληρο αποτελούμενο από δύο συνανήκοντα μέλη (Εικ. 33), ενώ το άλλο ομοίωμα-ειδώλιο ΜΧ 809β αποτελείται από τέσσερα μέλη, τα οποία ανά δύο συνανήκουν, ενώ απουσιάζουν δύο, εκ των οποίων η έκταση του ενός ορίζει δε, το τελικό μήκος του αντικειμένου. Στο ειδώλιο ΜΧ 809β έχουν πραγματοποιηθεί προηγούμενες επεμβάσεις



Εικόνα 33 Τα δύο συγκολλημένα μέλη στα οποία δεν έχει γίνει στερέωση, ειδώλιο ΜΧ809α.

συντήρησης δηλαδή προσπάθειες αφαίρεσης των επικαθίσεων, συγκόλλησης των μελών και ενδεχομένως επικάλυψη με κάποιο υλικό στερέωσης (Εικ.34). Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι στην περίπτωση αφαίρεσης της κόλλας ανάμεσα στα συνανήκοντα μέλη, μπορεί να αποδειχτεί εάν τα αντικείμενα έσπασαν ενώ ήταν θαμμένα, λόγω μηχανικών πιέσεων, ακόμα και χημικών διεργασιών ή κατά την αποκάλυψή τους. Η καθαρότητα των συγκολλημένων ακμών



Εικόνα 34 Πιθανό υλικό στερέωσης από προηγούμενες εργασίες συντήρησης, ειδώλιο ΜΧ809β.

θα προκρίνει τη λύση. Πάντως το σπάσιμο και στις δύο περιπτώσεις οφείλεται στο επίμηκες σχήμα των αντικειμένων, μια και διαθέτουν μικρή διατομή, με κάθε υπερκείμενο βάρος να συμβάλει στο γεγονός αυτό. Η προδιάθεση για τη μηχανική υποβάθμιση του πηλού των συγκεκριμένων αντικειμένων πρέπει να υπήρχε και κατά τη διάρκεια της ταφής τους. Το σχήμα, η συμπαγής μορφή και το αυξημένο τους πορώδες, σε σύγκριση με το ειδώλιο του Διονύσου, σε ένα σχετικά υγρό ταφικό περιβάλλον με παρουσία διαλυτών αλάτων και υπερκείμενα βάρη, μάλλον αποδιοργάνωσαν τη δομή του πηλού, με αποτέλεσμα οι θραύσεις σε κομμάτια να ήταν αναπόφευκτες κατά την αποκάλυψη. Κατά το κρίσιμο σημείο της αποκάλυψης από το έδαφος, τα συγκεκριμένα αντικείμενα ήταν για περισσότερο χρονικό διάστημα υγρά λόγω της συμπαγούς μορφής τους και επομένως πιο ευάλωτα. Στην υπόθεση αυτή δεν μπορεί να αποκλείσει κανείς ότι το συμπαγές σχήμα που διαθέτουν τα συγκεκριμένα δύο αντικείμενα, εγκλωβίζουν τα διαλυτά διαφοροποιώντας το βαθμό υποβάθμισής τους σε σχέση με το ειδώλιο του Διονύσου. Σε αυτά η υποβάθμιση είναι πολύ μεγαλύτερη. Άμεσες ενέργειες καθαρισμού επιφέρουν επιπρόσθετα προβλήματα. Εργασίες αφαίρεσης των επικαθίσεων μάλλον κατέστρεψαν τις χρωστικές και τη λευκή επικάλυψη. Οι απώλειες της λευκής επικάλυψης στα δύο αντικείμενα είναι εμφανείς και επικεντρώνονται στις υψηλότερες ανάγλυφες περιοχές. Αυτό υποδηλώνει βίαιο καθαρισμό των επικαθίσεων μετά την αποκάλυψή τους. Πιθανώς η λευκή επικάλυψη τότε να ήταν πιο επιρρεπής σε

καταστροφή. Η χρονική περίοδος που τα αντικείμενα πέρασαν από το ταφικό περιβάλλον, στον ατμοσφαιρικό αέρα είναι πολύ κρίσιμη, διότι πιθανότατα τότε τα αντικείμενα να χαρακτηρίζονταν από μεγαλύτερη ευαισθησία. Πολλές φορές οι ακραίες αλλαγές στις περιβαλλοντικές συνθήκες μπορούν να προκαλέσουν εφάπαξ καταστροφή στο αντικείμενο, για αυτό το λόγο πρέπει η διάβαση να γίνεται με ήπιο τρόπο. Εκτός από την διατήρηση της λευκής επικάλυψης, σώζονται χρωστικές, όπως υποκίτρινη, πράσινη, μοβ και ερυθρή, σώζεται πιθανώς επιχρύσωση με φύλλο κασσιτέρου και ίσως υπολείμματα του δεσμευτικού μέσου των χρωστικών. Για τη διατήρηση του δεσμευτικού μέσου ίσως θα έπρεπε κανείς να αναφέρει ότι ειδικά σε περιοχές όπου υπάρχουν εσοχές στο ανάγλυφο, παρατηρείται παρουσία των χρωστικών μαζί με τις ανασκαφικές επικαθίσεις (Εικ. 35). Εκτός από συγκολλητική ουσία, ο συντηρητής των αρχών του 20ου αι. έχει χρησιμοποιήσει στο ειδώλιο ΜΧ 809β επικάλυψη με κάποιο στερεωτικό μέσο. Η χρήση του παρατηρείται τόσο σε



Εικόνα 35 Ίχνη ερυθρής χρωστικής, ειδώλιο ΜΧ809α.

ακάλυπτα μέρη της πηλίνης επιφάνειας μετά από προηγούμενες εργασίες καθαρισμού (Εικ. 36), όσο στην λευκή επικάλυψη και στο φύλλο κασσιτέρου (Εικ. 37). Στον πηλό φαίνονται υπολείμματα στερεωτικού και στα άλλα στρώματα. Στη μεν λευκή επικάλυψη το παλαιό στερεωτικό έχει δώσει υποκίτρινη απόχρωση, στο δε υποτιθέμενο φύλλο έχει κάνει περισσότερο έντονη την τονικότητά του. Βιολογικά ίσως συστήματα εμφανίζονται ιδιαίτερα σε σημεία όπου υπάρχουν επικαθίσεις που δεν έχουν αφαιρεθεί και χρήση στερεωτικού υλικού. Δεν αποκλείεται αυτό να είναι οργανικής προέλευσης.



Εικόνα 36 Στερεωτικό υλικό το οποίο εμφανίζεται κατευθείαν στον πηλό, ειδώλιο ΜΧ8096.



Εικόνα 37 Το φύλλο κασίτερου.

Γενικά και στα τρία αντικείμενα οι περιοχές που παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις χαρτογραφούνται ως εξής. Πηλός ως επιφάνεια του αντικειμένου, πηλός σε απόκρουση και επιφάνειες με λευκή επίστρωση με ή χωρίς χρωστικές. Σε κάθε μια από αυτές τις περιοχές εναποτίθενται επικαθίσεις, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό.

Οι στόχοι των αναλύσεων

Όλες οι αναλύσεις που απαιτούνται για τις εργασίες της επεμβατικής συντήρησης πρέπει να επικεντρώνονται σε πέντε άξονες.

Αρχικά, χρειάζεται να αναγνωρισθεί το υλικό από το οποίο αποτελείται η λευκή επικάλυψη για να βρεθεί η σταθερότητά του σε σχέση με το νερό. Είναι σημαντικό να γνωρίζει ο συντηρητής αρχαιοτήτων την διαλυτότητα ή όχι, διότι διαφορετικά συμπεριφέρεται ο καολίνης, το ανθρακικό ασβέστιο, το λευκό του μολύβδου ή η γύψος ως λευκή επικάλυψη. Ιδανικά θα ήταν να γνωρίζει αν η λευκή επικάλυψη έχει χρησιμοποιηθεί πριν ή μετά το ψήσιμο.

Στη συνέχεια πρέπει να βρεθούν οι χρωματικές διαβαθμίσεις οι οποίες προέρχονται από διαφορετικές χρωστικές ή ανάμειξη των χρωστικών τους. Ο μη διαχωρισμός των χρωστικών μπορεί να προκαλέσει άστοχες ενέργειες κατά τις εργασίες αφαίρεσης των επικαθίσεων. Ενδεχόμενη χρήση διαφορετικών ερυθρών χρωστικών, δηλαδή η μια άνωθεν της άλλης μπορεί να δημιουργήσει σύγχυση με αρνητικά αποτελέσματα. Το ίδιο μπορεί να συμβεί και με χρωματικά σχέδια τα οποία δεν είναι αντιληπτά με γυμνό μάτι. Βέβαια ο προσδιορισμός όλων των χρωστικών που έχουν χρησιμοποιηθεί στα αντικείμενα, καθώς και υλικών σε σημεία που μπορεί να έχει χρησιμοποιηθεί κάποιο υλικό επιχρύσωσης είναι επιβεβλημένος.

Επιπλέον αποτελεί χρήσιμη διερεύνηση ο εντοπισμός της ύπαρξης υλικού στερέωσης κατά τις παλαιότερες επεμβάσεις συντήρησης ιδιαίτερα στο ειδώλιο ΜΧ 809β, στερεωτικό υλικό που πιθανώς έχει κοινή σύσταση με το συγκολλητικό υλικό που έχει χρησιμοποιηθεί στο άλλο ειδώλιο.

Επιπρόσθετα είναι ανάγκη να διερευνηθεί η ύπαρξη οργανικού υλικού, η οποία προέρχεται από το δεσμευτικό μέσο των χρωστικών, με την υποβάθμιση που αυτή έχει υποστεί, καθώς επίσης και η εμφάνιση βιολογικών συστημάτων σε περιοχές με ανασκαφικές επικαθίσεις ή από προηγούμενες επεμβάσεις συντήρησης. Τέλος αναγκαιότητα αποτελεί η εύρεση της σύστασης των ανασκαφικών επικαθίσεων, η οποία θα επιτευχθεί με δειγματοληψία και θα υποδείξει τον τρόπο αφαίρεσής των.

Τα σημεία δειγματοληψίας

Ξεκινώντας από τις ανασκαφικές επικαθίσεις, θα χρησιμοποιηθούν μόνο σε αυτές καταστρεπτικές μέθοδοι, δηλαδή XRD και ATR-FTIR, λαμβάνοντας δείγματα τα οποία θα αποσπαστούν από τα αντικείμενα, με γνώμονα ότι δεν αφαιρείται κανένα υλικό από την πολυχρωμία τους. Τα δείγματα θα ληφθούν από τέσσερις περιοχές, οι δύο από το ειδώλιο του Διονύσου MX 816 (Εικ. 38) και οι άλλες δύο από τα MX 809α+β (Εικ. 39, 40). Το κυριότερο είναι να διασφαλιστεί το ότι το δείγμα αποτελεί αντιπροσωπευτικό τμήμα των ανασκαφικών επικαθίσεων του αντικειμένου (Gibson, 2005, p. 124). Με την αρχική εκτίμηση ότι στα ειδώλια MX 816 και MX 809α δεν έχει χρησιμοποιηθεί κάποιο υλικό στερέωσης από προηγούμενες επεμβάσεις συντήρησης, σε σχέση με το ειδώλιο MX 809β, ορίστηκαν τα συγκεκριμένα σημεία, περιμένοντας τα αποτελέσματα των αναλύσεων που έχουν σχέση με τις επικαθίσεις και διαχωρίζονται στις εξής δύο κατηγορίες: Η πρώτη η οποία διατηρεί άλατα χωρίς την παρουσία οργανικού υλικού και η δεύτερη έχοντας άλατα μαζί με οργανικό υλικό. Αν η παρουσία του οργανικού υλικού υφίστανται μόνο στο ειδώλιο MX 809β, αυτό τότε σημαίνει ότι οι προηγούμενες επεμβάσεις με την πρόσθεση κάποιου στερεωτικού, έδωσαν το έναυσμα της δημιουργίας βιολογικών συστημάτων στις παρούσες συνθήκες αποθήκευσης. Από την άλλη μεριά, αν βρεθούν και στις επικαθίσεις των άλλων δυο ειδωλίων, τότε σημαίνει ότι στο γεγονός αυτό έχει συνεισφέρει η παρουσία αρχικού οργανικού υλικού.

Η δειγματοληψία εξαρτάται από την επιλεγμένη αναλυτική τεχνική. Συχνά εφαρμόζεται η μηχανική αποκοπή δειγμάτων σε μικρο ή νάνο-κλίμακα. Οι περιορισμοί για το μέγεθος των δειγμάτων επιβάλλουν την χρήση νυστεριών ή βελονών ή πιο σπάνια εργαλείων ειδικά σχεδιασμένων για το σκοπό αυτό. Μία άλλη μέθοδος είναι η απόξεση ελάχιστων κόκκων από ένα στερεό υλικό και ο εγκιβωτισμός τους σε δισκία SiC, τα οποία δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα όταν χρησιμοποιούνται.

Οι περισσότερες αναλυτικές τεχνικές προϋποθέτουν κάποια προετοιμασία δείγματος και παρόλο που οι διαδικασίες ποικίλλουν, υπάρχουν πέντε βασικές: κονιοποίηση, διαλυτοποίηση, παραγωγοποίηση, τήξη και έγκλειση (Domènech, Domènech-Carbó and Costa, 1970). Η κονιοποίηση είναι μια απλή προετοιμασία δειγμάτων που προορίζονται για αρκετές φασματομετρικές και φασματοσκοπικές τεχνικές, όπως η περίθλαση ακτινών X και η φασματοσκοπία υπερύθρου με μετασχηματισμό Fourier, που θα χρησιμοποιηθούν στην εργασία αυτή. Ο έλεγχος του μεγέθους των κόκκων είναι απαραίτητος για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Βέβαια για περεταίρω έρευνα τα δείγματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν

και σε άλλες αναλυτικές τεχνικές όπως ο πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός (nuclear magnetic resonance NMR), η διαφορική θερμική ανάλυση (differential thermal analysis DTA) και η θερμοσταθμική ανάλυση (thermogravimetric analysis TG).

Τα τέσσερα δείγματα θα χρησιμοποιηθούν από κοινού και για τις δύο αναλυτικές τεχνικές XRD και ATR-FTIR.



Εικόνα 38 Τα δύο σημεία δειγματοληψίας στο ειδώλιο MX 816.



Εικόνα 39 Το σημείο δειγματοληψίας στο ειδώλιο ΜΧ 809α.



Εικόνα 40 Το σημείο δειγματοληψίας στο ειδώλιο ΜΧ 809β.

Τα σημεία ανάλυσης στο ειδώλιο ΜΧ816

Τα σημεία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της λευκής επικάλυψης, της ενδεχόμενης ύπαρξης επίθετου φύλλου κασσιτέρου, χρωστικών και του ενδεχόμενου συνδετικού μέσου αυτών (Εικ. 41, 242).



Χρωστική ερυθρή I: X1, F1

Χρωστική ερυθρή II: X2, F2

Χρωστική ώχρα: X3, F3

Χρωστική κυανή: X4, F4

Χρωστική μελανή: X5, F5

Λευκή επικάλυψη: X6, F6

Επίθετο φύλλο κασσιτέρου: X7, F7

Εικόνα 41 Τα επτά σημεία ανάλυσης της μελέτης για το ειδώλιο ΜΧ 816 με ΧRF (X1-X7) και FTIR (F1-F7).

Τα σημεία ανάλυσης στα ειδώλια ΜΧ 809α+β



Εικόνα 42 Τα εννέα σημεία ανάλυσης της μελέτης για τα ειδώλια ΜΧ 809α+β, με τις αναλυτικές τεχνικές XRF (X8-X16) και FTIR (F8-F16).

Ακολουθεί πίνακας με τα σημεία δειγματοληψίας και τα σημεία ανάλυσης για τα τρία ειδώλια (Πίν. 1). Σημειώνεται ότι το ίδιο απόξεσμα των ανασκαφικών σε κάθε μια από τις τέσσερα σημεία, εφαρμόζονται και για τις δύο αναλυτικές τεχνικές XRD και ATR-FTIR.

Πίνακας 1 Οι είκοσι περιοχές στις οποίες θα εφαρμοστούν οι αναλυτικές τεχνικές XRF, FTIR, XRD και ATR-FTIR.

Θέση	MX816		MX809α		MX809β	
	<i>XRF</i>	<i>FTIR</i>	<i>XRF</i>	<i>FTIR</i>	<i>XRF</i>	<i>FTIR</i>
1	X1	F1				
2	X2	F2				
3	X3	F3				
4	X4	F4				
5	X5	F5				
6	X6	F6				
7	X7	F7				
8			X8	F8		
9			X9	F9		
10			X10	F10		
11			X11	F11		
12			X12	F12		
13					X13	F13
14					X14	F14
15					X15	F15
16					X16	F16
	<i>XRD</i>	<i>ATR-FTIR</i>	<i>XRD</i>	<i>ATR-FTIR</i>	<i>XRD</i>	<i>ATR-FTIR</i>
17	D17	R17				
18	D18	R18				
19			D19	R18		
20					D20	R20
	Μέθοδος:	X=XRF	F=FTIR	D=XRD	R=ATR-FTIR	

τεχνικές XRF και FTIR διότι δρουν συμπληρωματικά, ενώ σε μερικές περιπτώσεις απουσιάζουν οι τιμές FTIR διότι είναι αδύνατη η λήψη ανάλυσης αφού το ανάγλυφο δεν το επιτρέπει σε αυτές τις περιοχές του ειδωλίου.

Αναλυτικά με ένδειξη X συμβολίζονται οι αναλύσεις με την τεχνική XRF, με F εκείνες με την τεχνική FTIR και με D τα σημεία δειγματοληψίας με την τεχνική XRD και R εκείνα με την τεχνική ATR-FTIR.

ΙΧ. Μέθοδοι και τεχνικές

Οπτική μικροσκοπία (ΟΜ)

Η οπτική μικροσκοπία πραγματοποιήθηκε με δύο συσκευές παρατήρησης, η πρώτη αποτελείται από ένα οπτικό μικροσκόπιο Optika SZM-2 με δυνατότητα μεγέθυνσης 10 x και η δεύτερη με ένα ψηφιακό μικροσκόπιο Dino-Lite AM7915MZTL με εύρος διακύμανσης από 10 x έως 140 x του Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης της ΕΦΑ Ευβοίας.

Πολυφασματική απεικόνιση με υπεριώδη φθορισμό (UVF)

Για την πραγματοποίηση της UVF απεικόνισης χρησιμοποιήθηκε⁷ το παρακάτω set up:

Φωτογραφική μηχανή: Canon EOS 5D Mark II

Φωτιστική πηγή: 6 x (SYLVANIA F18W/BLB Blacklight blue 59 cm)

Φίλτρο φακού: BRAUN Blueline UV Lens Protection

Πολυφασματική απεικόνιση με υπέρυθη ανακλαστογραφία (VIL)

Για την πραγματοποίηση της VIL απεικόνισης χρησιμοποιήθηκε το παρακάτω set up:

Φωτογραφική μηχανή: Canon EOS 5D (με αφαίρεση του φίλτρου του αισθητήρα)

Φωτιστική πηγή: 2 x (LUMAX Plati LFL107 LED Flood light 4500 lm, 6000 K)

Φίλτρο φακού: LVSHI IR850 nm

Φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων Χ (XRF)

Το φασματόμετρο που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη των ειδωλίων στο Εργαστήριο Συντήρησης της ΕΦΑ Ευβοίας, είναι ένα φορητό φασματόμετρο pXRF, portable, Tracer 5 της Bruker, το οποίο ανήκει στο Τμήμα Συντήρησης της Πολιτιστικής Κληρονομιάς του

⁷ Τόσο η UVF απεικόνιση όσο και η VIL πραγματοποιήθηκαν από τους κ. Ι. Παναγάκο και κα. Π. Τσακρή, Συντηρητών Αρχαιοτήτων του Εργαστηρίου Συντήρησης Γλυπτών του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου. Η διαδικασία είχε συνολική διάρκεια περίπου τρεις ώρες.

Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Το λειτουργικό πρόγραμμα software όπου επεξεργάστηκαν τα φάσματα είναι το Artax.

Υπέρυθρη φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier (FTIR)

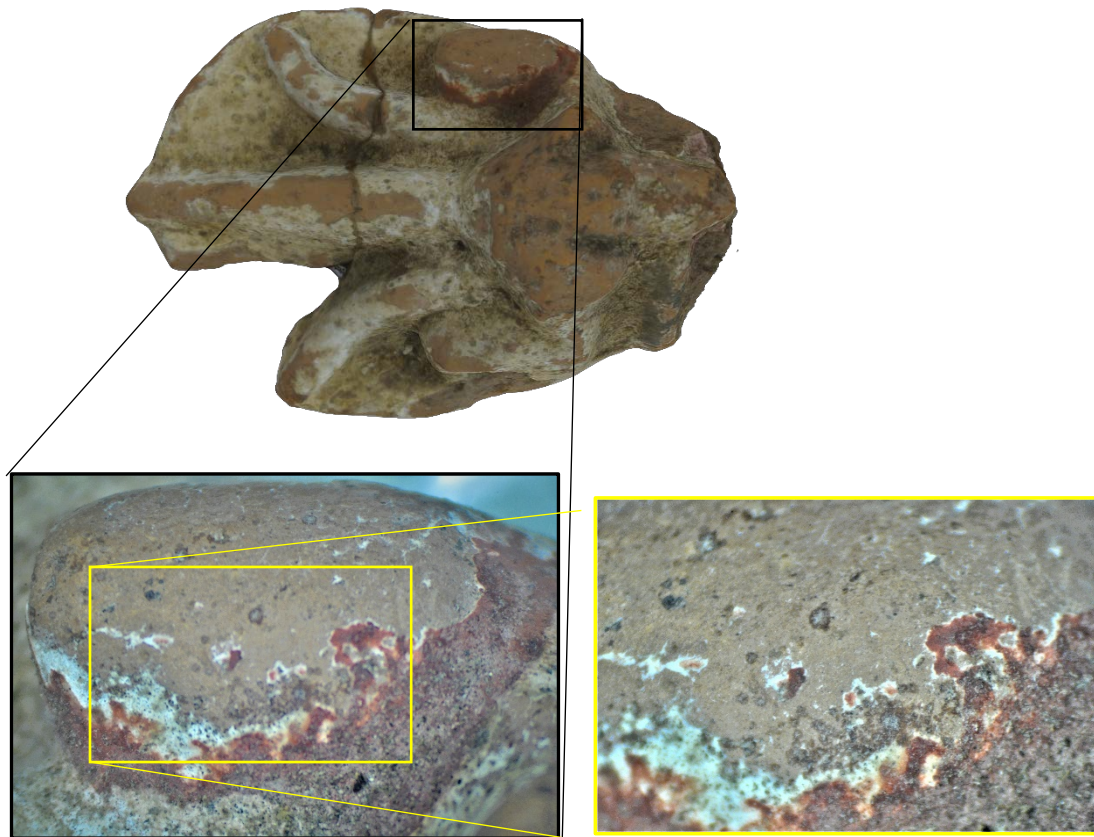
Το φασματόμετρο που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη των ειδωλίων στο Εργαστήριο Συντήρησης της ΕΦΑ Ευβοίας, είναι ένα φορητό φασματόμετρο της Bruker, το οποίο ανήκει στο Τμήμα Συντήρησης της Πολιτιστικής Κληρονομιάς του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Το λειτουργικό πρόγραμμα software όπου επεξεργάστηκαν τα φάσματα είναι το Spectragryph.

Χ. Τα αποτελέσματα των αναλυτικών τεχνικών

Οπτική μικροσκοπία

Η παρατήρηση αυτή είχε ως στόχο από την μια να προσδιορίσει τη χρήση ή όχι πρόσθετων υλικών στερέωσης κατά τις εργασίες αποκατάστασης όταν είχαν συγκολληθεί τα κομμάτια και από την άλλη να εξάγει συμπεράσματα για την τεχνολογία κατασκευής στις γκρι μαύρες περιοχές τόσο στα δύο ειδώλια όσο και στα κάτω άκρα του ειδωλίου του Διονύσου. Οι πρώτες έγιναν με το οπτικό και οι δεύτερες με το ψηφιακό μικροσκόπιο.

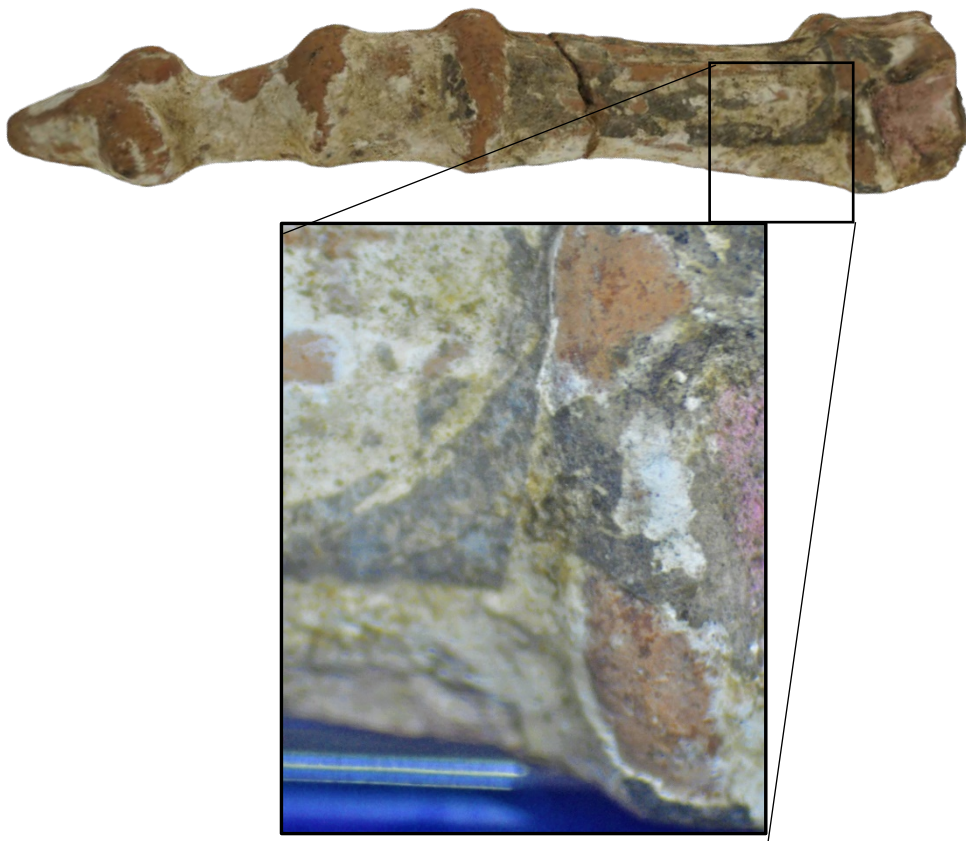
Στο ειδώλιο ΜΧ 809β (Εικ. 43) παρατηρείται η εναπόθεση υλικού στερέωσης η οποία δίνει



Εικόνα 43 Πιθανή εμφάνιση υλικού στερέωσης, που έχει υποστεί υποβάθμιση σκούρα στίγματα μετά τις εργασίες αποκατάστασης, το οποίο διακρίνεται πάνω σε όλες τις περιοχές (υπολείμματα ανασκαφικών επικαθίσεων, ερυθρή χρωστική, λευκή επικάλυψη, εμφανής πηλός), λήψεις με οπτική μικροσκοπία.

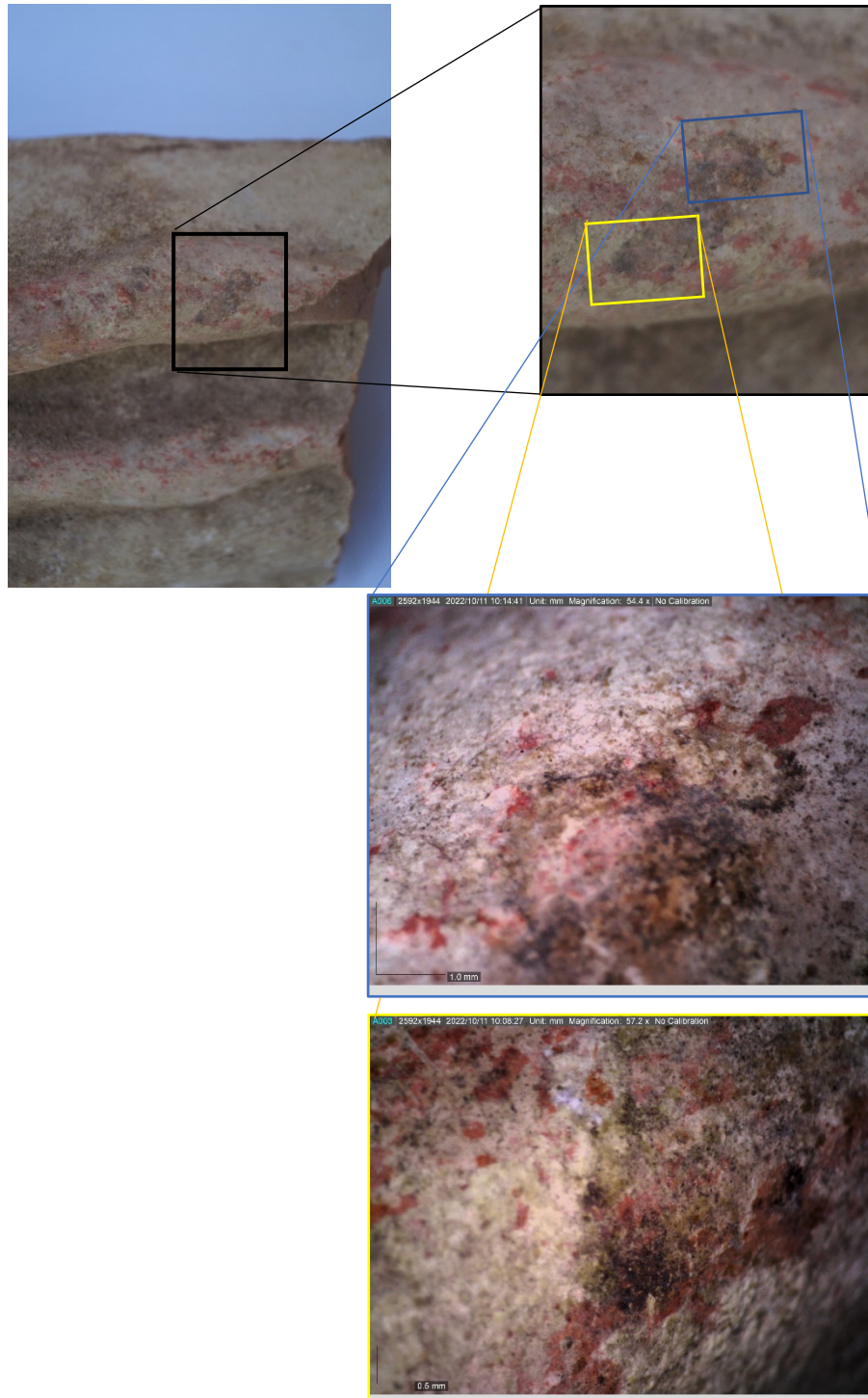
έντονη τονικότητα στις επιμέρους περιοχές που διατηρούνται, χρήση η οποία ερευνάται σε αντίθεση με τα άλλα δύο ειδώλια στα οποία δεν έχει εφαρμοστεί. Η εφαρμογή του υλικού φαίνεται να εξακολουθεί να συγκρατεί όλες τις περιοχές, ενώ έχει σχεδόν εξαφανιστεί από

τα εμφανή μέρη του πηλού. Όταν η χρήση υλικών στερέωσης εφαρμόζεται ταυτόχρονα σε διαφορετικές επιφάνειες είναι σχεδόν βέβαιο ότι σε εκείνες με τους περισσότερους πόρους θα εμφανίζεται λιγότερο η παρουσία τους (Εικ. 44). Είναι ο λόγος που σε αυτές τις περιοχές θα εξατμιστεί περισσότερο ο διαλύτης χωρίς να διατηρηθεί η ρητίνη του υλικού στερέωσης. Το αποτέλεσμα αυτό πρέπει να εμφανιζόταν κατά τα πρώτα χρόνια μετά την αποκατάστασή του, ενώ οι συνθήκες φύλαξης πρέπει να το επηρέασαν σε μικρό βαθμό. Αν συμβαίνει κάτι τέτοιο σημαίνει ότι ο διαλύτης σε σχέση με το υλικό στερέωσης ήταν συντριπτικά περισσότερος, σε πολύ μεγαλύτερη αναλογία πάνω από 90%. Αυτό πιστοποιεί ίσως τις ικανότητες των συντηρητών της εποχής να χρησιμοποιούν ικανές συγκεντρώσεις ως προς τα υλικά αποκατάστασης, γνωρίζοντας ότι ναι μεν θα τις στερεώσουν τονίζοντας παράλληλα τις επίθετες χρωστικές, αλλά ταυτόχρονα κρατούσαν τον εμφανή πηλό με τα αρχικά χαρακτηριστικά του. Τώρα γιατί την επιδίωξη αυτή δεν την υλοποίησε και στο ειδώλιο ΜΧ 809α αποτελεί άξιο απορίας, σημαντική όμως παρόλα ταύτα σήμερα η σύγκριση που αποκαλύπτεται στο κομμάτι της έρευνας. Ίσως να διαπίστωσε ότι δεν διέπραξε σωστά, αλλά πιο πιθανό είναι το συγκεκριμένο ειδώλιο να απαιτούσε περισσότερες εργασίες στερέωσης.



Εικόνα 44 Το υλικό στερέωσης πάνω στην λευκή επικάλυψη έχοντας κιτρινοπράσινη απόχρωση και με μικρή παρουσία στην επιφάνεια του εμφανή πηλού.

Στο ειδώλιο ΜΧ 816 (Εικ. 45) με το ψηφιακό μικροσκόπιο ερευνάται η δομή και η μορφολογία της γκρι μελανής ταινίας.



Εικόνα 45 Η ταινία με την μελανή απόχρωση στο αριστερό άκρο του ειδωλίου.

Πολυφασματική απεικόνιση με υπεριώδη φθορισμό (UVF)

Τα αποτελέσματα έδειξαν μετά τη λήψη ορατών εικόνων φθορισμού που προκαλούνται από την υπεριώδη ακτινοβολία (365 nm), τη χρήση ερυθρής χρωστικής ριζάρι (πορτοκαλί-κόκκινος φθορισμός), ως χρωματική απόδοση κατά την *κόσμιση* των ειδωλίων, την χρήση κόλλας γομαλάκα ως υλικό συγκόλλησης (πορτοκαλί-κίτρινος φθορισμός) και την εφαρμογή υλικού στερέωσης δάμαρης ή μαστίχας (πρασino-κίτρινος φθορισμός), ως αποτελέσματα των προηγούμενων εργασιών αποκατάστασης. Ακόμη, διακρίνει την ύπαρξή της και σε σημεία τα οποία δεν συγκολλήθηκαν (Εικ. 47). Τέλος, διακρίνεται το σύγχρονο βερνίκι που έχει εφαρμοστεί πάνω στον ψημένο πηλό (πρασino-γκρί φθορισμός), σχήματος ελλειψοειδές/ωοειδές για τη συγκράτηση του μελανιού σήμανσης, με ταυτόχρονα αποφυγή λερώματος του αντικειμένου (Εικ. 46, 47). Αναλυτικά τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 2.

Η τεχνική της UVF απεικόνισης διαφοροποιεί τα πρόσθετα υλικά αποκατάστασης μια και μπορεί να αναγνωρίσει υλικά τα οποία βρίσκονται στην επιφάνεια των αντικειμένων. Στην περίπτωση των αρχαίων χρωστικών όπως το ριζάρι ενδέχεται σε πολύ μεγάλο βαθμό κάτω από τις επικαθίσεις, τη δυνατότητα να μην το διακρίνει. Όμως τα σημεία στα οποία εμφανίζεται, αν και ελάχιστα όπως στο ειδώλιο του Διόνυσου υποδεικνύουν την ύπαρξη και περισσότερων περιοχών που αποκρύπτονται από τις ανασκαφικές επικαθίσεις. Κάνοντας μια

Πίνακας 2 Τα αποτελέσματα της απεικόνισης με υπεριώδη φθορισμό.

	UVF			
	Χρωστική	Υλικό συγκόλλησης	Υλικό στερέωσης	Βερνίκι
MX 809α	Ριζάρι	Γομαλάκα	-	-
MX 809α (πίσω όψη)	-	Γομαλάκα	-	v
MX 809β	Ριζάρι	Γομαλάκα	Δάμαρη ή μαστίχα	-
MX 809β (πίσω όψη)	-	Γομαλάκα		v
MX 816	Ριζάρι	-	-	-

πιο εστιασμένη παρατήρηση μπορεί κανείς να τις διακρίνει (Εικ. 48), γεγονός που αποτελεί μεγάλη συνεισφορά για την ασφαλή διαχείριση του αντικειμένου κατά τις εργασίες επεμβατικής συντήρησης. Δηλαδή, οι εργασίες αφαίρεσης των ανασκαφικών επικαθίσεων αποτελούν μια ενέργεια η οποία δεν διακρίνεται από την αντιστρεψιμότητά της, που σημαίνει ότι μετά την πραγματοποίησή της, οποιαδήποτε λάθος διαδικασία είναι επιζήμια για την χρωστική και κατ' επέκταση για το ίδιο το αντικείμενο (Καρολίδης, 2017, σ. 174). Ως εκ τούτου επιβεβλημένη κρίνεται η επαναξιολόγηση μέσω απεικόνισης από υπεριώδη φθορισμό UVF, για να αποκαλυφθεί τελικά όσο το δυνατόν, ειδικά στο ειδώλιο του Διόνυσου, ο αρχικός χρωματικός χάρτης της συγκεκριμένης χρωστικής.



Εικόνα 46 Οι λήψεις αριστερά είναι στο ορατό Vis και οι δεξιά στο υπεριώδες UVF. Στο UVF διακρίνεται η διαφοροποίηση ανάμεσα στον φθορισμό που παράγεται από την χρωστική ριζάρι (πορτοκαλί-κόκκινος φθορισμός) και από το υλικό συγκόλλησης γομαλάκα (πορτοκαλί-κίτρινος φθορισμός).



Εικόνα 47 Οι λήψεις αριστερά είναι στο ορατό Vis, οι δεξιά στο υπεριώδες UVF. Χρήση γομαλάκας σε ακμές των οστράκων οι οποίες δεν συγκολλήθηκαν. Εφαρμογή υλικού στερέωσης.



Εικόνα 48 Η αριστερή λήψη είναι στο ορατό Vis, η δεξιά στο υπεριώδες UVF. Διακρίνεται η χρωστική ριζάρι σε σημεία που δεν καλύπτεται από τις ανασκαφικές επικαθίσεις.



Εικόνα 49 Οι δύο λήψεις αριστερά είναι στο υπεριώδες UVF και οι δεξιά στο ορατό Vis. Τα ακριβή σημεία υπόδειξης μετά από επεξεργασία η οποία βοηθά στον εντοπισμό, αφανών σημείων ύπαρξης της χρωστικής ριζάρι δίπλα από αυτά.

Πολυφασματική απεικόνιση με υπέρυθρη φωταύγεια επαγόμενη από την ορατή ακτινοβολία (VIL)

Τα αποτελέσματα έδειξαν μετά τη λήψη εικόνων (Εικ. 50-53) που προκαλούνται από την υπέρυθρη ακτινοβολία (<850 nm), τη χρήση χρωστικής, αιγυπτιακό κυανό μόνο στο ειδώλιο του Διόνυσου. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι ο αρχικός ισχυρισμός μέσω της μικροσκοπικής παρατήρησης στο σημείο του ιματίου ήταν σωστός. Στα άλλα δύο ειδώλια δεν βρέθηκε κάποιο ίχνος αυτής της χρωστικής.



Εικόνα 50 Η αριστερή λήψη είναι στο ορατό Vis, οι άλλες δύο στο υπέρυθρο VIL, ειδώλιο ΜΧ 809 α. Διακρίνεται δείγμα σε μορφή σκόνης το αιγυπτιακό κυανό, ο έντονος λευκός χρωματισμός κατά την υπέρυθρη ακτινοβολία.

Είναι σημαντικό ότι η υπέρυθρη ακτινοβολία εντοπίζει την συγκεκριμένη χρωστική, ακόμη και κάτω από τις ανασκαφικές επικαθίσεις. Βέβαια δεν αποκλείεται η ύπαρξη και άλλης κυανής χρωστικής, ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο κατά τις εργασίες επεμβατικής συντήρησης. Για την καλύτερη ερμηνεία της ακριβής θέσης εμφάνισης του αιγυπτιακού κυανού κατά μήκος του ιματίου του ειδωλίου του Διόνυσου (Εικ. 52, 53), έγινε επεξεργασία σε απλό αρχείο φωτογραφίας jpeg με χρήση πρόσθετης χρωστικής στον υπολογιστή, για να φανεί ακριβώς σε ποια σημεία το αιγυπτιακό κυανό βρίσκεται κάτω από τις ανασκαφικές επικαθίσεις (Εικ. 54).



Εικόνα 51 Η αριστερή λήψη είναι στο ορατό Vis, οι άλλες δύο στο υπέρυθρο VIL, ειδώλιο ΜΧ 809 β.



Εικόνα 52 Η αριστερή άνω λήψη είναι στο ορατό Vis, οι άλλες τρεις στο υπέρυθρο VIL, το αιγυπτιακό κυανό προβάλλει ως λευκά στίγματα στο ειδώλιο του Διόνυσου.



Εικόνα 53 Το αιγυπτιακό κυανό στο μάτι του ειδωλίου του Διόνυσου.



Εικόνα 54 Οι δύο λήψεις είναι στο ορατό *Vis* υποδεικνύοντας τα ακριβή σημεία του αιγυπτιακού κυανού.

Φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων Χ (XRF)

Ελήφθησαν συνολικά⁸ τριάντα τέσσερα φάσματα εκ των οποίων παραθέτονται στην μελέτη τα πιο αντιπροσωπευτικά, δηλαδή τα δέκα οκτώ, από δέκα διαφορετικές θέσεις και στα τρία ειδώλια (Εικ. 55)(Σχ. 6). Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε με δύο επιλογές. Η πρώτη με 40 KV/20,4 μ Α και φίλτρο Ti 25, ενώ η δεύτερη με 15 KV/70 μ Α, χωρίς φίλτρο (Πίν. 3). Αναλυτικά,

Πίνακας 3 (α) Η κατανομή του συνόλου των φασμάτων φθορισμού ακτίνων, σε παρένθεση οι αριθμοί που τα φάσματά τους δεν χρησιμοποιήθηκαν και (β) τα σημεία με τα κύρια ανιχνεύσιμα στοιχεία.

α

Ειδώλιο	Σημείο		Χρωστική	Επικάλυψη	Ταινία	Θέση
	Ενέργεια					
	40 KV/20,4 μ Α (φίλτρο Ti 25)	15 KV/70 μ Α				
MX 816	845	866	Ερυθρή			Δεξί στήθος του
	846		Ερυθρή			Δεξί στήθος του
	847	867		Λευκή		Δεξιά κάτω περιοχή
	848, 849, 850	868			Γκρι/μελανή	Αριστερό κάτω του άκρο
	851	869, 870	Ερυθρή			Κοιλιακοί μυς
	852	871	Μελανή			Αριστερός του μηρός
MX 809α	853, 854	872		Λευκή		
	855, 856, 857, 858, 859, 860	873	Πράσινη			
	861	874	Μοβ			
	862	875			Γκρι/μελανή	
MX 809β	863	876	Ερυθρή			
	864, 865	877			Γκρι/μελανή	
		878	Μοβ			

⁸ Υπήρξε διαφοροποίηση όσο αφορά τα σημεία ανάλυσης και δειγματοληψίας, στις τεχνικές XRF, FTIR και XRD, σε σχέση με τον αρχικό προγραμματισμό, δεδομένου ότι οι φωτογραφικές τεχνικές άλλαξαν εν μέρη τα δεδομένα.

β

Ειδώλιο	Σημείο	Χρωστική/Επικάλυψη/Ταινία	Σχήμα	Κύρια ανιχνεύσιμα στοιχεία	Πίνακας
MX 816	846	Ερυθρή	7	Fe, Ca, Ru, Sr	4
	866	Ερυθρή	8	Ca, Fe, Si, K, Ti, S, Hg	5
	851	Ερυθρή	9	Fe, Ca, Ru, Sr	6
	848, 849, 850	Γκρι/μελανή	10	Fe, Ca, Ru, Sr, Rh	7
	852	Μελανή	11	Fe, Ca, Ru, Sr, Mn, Rh	8
	847	Λευκή	12	Fe, Ca, Sr, Zr	9
	867	Λευκή	13	Ca, Fe, Si, K, Ar	10
MX 809α	872	Λευκή	14	Ca, Fe, Cu, Si	11
	873	Πράσινη	15	Ca, Cu, Ar, Fe	12
	860	Πράσινη	16	Cu, Fe, Ca	13
	861	Μοβ	17	Ca, Fe, As, Sr	14
	874	Μοβ	18	Ca, Ar, Fe, Si, K, S	15
	862	Γκρι/μελανή	19	Sn, Fe, Ca, Ru, As, Rh	16
	875	Γκρι/μελανή	20	Ca, Sn, Fe, Si, Ar, Ru	17
MX809β	878	Μοβ	21	Ca, Fe, K, Si, Ar, S	18
	876	Ερυθρή	22	Ca, Fe, Ar, Si, K	19
	865	Γκρι/μελανή	23	Sn, Fe, Pd, Ru	20

επτά σημεία από το ειδώλιο MX 816 [846, 847, 849, 851, 852, 866 και 867] (Σχ. 7-13), επτά από το MX 809α [860, 861, 862, 872, 873, 874 και 875] (Σχ. 14-20) και τρία από το MX 809β [865, 876 και 878] (Σχ. 21-23). Σε κάθε ένα φάσμα, όπου στον άξονα των χ αναφέρεται η ενέργεια E σε keV και στον ψ οι παλμοί counts ανά δευτερόλεπτο, αποδίδονται τα αποτελέσματα έχοντας ταυτόχρονα την στοιχειακή ανάλυση στους αντίστοιχους πίνακες (Πίνακες 4-20).



Εικόνα 55 Η εφαρμογή του φασματόμετρου στην Χαλκίδα.

Πριν την ανάγνωση των αποτελεσμάτων πρέπει να γίνουν κατανοητοί οι εξής δύο παράμετροι. Πρώτον, στην συγκεκριμένη εργασία με XRF δεν πραγματοποιήθηκε καμία

επέμβαση στα αντικείμενα, όπως αφαίρεση μέρους ποσότητας ανασκαφικών επικαθίσεων, επομένως είναι σίγουρο ότι στοιχεία από αυτά περιέχονται μέσα στα φάσματα. Σε πολλά



Σχήμα 6 Οι δέκα διαφορετικές θέσεις με τα τριάντα τέσσερα σημεία, λήψεις 845-878.

φάσματα η παρουσία ασβεστίου Ca και σιδήρου Fe υποδηλώνουν την ύπαρξη των επικαθίσεων. Το XRF έδειξε ότι ο σίδηρος, το ασβέστιο και το πυρίτιο ήταν πολύ συχνά στην πλειονότητα των δειγμάτων, παρέχοντας ενδείξεις για την παρουσία στοιχείων από το έδαφος και καθόλου από υπολείμματα της μήτρας από πηλό στα ευρήματα (Fostiridou *et al.*, 2016, p. 456). Σε μελλοντική εργασία, μετά την αφαίρεση των ανασκαφικών επικαθίσεων, μπορεί να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων, οδεύοντας στην ακριβή ταυτοποίηση των υλικών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι εκείνο που αναφέρεται στην λευκή επικάλυψη του ειδώλιου MX 809α όπου καταγράφεται η παρουσία χαλκού Cu, δηλώνοντας ίχνη πράσινης χρωστικής που γειτνιάζουν δίπλα της (Πίνακας 11). Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι μπορεί να γίνει παρερμηνεία ειδικά στο φάσμα της λευκής επικάλυψης στο ειδώλιο MX 816. Δεύτερον, στα φάσματα του ειδώλιου MX 809β δεν πρέπει να αγνοείται η ταυτόχρονη ύπαρξη υλικού στερέωσης.

Στόχος αποτελεί αρχικά ο προσδιορισμός της ταυτότητας μιας ή περισσότερων ερυθρών χρωστικών, τόσο στην περιοχή του στήθους, όσο και στους κοιλιακούς μυς για το ειδώλιο του Διόνυσου MX 816. Επιπλέον ερευνάται ο προσδιορισμός των μελανών ή γκρι/μελανών

περιοχών στο ίδιο ειδώλιο, στην κάτω περιοχή του κάτω άκρου του, όσο και στα άλλα δύο ειδώλια, στο μεν MX 809α στην οξεία απόληξή του, στο δε MX 809β στο μέσον του. Επιπλέον διερευνήθηκαν οι χρωστικές, πράσινη στο ένα, μοβ και ερυθρή σκούρα στο άλλο. Η διαδικασία ολοκληρώθηκε με την ερμηνεία της λευκής επικάλυψης στα MX 816 και MX 809α.

Για το ειδώλιο MX 816 αναφέρονται οι εξής διαπιστώσεις. Η παρουσία ενώσεων του σιδήρου είναι χαρακτηριστική σε όλα τα φάσματα (Σχ. 7-10), γεγονός το οποίο δηλώνει εκτός από την ύπαρξη ανασκαφικών επικαθίσεων μάλλον την ύπαρξη ερυθρής χρωστικής με βάση τον σίδηρο, δηλαδή ερυθρή ώχρα, αιματίτη Fe_2O_3 . Η ύπαρξη μολύβδου Pb, ανθρακικός μολύβδος που στην περίπτωση της νήσου Κέας είναι ως γνωστό επιτεταρτοξείδιο του μολύβδου Pb_2PbO_4 , μίνιο ερυθρή χρωστική (Κατσαρός, 2012, σ. 20), πρέπει να αποκλειστεί. Πολλές φορές ακόμη και σε πρώιμες χρονικές περιόδους το ασβέστιο αναγνωρίζεται επίσης ως κύριο στοιχείο, εκτός από συστατικό του υποστρώματος, σε πολλές περιπτώσεις η ερυθρή ώχρα αναμιγνύεται με ασβεστίτη σε τοιχογραφίες (Kokiasmenou *et al.*, 2020). Στις ακριβώς ίδιες περιοχές, με 15 KV/70μΑ αλλά αφαιρώντας το φίλτρο, εμφανίζεται επίσης η παρουσία υδραργύρου Hg και θείου S, που παραπέμπει στην ερυθρή χρωστική κιννάβαρι (Πίνακας 5). Ο συνδυασμός χρωστικής κιννάβαρι και ερυθρής λάκας, ακόμη και με ενδεχόμενη ανάμειξή τους έχει τεκμηριωθεί πολύ πρόσφατα (Bourgeois, Verri and Jeamment, 2023, p. 3016).

Στο φάσμα (Σχ. 8) αμελητέα δεν πρέπει να είναι οι ποσότητες πυριτίου Si και αργιλίου Al, που δικαιολογούν τον καολίνη στην λευκή επικάλυψη, σε μια εμφανή περιοχή σε σχέση με εκείνη του σχήματος 9 όπου η ερυθρή χρωστική καλύπτει εξολοκλήρου την λευκή επικάλυψη και οι ποσότητες αυτές δεν ανιχνεύονται (Σχ. 9). Βέβαια τα στοιχεία αυτά παρουσία θείου S και της ενδεχόμενης χρωστικής ριζάρι, οδηγούν στο συμπέρασμα της χρήσης στυπτηρίας, γεγονός που αναφέρεται εκτενώς παρακάτω.

Η μελανή επιφάνεια διακρίνεται ως ταινία στην περιοχή του κάτω αριστερού του άκρου, αλλά και ως μελανή χρωστική στις περιοχές αριστερό του μηρό, δεξί του γοφό, των κοιλιακών μυών και κάτω από το στήθος. Αυτό σημαίνει ότι σε αυτές τις περιοχές ενδεχόμενα να αποδίδονται ζωγραφικά σχέδια, πιθανώς φυτικά μοτίβα που αγκαλιάζουν το ερυθρό χρώμα στο σώμα του Διονύσου (Σχ. 11). Η εμφάνιση του μαγγανίου Mn, δηλαδή μαύρο οξείδιο σιδήρου μαγγανίου, αποδίδεται σε όλες τις περιπτώσεις ελάχιστα ή περισσότερο, αλλά πρωτίστως στην περιοχή του αριστερού του μηρού (Πίνακας 8). Η ύπαρξη στροντίου Sr μπορεί να είναι διαφωτιστική ως προς αυτή την κατεύθυνση αφού εμφανίζεται στις συγκεκριμένες περιοχές, αναλυτικά (Πίνακας 9). Βέβαια σε άλλες μελέτες προτάσσεται η άποψη ότι η παρουσία του στον τύπο του πηλού υποδεικνύει το εργαστήριο από το οποίο

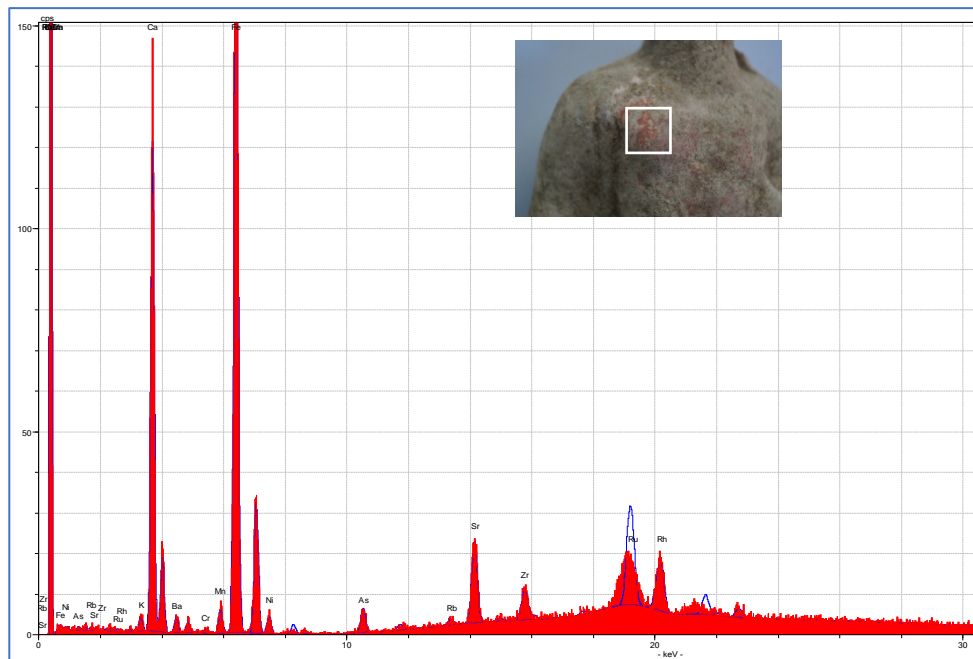
έχουν εξαχθεί (Calamiotou *et al.*, 1984, p. 116), αν δεχτούμε την άποψη ότι η εφαρμογή περιελάβανε και καθαρό πηλό. Αν αναφέρεται σε λευκή επικάλυψη του ασβεστίου έχει τεκμηριωθεί παρουσία πλούσια σε στρόντιο, ανίχνευση Ca, Sr (Γκάρρα, 2018, σ. 150). Επανερχόμενοι στο στοιχείο του Mn, ως μελανή χρωστική αυτή έχει ενδεχόμενη συσχέτιση με την τεχνική της επικασσιτέρωσης (Κ. Tsatsouli and Nikolaou, 2018, p. 355). Όμως γνωρίζοντας ότι δεν υφίσταται επικασσιτέρωση στο συγκεκριμένο ειδώλιο υπό τη μορφή που γνωρίζουμε, σε σχέση με τα άλλα δύο MX809α+β, δεν αποκλείεται η χρωματική απόδοση της φυτικής διακόσμησης του με Sn να συνυπάρχει μαζί με διαφορετικής υφής υλικά.

Η ύπαρξη πολύτιμων μεταλλικών στοιχείων όπως ο άργυρος Ag ή ο χρυσός Au μπορεί να ολοκληρώνει το τελικό αποτέλεσμα υπό τη μορφή εμπόιστων ψηγγμάτων. Τελικά τα αποτελέσματα στις μελανές περιοχές (Σχ. 10, 11), αλλά και στις ερυθρές χρωστικές στην περιοχή του δεξί του στήθους και των κοιλιακών μυών (Σχ. 7, 9) αναδεικνύουν την ύπαρξη αντίστοιχων πολύτιμων μετάλλων όπως το Ρόδιο Rh, Rhodium και το Ρουθίνιο, Ru⁹, εάν τελικά αποδειχτεί σε μελλοντική έρευνα και δεν αποτελεί φαινόμενο έντονης διασποράς ενέργειας.¹⁰ Θεωρούνται ευγενές μέταλλα μαζί με το ιρίδιο, το παλλάδιο, τον άργυρο, το όσμιο, το λευκόχρυσο και τον χρυσό. Τέλος όσο αφορά την λευκή επικάλυψη η συντριπτική παρουσία ασβεστίου Ca πιθανόν να παραπέμπει σε ανθρακικό ασβέστιο, Ca₂CO₃ ασβεστίτη (Σχ. 12, 13). Βέβαια, στην μέτρηση στο σημείο 867 (Σχ. 14) υπάρχει και η παρουσία πυριτίου και αργιλίου, δηλαδή καολίνη (Πίνακας 10). Η ανάμειξη του καολίνη μαζί με τον ασβεστίτη έχει παρατηρηθεί από την πρώιμη αρχαιότητα και δεν μπορεί να επαληθευτεί με XRF (Kokiasmenou *et al.*, 2020) και βέβαια, με μικρές πιθανότητες μπορεί να υπάρχει και γύψος αφού η παρουσία θείου S παραπέμπει σε γύψο CaSO₄ (Πίνακας 10). Όμως το πιο πιθανό είναι η χρήση καολίνη με ασβεστίτη ή στυπτηρίας ως εφαρμογή στο ριζάρι σε ασβεστίτη.

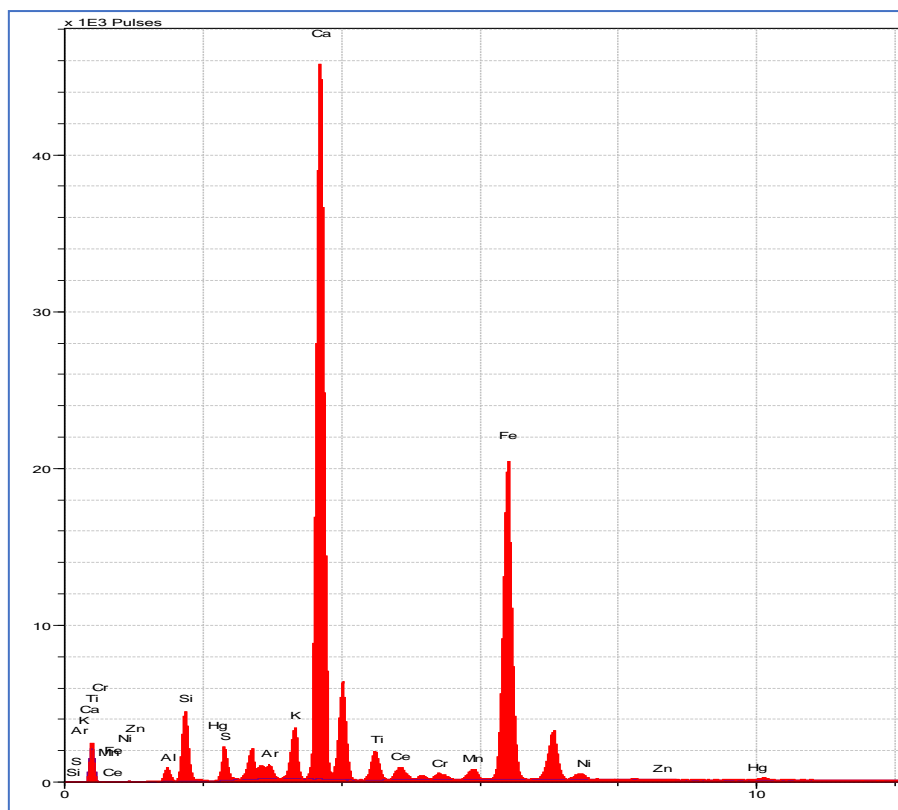
⁹ Ιδιαίτερα για το Ρουθίνιο Ru υπάρχουν αναφορές παρουσίας στον ελλαδικό χώρο τόσο στην Βέροια (Tsouras and Economidou-Eliopoulos, 2008) όσο και στη νήσο Σκύρο (Tarkian, M. Economidou-Eliopoulos, M. Eliopoulos, 1992).

¹⁰ Το ρόδιο Rh είναι ένας κοινός στόχος που χρησιμοποιείται στους σωλήνες ακτίνων X των φασματομέτρων. Ένα από τα αποτελέσματα αυτού του φαινομένου είναι μια έντονη διασπορά ενέργειας ή δημιουργία μιας κορυφής Compton στις χαρακτηριστικές γραμμές K του στόχου.

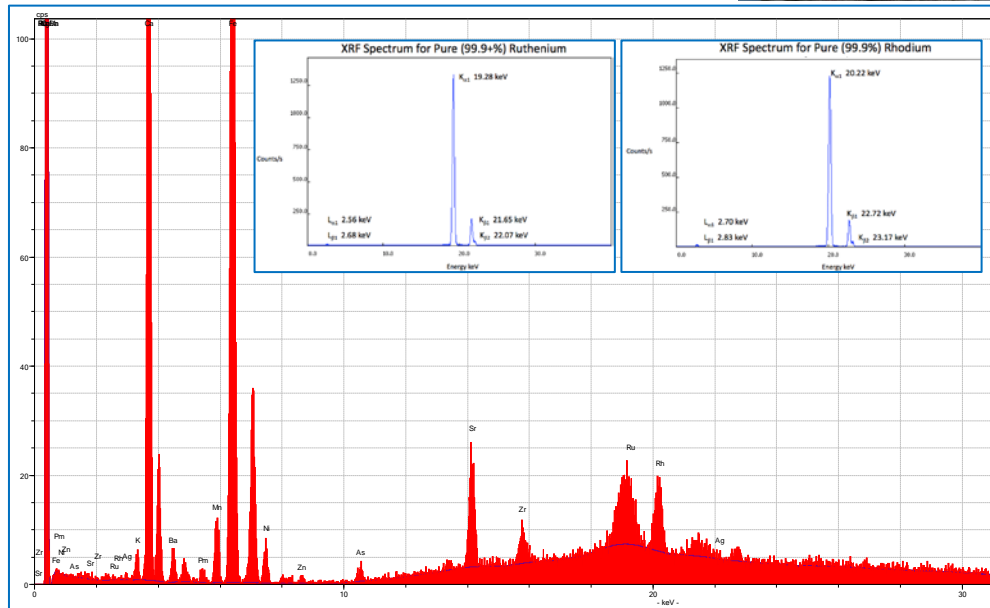
Ειδώλιο MX 816



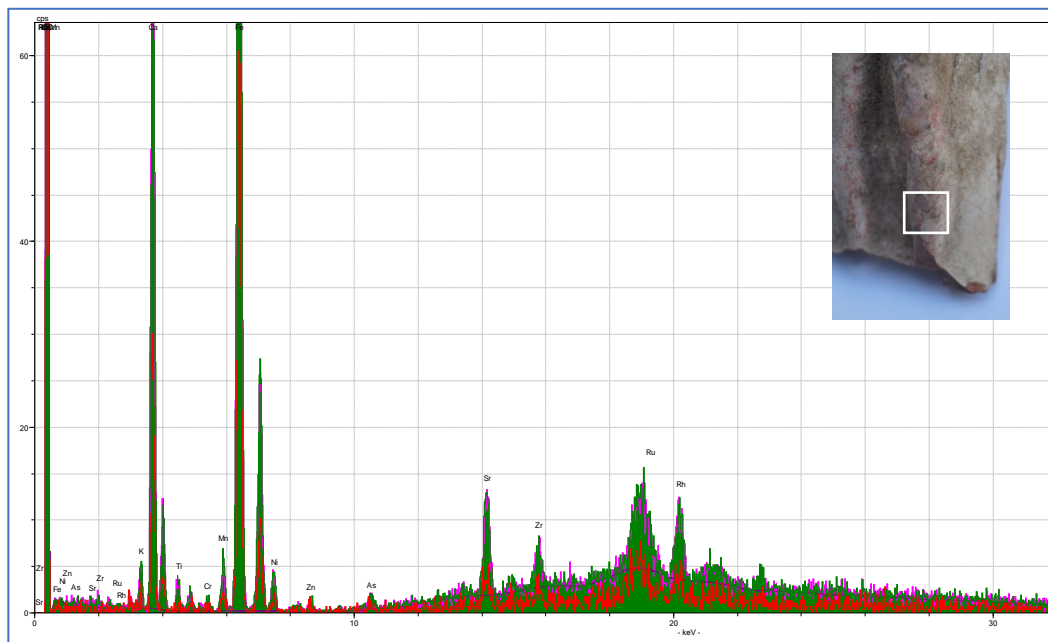
Σχήμα 7 XRF_846_ερυθρή χρωστική στο δεξί στήθος του Διόνυσου.



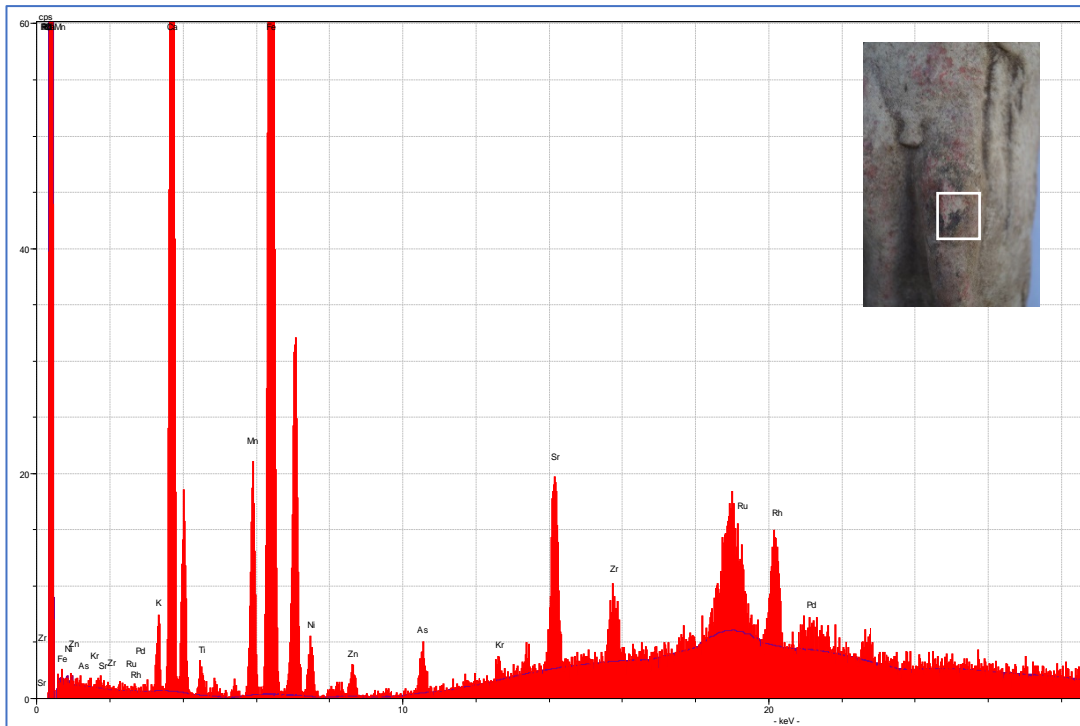
Σχήμα 8 XRF_866_ερυθρή χρωστική στο δεξί στήθος του Διόνυσου.



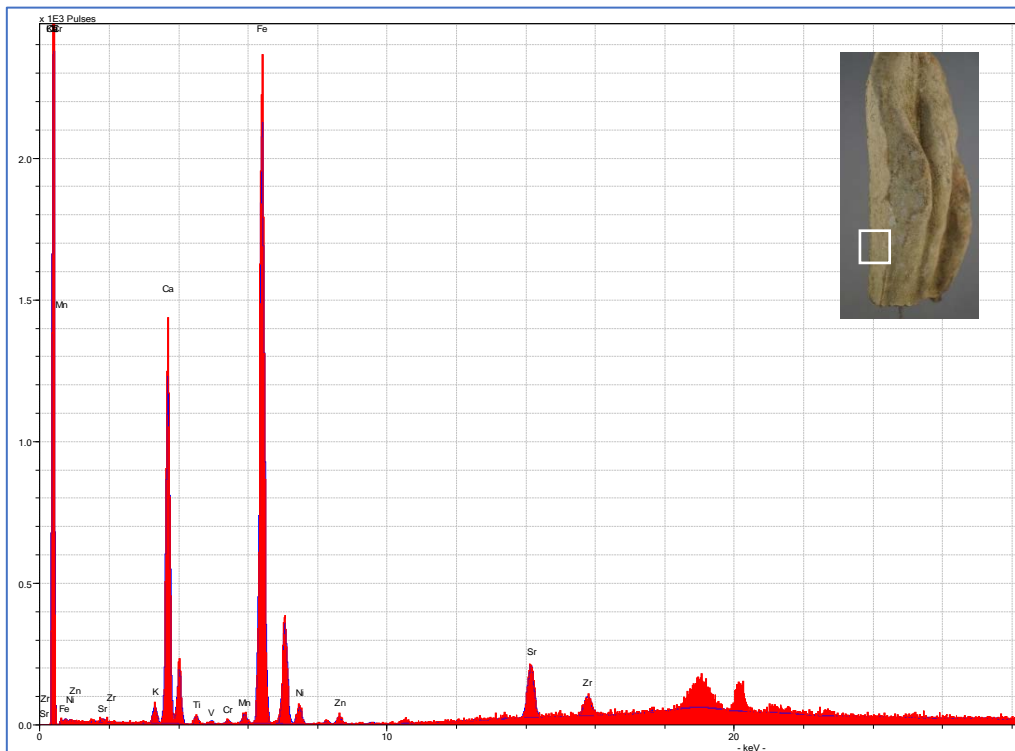
Σχήμα 9 XRF_851_ερυθρή χρωστική στους κοιλιακούς μυς. Στα ένθετα σχήματα στο αριστερό α) το ρουθίνιο με $K=19,28$ keV και δεξιά β) το ρόδιο με $K=20,22$ keV (XRF Research, Inc. © 2022).



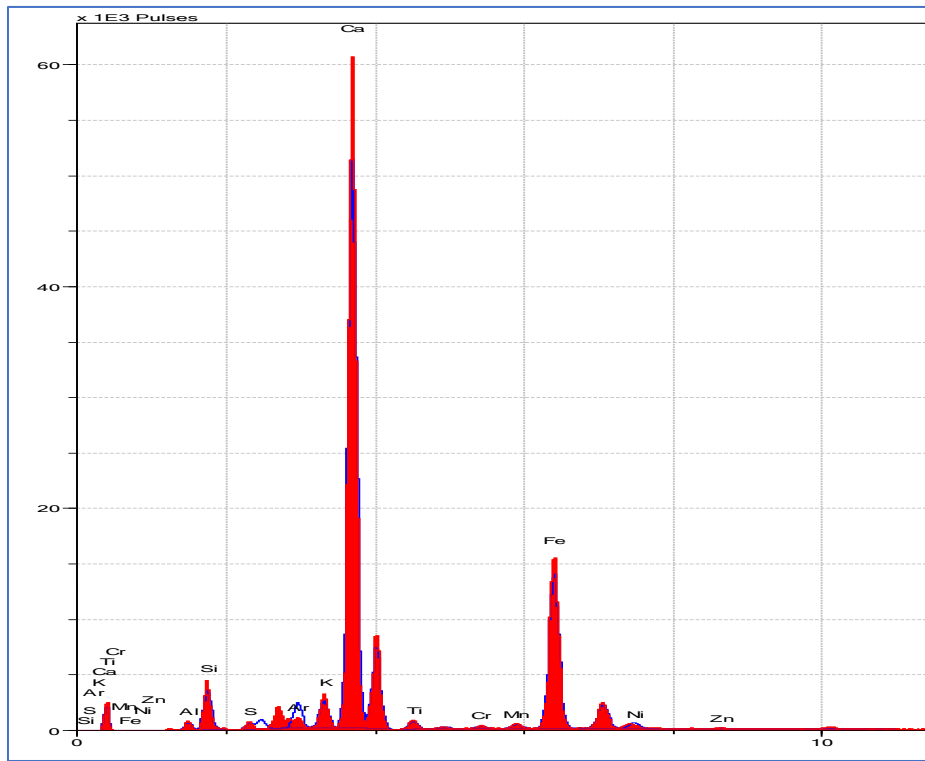
Σχήμα 10 XRF_848 κόκκινη, 849 πράσινη, 850 μοβ απεικόνιση για την μελανή ταινία στο αριστερό κάτω άκρο του Διόνυσου.



Σχήμα 11 XRF_852_μελανή χρωστική στον αριστερό μηρό του Διόνυσου.



Σχήμα 12 XRF_847_λευκή επικάλυψη.



Σχήμα 13 XRF_867_λευκή επικάλυψη.

Ειδώλιο MX 809α

Για το ειδώλιο MX 809α η παρουσία χαλκού Cu στο φάσμα (Σχ. 15) επιβεβαιώνει την ύπαρξη πράσινης χρωστικής, τα αποτελέσματα των στοιχείων ακολουθούν στον αντίστοιχο (Πίνακα 12). Το πυρίτιο υπάρχει σε όλα τα σημεία που αναλύθηκαν, αν και στο υπόστρωμα είναι πιο έντονο (Πίνακας 11). Το πυρίτιο που μετρήθηκε, αποδίδεται στην παρουσία χαλαζία στην λευκή επικάλυψη, αφού η πράσινη χρωστική δεν χαρακτηρίζεται ως συμπαγής. Το πυρίτιο είναι μάλλον χαμηλό στις περιοχές της πράσινης χρωστικής, δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη συσχέτιση με τον χαλκό, και επομένως είναι δύσκολο να προτείνουμε την πιθανή χρήση του ορυκτού χρυσόκολλα $(\text{CuAl})_2\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, η οποία είναι επίσης μια χρωστική ουσία με βάση τον χαλκό. Με βάση τα αποτελέσματα προτείνεται ο μαλαχίτης $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ο οποίος είναι η χρωστική ουσία που ευθύνεται για το πράσινο χρώμα. Δεν υπάρχει συνδυασμένη παρουσία γλωρίου και χαλκού για να υποδηλώσει την παρουσία πράσινου ορυκτού γλωριούχου χαλκού, ατακαμίτη $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ ή/και παρατακαμίτη $\text{Cu}_3(\text{Cu,Zn})(\text{OH})_6\text{Cl}_2$. Όπως και να έχει σχετικά με τη χρήση πράσινων χρωστικών, γενικά είναι σπάνια η διατήρησή τους σε διακόσμηση ελληνιστικών ειδωλίων (Pagès-Camagna, 2010, pp. 250-251).

Σημαντική διαπίστωση αποτελεί η τεκμηρίωση της αρχικής υπόθεσης ότι στα ειδώλια MX 809α+β (Σχ. 19, 20 και 23) είχε χρησιμοποιηθεί κολλητό φύλλο κασσίτερου, ως τεχνική της επικασσιτέρωσης. Ο κασσίτερος Sn εμφανίζεται αναλυτικά στους πίνακες (Πίνακες 16, 17 και 20). Δεν μπορεί να προσδιοριστεί μέχρι στιγμής αν το στρώμα κασσίτερου εφαρμόστηκε ως φύλλο ή βυθίζοντας το ειδώλιο σε τήγμα κασσίτερου, τεχνική παρόμοια όπως η επικασσιτέρωση κεραμικών αντικειμένων (Holmberg, 1983, pp. 383-384). Πάντως ως μπόλο είναι σίγουρο ότι δεν έχει χρησιμοποιηθεί κάποια ερυθρή ή κίτρινη χρωστική, αλλά η επικασσιτέρωση έχει εφαρμοστεί απευθείας στη λευκή επικάλυψη. Πρωτότυπη είδηση αποτελεί η συνύπαρξη και εδώ των δύο στοιχείων ρόδιο και ρουθίνιο σε περιοχές όπου λαμβάνει επικασσιτέρωση. Βρίσκονται μόνο εκεί (Σχ. 19, 23) και σε κανένα άλλο σημείο (Πιν. 16, 20). Πιθανώς η διακόσμηση αυτή ολοκληρώνονταν με ένα ιδιαίτερο υλικό επιχρύσωσης, είτε από φύλλο κασσίτερου με προσθήκη εν ψυχρό ψηγμάτων ευγενών μετάλλων με συνδετικό υλικό ή ως αυτοτελές φύλλο πρόσμιξης των στοιχείων Sn, Ru και Rh. Η πρώτη άποψη μάλλον δεν ευσταθεί, διότι στις συγκεκριμένες περιοχές η ανάλυση με FTIR απέδειξε ότι αυτές είναι οι μόνες στα ειδώλια αυτά όπου απουσιάζει το πρωτεϊνικό υλικό, ως συνδετικό μέσο.

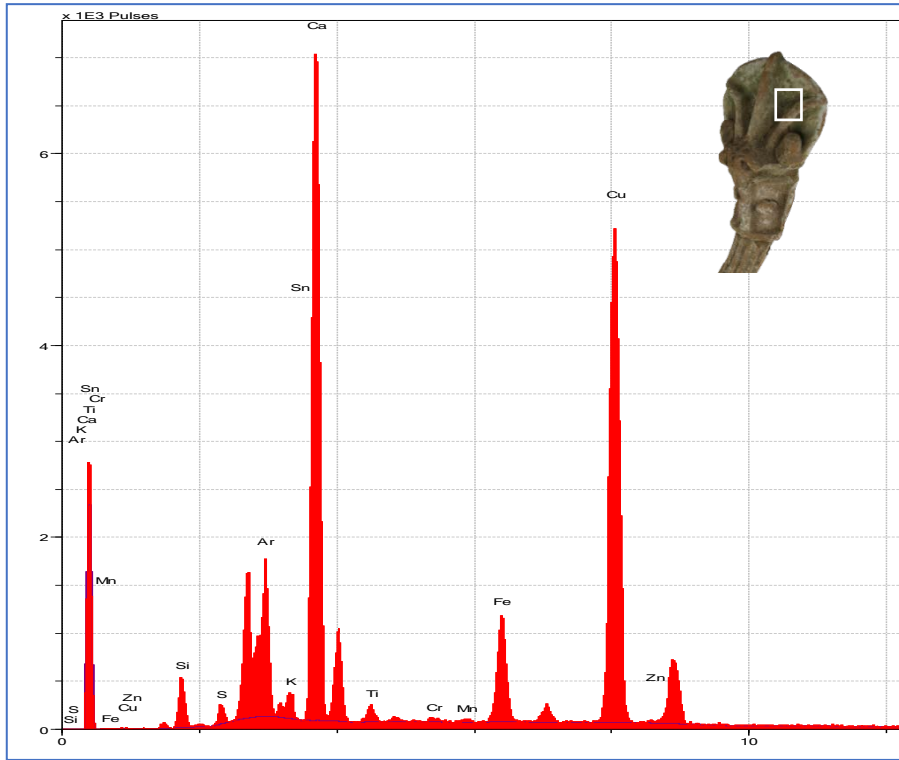
Η ροζ μοβ χρωστική αναγνωρίστηκε από το χαρακτηριστικό πορτοκαλί ροζ φθορισμό προηγουμένως με υπεριώδη ακτινοβολία (Casentino, 2013). Ως εκ τούτου το ριζάρι μπορεί να εμφανίζεται υπό διαφορετικές αποχρώσεις του ερυθρού (ανοιχτό ερυθρό, έντονο ερυθρό,

μπλε ερυθρό), σε ροζ και μοβ αποχρώσεις (Harikleia Brecoulaki, 2014; Fostiridou *et al.*, 2016, pp. 453-464). Αυτό οφείλεται εν μέρει στα διαφορετικά είδη του. Μπορεί επίσης να οφείλεται στη διαδικασία παραγωγής, στα ανόργανα υποστρώματα και στις ενώσεις που συμπλοκοποιεί με αυτά (Tsatsouli and Nikolaou, 2018, pp. 348, 355). Δηλαδή η παραγωγή μιας τέτοιας χρωστικής ουσίας απαιτεί την καθίζηση ενός εκχυλίσματος χρωστικής ουσίας σε ένα ανόργανο υπόστρωμα μέσω της αντίδρασης των μορίων της βαφής με ένα μεταλλικό ιόν για να σχηματιστεί μια χηλική ένωση, ένα οργανομεταλλικό σύμπλοκο (Delaney *et al.*, 2017). Το πιο τυπικό υπόστρωμα είναι η στυπτηρία ποτάσας, δηλαδή το θειικό κάλιο αλουμίνιο, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ που χρησιμοποιείται τόσο στην παραγωγή βαφής όσο και στην παραγωγή χρωστικής. Εδώ παρατηρείται η χύλωση του μορίου της χρωστικής ουσίας στο ιόν αλουμινίου, σε ένα αλκαλικό άλας ή ένα μέταλλο αλκαλικής γαίας, όπως το ανθρακικό ασβέστιο ή το υδροξείδιο του ασβεστίου (Kakoulli *et al.*, 2017, p. 106). Στο (Σχ. 17) με τον αντίστοιχο (Πίνακα 14) για το ειδώλιο MX 809α και (Σχ. 21) (Πίνακα 18) για το MX 809β εμφανίζονται χαρακτηριστικά τα στοιχεία ασβέστιο Ca, κάλιο K, αργίλιο Al και θείο S, ενισχύοντας ότι το ριζάρι χαίρεται σε ένα τέτοιο υπόστρωμα.

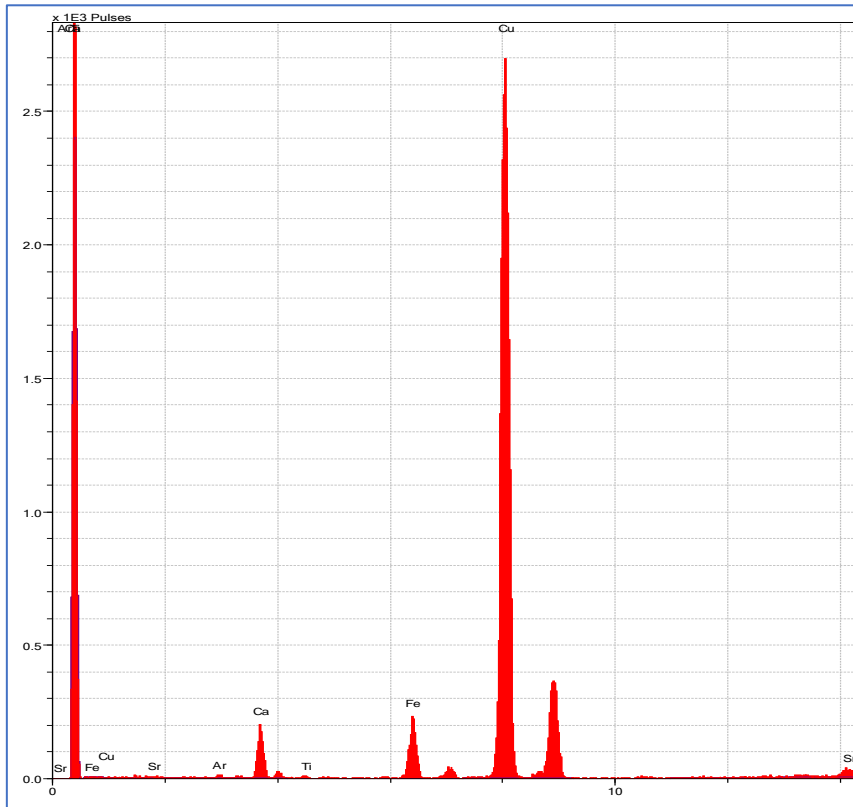
Ανακεφαλαιώνοντας, ως διαπίστωση σε σχέση με την λευκή επικάλυψη μέσω της τεχνικής XRF διαπιστώνει κανείς ότι στα ειδώλια MX 809α+β οι ποσότητες αργιλίου και πυριτίου είναι σε όλα τα φάσματα, υποδηλώνοντας την χρήση καολίνη ή στυπτηρίας σε ανθρακικό ασβέστιο.



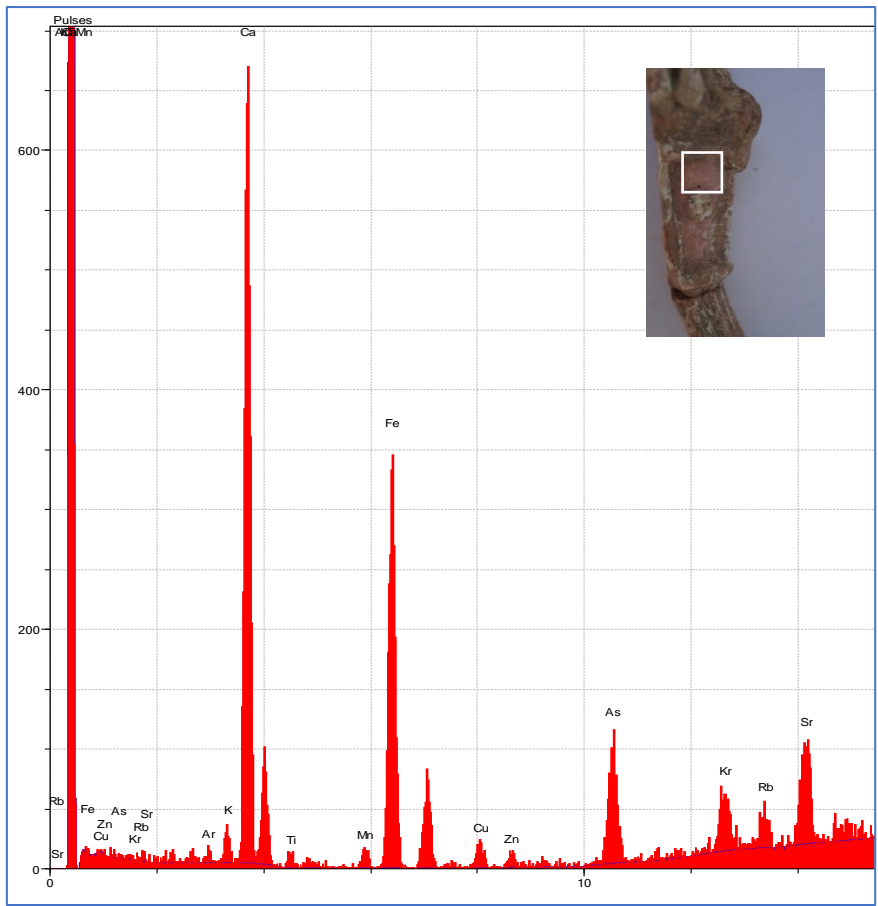
Σχήμα 14 XRF_867_λευκή επικάλυψη.



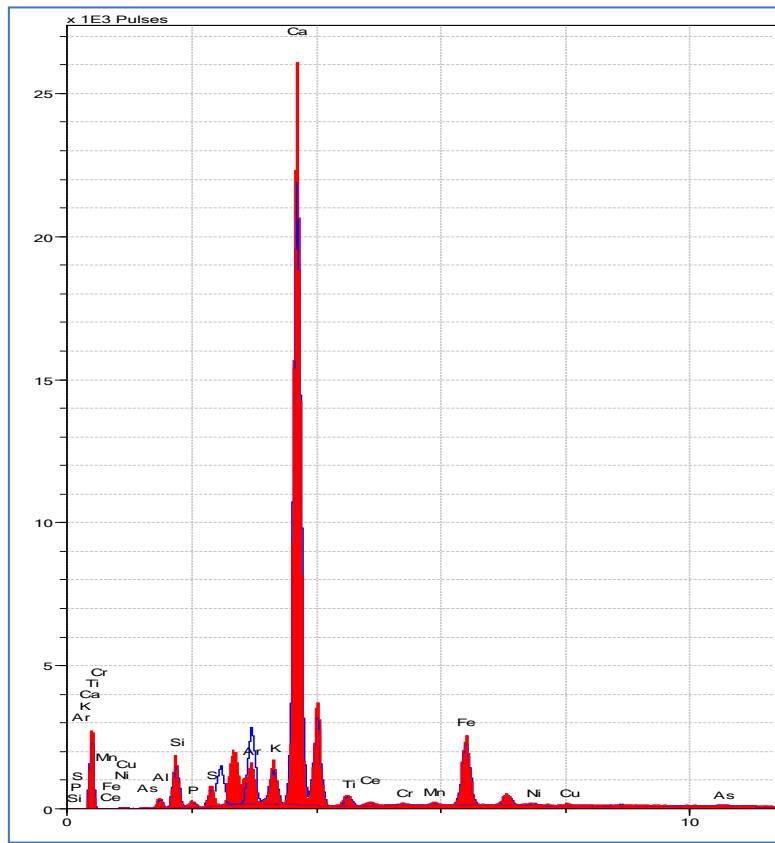
Σχήμα 15 XRF_873_πράσινη χρωστική.



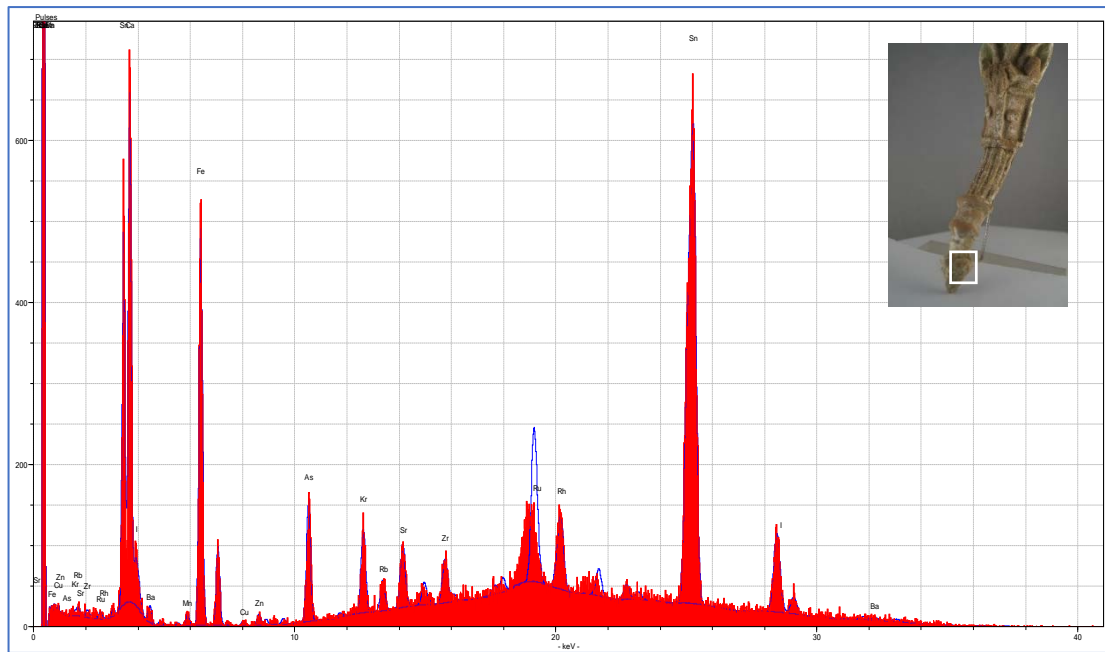
Σχήμα 16 XRF_860_πράσινη χρωστική.



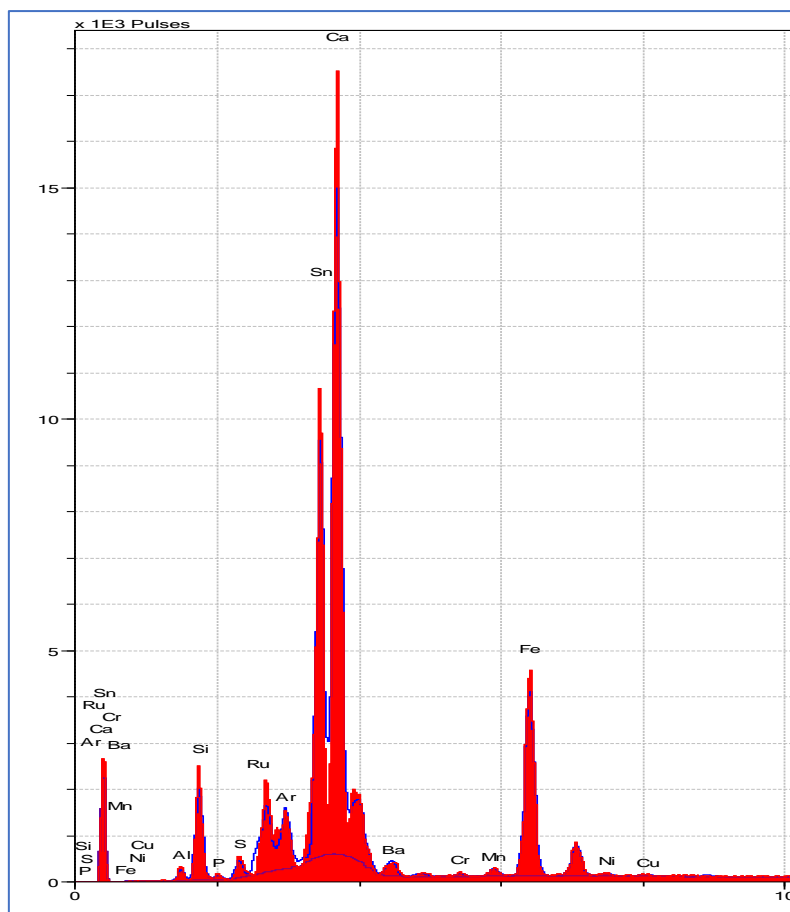
Σχήμα 17 XRF_861_μολ χρωστική.



Σχήμα 18 XRF_874_μολ χρωστική.

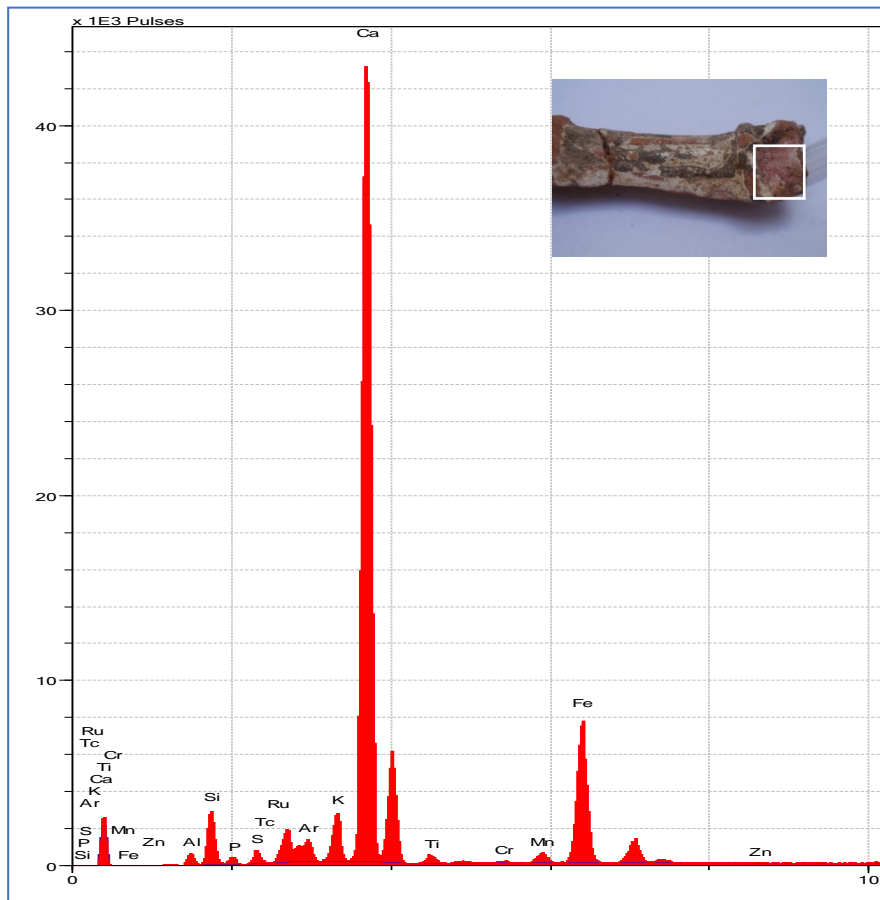


Σχήμα 19 XRF_862_γκρι/μελανή ταινία.

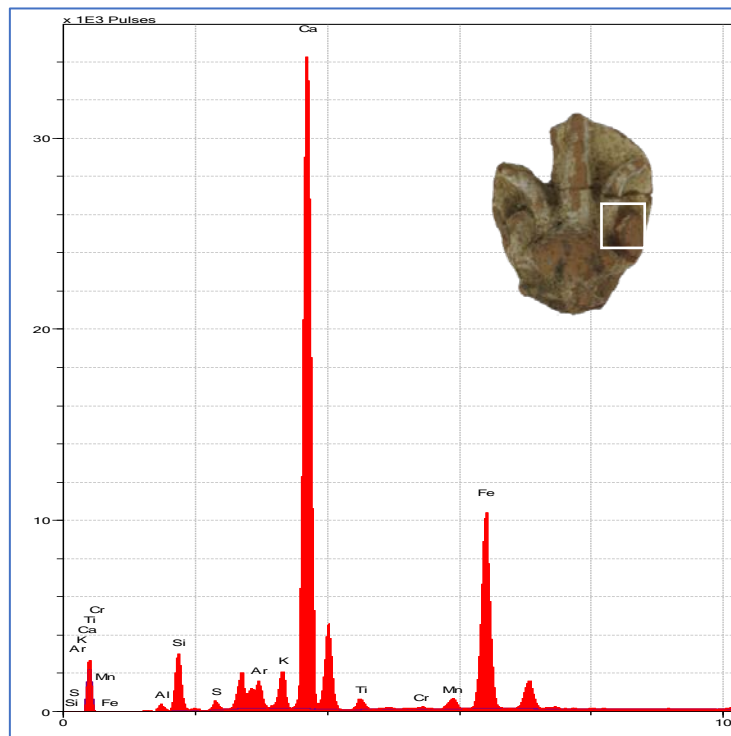


Σχήμα 20 XRF_875_γκρι/μελανή ταινία.

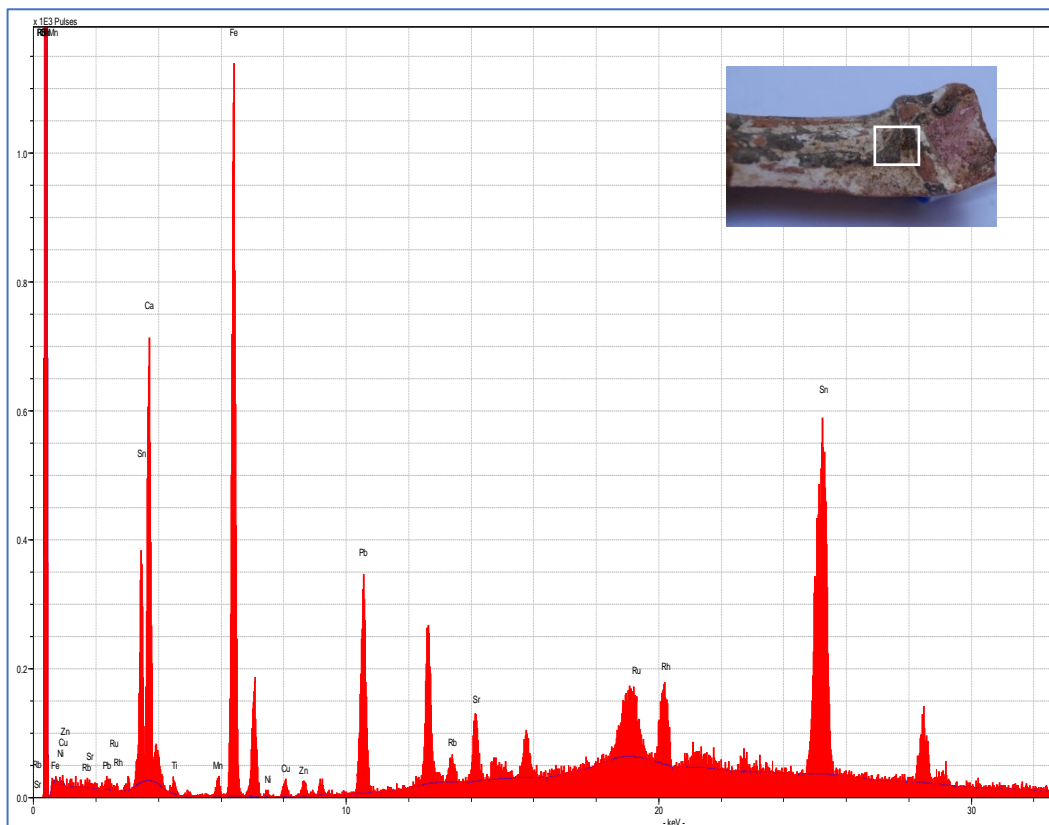
Ειδώλιο ΜΧ 809β



Σχήμα 21 XRF_878_μολ χρωστική.



Σχήμα 22 XRF_876_ερυθρή/σκούρα χρωστική.



Σχήμα 23 XRF_865_γκρι/μελανή ταινία.

Πίνακες ανίχνευσης στοιχείων με XRF

Πίνακας 4 Στοιχειακή ανάλυση XRF_846.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
K	K12	3,314	9	236	115	22	1,13
Ca	K12	3,692	9	7932	112	90	16,04
Cr	K12	5,415	9	60	63	14	1,66
Mn	K12	5,9	9	414	58	23	3,17
Fe	K12	6,405	9	14373	88	121	8,41
Ni	K12	7,48	9	347	30	20	0,9
As	K12	10,543	9	540	117	28	0,67
As	L1	1,282	9	34	124	17	0,44
Rb	K12	13,396	9	137	553	35	1,71
Rb	L1	1,692	9	29	124	17	1,52
Sr	K12	14,165	9	2117	679	59	1,45
Sr	L1	1,806	9	14	133	17	1,64
Zr	K12	15,775	9	577	917	49	1,44
Zr	L1	2,044	9	17	127	16	1,62
Ru	K12	19,279	9	3383	2103	87	41,35
Ru	L1	2,558	9	41	96	15	1,43
Rh	K12	20,216	9	1782	1767	73	0,81
Rh	L1	2,697	9	9	94	14	2,83
Ba	K12	32,194	9	99	747	40	1,61
Ba	L1	4,466	9	272	67	20	0,5

Πίνακας 5 Στοιχειακή ανάλυση XRF_866.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Al	K12	1,486	9	4026	381	69	29,1
Si	K12	1,74	9	20934	537	148	134,25
S	K12	2,309	9	4153	1377	83	141,48
Ar	K12	2,958	9	1	2880	76	719,35
K	K12	3,314	9	18531	2842	156	41,62
Ca	K12	3,692	9	273840	2773	529	529,56
Ti	K12	4,512	9	12851	2179	131	176,02
Cr	K12	5,415	9	2048	3041	90	13,91
Mn	K12	5,9	9	4229	3070	102	4,07
Fe	K12	6,405	9	148689	3519	395	100,42
Ni	K12	7,48	9	3341	3149	98	10,04
Zn	K12	8,637	9	192	2778	76	0,92
Ce	K12	34,72	9	0	0	0	1,03
Ce	L1	4,839	9	4612	2615	99	8,03
Hg	L1	9,989	9	1574	2556	82	81,96
Hg	M1	2,195	9	1253	1016	57	880,13

Πίνακας 6 Στοιχειακή ανάλυση XRF_851.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
K	K12	3,314	9	279	106	22	2,38
Ca	K12	3,692	9	9125	101	97	21,63
Mn	K12	5,9	9	739	50	29	1,87
Fe	K12	6,405	9	14877	66	123	12,58
Ni	K12	7,48	9	492	39	24	1,44
Zn	K12	8,637	9	98	46	14	1,06
As	K12	10,543	9	246	111	22	2,12
As	L1	1,282	9	4	147	17	0,33
Sr	K12	14,165	9	2060	737	59	2,03
Sr	L1	1,806	9	44	117	17	5,51
Ru	K12	19,279	9	3389	2097	87	41,28
Ru	L1	2,558	9	29	100	15	0,57
Rh	K12	20,216	9	1621	1817	72	1
Rh	L1	2,697	9	8	108	15	1,31
Ba	K12	32,194	9	89	720	39	1,08
Ba	L1	4,466	9	390	59	23	1,57
Pm	K12	38,725	9	17	11	6	0,37
Pm	L1	5,432	9	141	56	16	1,35

Πίνακας 7 Στοιχειακή ανάλυση XRF_848, 849, 850.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
K	K12	3,314	9	260	68	20	1,47
Ca	K12	3,692	9	4532	62	68	10,8
Ti	K12	4,512	9	215	28	16	6,37
Cr	K12	5,415	9	94	29	12	3,26
Mn	K12	5,9	9	350	33	20	1,36
Fe	K12	6,405	9	11042	33	105	7,99
Ni	K12	7,48	9	310	32	19	0,74
Zn	K12	8,637	9	103	13	11	1,46
As	K12	10,543	9	161	84	18	2,46
As	L1	1,282	9	22	93	14	1,79
Sr	K12	14,165	9	1189	445	46	0,61
Sr	L1	1,806	9	24	78	13	4,08
Zr	K12	15,775	9	332	684	41	1,26
Zr	L1	2,044	9	29	67	13	2,15
Ru	K12	19,279	9	2222	1348	70	60,24
Ru	L1	2,558	9	16	51	11	1,23
Rh	K12	20,216	9	1015	1086	56	0,77
Rh	L1	2,697	9	18	51	11	0,86

Πίνακας 8 Στοιχειακή ανάλυση XRF_852.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
K	K12	3,314	9	330	90	23	1,4
Ca	K12	3,692	9	6875	86	84	14,59
Ti	K12	4,512	9	190	46	17	2,37
Mn	K12	5,9	9	1274	48	37	1,77
Fe	K12	6,405	9	12996	64	115	11,54
Ni	K12	7,48	9	359	33	21	1,22
Zn	K12	8,637	9	198	34	16	0,63
As	K12	10,543	9	378	97	24	0,93
As	L1	1,282	9	7	126	16	1,38
Kr	K12	12,648	9	170	369	30	1,09
Kr	L1	1,585	9	19	121	16	1,26
Sr	K12	14,165	9	1727	619	54	0,64
Sr	L1	1,806	9	24	109	16	0,99
Zr	K12	15,775	9	478	827	46	1,38
Zr	L1	2,044	9	3	96	14	3,43
Ru	K12	19,279	9	2698	1708	78	66,4
Ru	L1	2,558	9	2	85	13	1,11
Rh	K12	20,216	9	1142	1410	63	1,16
Rh	L1	2,697	9	9	89	14	1,38
Pd	K12	21,177	9	393	1334	55	1,97
Pd	L1	2,838	9	7	87	13	1,05

Πίνακας 9 Στοιχειακή ανάλυση XRF_847.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
K	K12	3,314	9	413	92	24	2,21
Ca	K12	3,692	9	8685	84	94	19,08
Ti	K12	4,512	9	216	15	16	1,7
V	K12	4,953	9	61	29	11	0,48
Cr	K12	5,415	9	92	41	13	1,3
Mn	K12	5,9	9	266	61	20	1
Fe	K12	6,405	9	17412	89	133	10,01
Ni	K12	7,48	9	508	47	25	1,46
Zn	K12	8,637	9	235	46	18	2,61
Sr	K12	14,165	9	2114	658	59	0,43
Sr	L1	1,806	9	66	120	17	5,48
Zr	K12	15,775	9	538	884	48	0,77
Zr	L1	2,044	9	22	113	16	1,03

Πίνακας 10 Στοιχειακή ανάλυση XRF_867.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Al	K12	1,486	9	3787	397	68	17,91
Si	K12	1,74	9	21895	549	152	123,39
S	K12	2,309	9	3544	1236	78	25,3
Ar	K12	2,958	9	15617	3048	147	1507,42
K	K12	3,314	9	17131	3271	154	66,07
Ca	K12	3,692	9	363704	3080	608	702,11
Ti	K12	4,512	9	5199	1827	94	4,3
Cr	K12	5,415	9	1795	2629	84	3,68
Mn	K12	5,9	9	2683	2832	91	2,71
Fe	K12	6,405	9	114016	3338	347	80,45
Ni	K12	7,48	9	4356	3230	104	48,95
Zn	K12	8,637	9	403	2781	77	1,52

Πίνακας 11 Στοιχειακή ανάλυση XRF_872.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Al	K12	1,486	9	4172	233	68	41,15
Si	K12	1,74	9	35971	380	192	223,17
S	K12	2,309	9	3941	1029	77	23,13
Ar	K12	2,958	9	16921	2591	149	1152,22
K	K12	3,314	9	8976	2379	117	41,6
Ca	K12	3,692	9	152442	2219	396	318,68
Ti	K12	4,512	9	5541	2333	101	12,27
Cr	K12	5,415	9	979	3146	85	2,28
Mn	K12	5,9	9	1058	3233	87	2,66
Fe	K12	6,405	9	72116	3648	282	52,81
Ni	K12	7,48	9	494	3337	85	4,08
Cu	K12	8,046	9	66249	3406	270	36,75

Πίνακας 12 Στοιχειακή ανάλυση XRF_873.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Si	K12	1,74	9	2484	213	54	15,92
S	K12	2,309	9	1052	710	50	12,96
Ar	K12	2,958	9	18023	1853	147	740,81
K	K12	3,314	9	1259	1574	66	11,97
Ca	K12	3,692	9	41601	1278	210	95,94
Ti	K12	4,512	9	1143	1209	60	7,11
Cr	K12	5,415	9	370	1210	53	1,18
Mn	K12	5,9	9	130	1184	50	1,14
Fe	K12	6,405	9	8525	1371	106	3,23
Cu	K12	8,046	9	41373	1358	210	20,23
Zn	K12	8,637	9	248	1232	52	0,77
Sn	K12	25,271	9	0	0	0	1,04
Sn	L1	3,444	9	0	1509	55	4,11

Πίνακας 13 Στοιχειακή ανάλυση XRF_860.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Ar	K12	2,958	9	69	38	12	0,29
Ca	K12	3,692	9	1064	37	34	3,11
Ti	K12	4,512	9	55	9	9	1,37
Fe	K12	6,405	9	1665	14	41	1,62
Cu	K12	8,046	9	21679	84	148	10,24
Sr	K12	14,165	9	296	192	26	0,87
Sr	L1	1,806	9	31	38	10	7,71

Πίνακας 14 Στοιχειακή ανάλυση XRF_861.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Ar	K12	2,958	9	107	70	16	3,37
K	K12	3,314	9	153	75	17	0,98
Ca	K12	3,692	9	3826	70	63	9,83
Ti	K12	4,512	9	73	16	10	14,48
Mn	K12	5,9	9	117	12	12	1,51
Fe	K12	6,405	9	2576	8	51	1,56
Cu	K12	8,046	9	160	19	14	1,32
Zn	K12	8,637	9	95	23	12	0,56
As	K12	10,543	9	994	95	34	1,5
As	L1	1,282	9	-4	110	15	0,95
Kr	K12	12,648	9	616	357	36	1,34
Kr	L1	1,585	9	7	96	14	14,81
Rb	K12	13,396	9	330	436	35	1,2
Rb	L1	1,692	9	9	80	13	0,84
Sr	K12	14,165	9	889	515	44	1,27
Sr	L1	1,806	9	20	77	13	1,58

Πίνακας 15 Στοιχειακή ανάλυση XRF_874.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Al	K12	1,486	9	1648	189	45	12,14
Si	K12	1,74	9	8927	413	99	51,2
P	K12	2,01	9	1242	586	49	4,77
S	K12	2,309	9	3630	1035	76	56,51
Ar	K12	2,958	9	17896	2437	151	955,9
K	K12	3,314	9	8124	2311	113	38,01
Ca	K12	3,692	9	154497	2053	398	322,58
Ti	K12	4,512	9	2517	1523	75	13,79
Cr	K12	5,415	9	352	1911	65	1,58
Mn	K12	5,9	9	698	1886	67	0,64
Fe	K12	6,405	9	17522	2147	148	10,2
Ni	K12	7,48	9	655	2097	70	3,95
Cu	K12	8,046	9	373	2131	68	1,38
As	K12	10,543	9	455	1938	66	3
As	L1	1,282	9	91	107	17	2,73
Ce	K12	34,72	9	0	0	0	1,03
Ce	L1	4,839	9	691	1586	62	0,92

Πίνακας 16 Στοιχειακή ανάλυση XRF_862.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Ca	K12	3,692	9	2950	419	62	4,64
Mn	K12	5,9	9	128	15	13	3,8
Fe	K12	6,405	9	4012	30	64	2,18
Cu	K12	8,046	9	60	17	10	1,33
Zn	K12	8,637	9	120	34	14	1,43
As	K12	10,543	9	1465	135	42	5,96
As	L1	1,282	9	0	168	18	2,3
Kr	K12	12,648	9	1102	410	44	2,78
Kr	L1	1,585	9	32	174	19	1,14
Rb	K12	13,396	9	417	485	37	1,25
Rb	L1	1,692	9	47	157	19	1,63
Sr	K12	14,165	9	733	590	44	0,77
Sr	L1	1,806	9	2	165	18	1,98
Zr	K12	15,775	9	592	789	47	1,26
Zr	L1	2,044	9	54	148	19	1,65
Ru	K12	19,279	9	2674	1706	78	56,37
Ru	L1	2,558	9	58	121	17	3,26
Rh	K12	20,216	9	1384	1491	66	0,71
Rh	L1	2,697	9	6	127	16	1
Sn	K12	25,271	9	11713	1114	118	1,63
Sn	L1	3,444	9	3185	399	63	5,68
I	K12	28,612	9	128	810	42	1,08
I	L1	3,938	9	1	370	27	2,24
Ba	K12	32,194	9	77	411	30	2,25
Ba	L1	4,466	9	138	74	17	1,31

Πίνακας 17 Στοιχειακή ανάλυση XRF_875.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Al	K12	1,486	9	1385	325	45	11,12
Si	K12	1,74	9	12097	522	115	77,68
P	K12	2,01	9	554	663	43	5,89
S	K12	2,309	9	2193	1157	67	17,18
Ar	K12	2,958	9	8160	3992	127	10,91
Ca	K12	3,692	9	73321	8275	300	171,7
Cr	K12	5,415	9	466	1916	66	1,84
Mn	K12	5,9	9	1159	2033	72	1,74
Fe	K12	6,405	9	32657	2451	194	19,62
Ni	K12	7,48	9	383	2412	72	1,49
Cu	K12	8,046	9	309	2422	72	0,99
Ru	K12	19,279	9	5	0	2	0,61
Ru	L1	2,558	9	3558	2191	89	834,31
Sn	K12	25,271	9	1	0	1	0,97
Sn	L1	3,444	9	62331	8186	281	76,76
Ba	K12	32,194	9	0	0	0	1,03
Ba	L1	4,466	9	2138	1989	78	11,93

Πίνακας 18 Στοιχειακή ανάλυση XRF_878.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Al	K12	1,486	9	2931	263	59	21,11
Si	K12	1,74	9	13849	541	122	89,05
P	K12	2,01	9	1951	786	59	6,62
S	K12	2,309	9	3374	1332	78	19,26
Ar	K12	2,958	9	8520	3000	120	13,1
K	K12	3,314	9	14567	3268	145	37,58
Ca	K12	3,692	9	258196	3115	514	508,52
Ti	K12	4,512	9	3059	1825	82	7,55
Cr	K12	5,415	9	985	2212	74	5,21
Mn	K12	5,9	9	3569	2362	91	2,9
Fe	K12	6,405	9	56097	2942	249	34,66
Zn	K12	8,637	9	325	2560	74	1,36
Ru	K12	19,279	9	10	0	3	0,31
Ru	L1	2,558	9	3390	2137	88	587,56

Πίνακας 19 Στοιχειακή ανάλυση XRF_846.

Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Al	K12	1,486	9	1627	194	45	9,55
Si	K12	1,74	9	14175	362	122	101,46
S	K12	2,309	9	2405	1080	68	26,21
Ar	K12	2,958	9	18560	2598	154	1207,36
K	K12	3,314	9	10119	2410	122	47,45
Ca	K12	3,692	9	202507	2168	455	403,57
Ti	K12	4,512	9	3563	1727	84	9,84
Cr	K12	5,415	9	838	2176	72	2,7
Mn	K12	5,9	9	3522	2345	91	4,56
Fe	K12	6,405	9	75554	2814	285	50,67

Πίνακας 20 Στοιχειακή ανάλυση XRF_865.

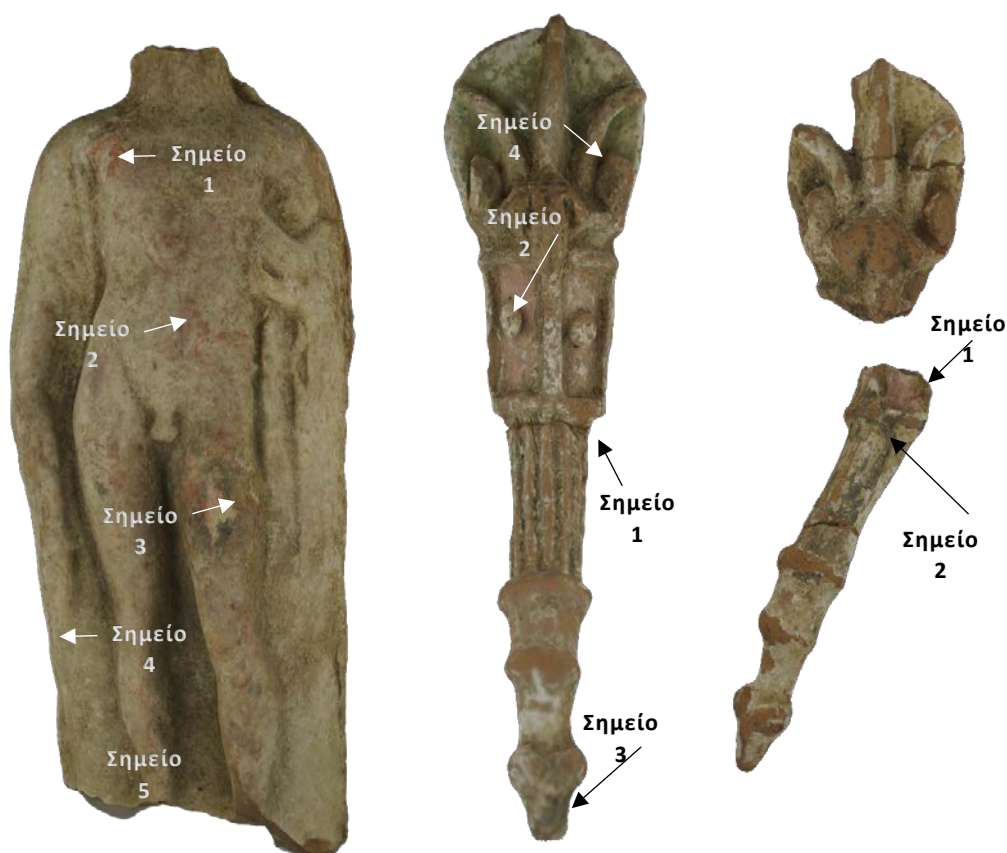
Element	Line	Energy/keV	Cycl.	Net	Backgr.	Sigma	Chi
Ca	K12	3,692	9	3160	368	62	6,99
Ti	K12	4,512	9	132	87	18	1,07
Mn	K12	5,9	9	187	45	17	0,95
Fe	K12	6,405	9	8270	51	91	6,35
Ni	K12	7,48	9	70	15	10	1,48
Cu	K12	8,046	9	190	28	16	0,31
Zn	K12	8,637	9	173	56	17	1,64
Rb	K12	13,396	9	418	606	40	0,33
Rb	L1	1,692	9	29	194	20	2,44
Sr	K12	14,165	9	1015	643	48	1,23
Sr	L1	1,806	9	25	203	21	1,4
Ru	K12	19,279	9	3090	1964	84	42,55
Ru	L1	2,558	9	10	145	17	1,9
Rh	K12	20,216	9	1706	1679	71	2,51
Rh	L1	2,697	9	2	144	17	2,54
Sn	K12	25,271	9	10448	1439	115	1,22
Sn	L1	3,444	9	2136	353	53	4,81
Pb	L1	10,551	9	3253	138	59	1,85
Pb	M1	2,342	9	82	164	20	0,58

Υπέρυθρη φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier (FTIR)

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά δεκαεννέα λήψεις, έντεκα στο ειδώλιο ΜΧ816 (Εικ. 56), έξι στο ΜΧ 809α και δύο στο ΜΧ 809β. Οι λήψεις ανάλογα σε ποιες θέσεις στις επιφάνειες των αντικειμένων έχουν εφαρμοστεί, συγκεντρώνονται στον Πίνακα 21. Σε μια μόνο περιοχή, στους κοιλιακούς μυς έχει γίνει χρήση της φασματοσκοπίας FTIR πριν και μετά την αφαίρεση των ανασκαφικών επικαθίσεων. Αυτές οι δύο λήψεις που έγιναν μετά ονομάζονται clear.0 και clear.1.



Εικόνα 56 Η χρήση του FTIR στην παρούσα εργασία από τον κ. Μπογιατζή.

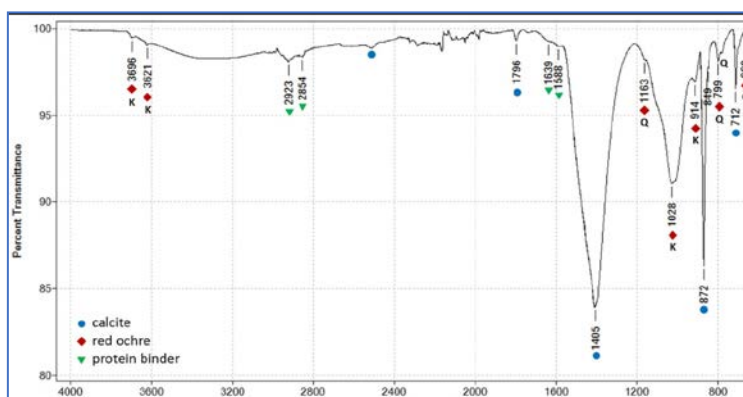


Σχήμα 24 Τα σημεία εφαρμογής FTIR σε κάθε ένα ειδώλιο.

Πίνακας 21 Η κατανομή του συνόλου των φασμάτων της υπέρυθρης φασματοσκοπίας μετασχηματισμού Fourier.

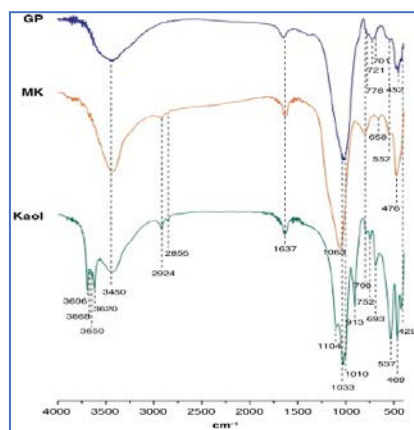
Ειδώλιο	Σημείο		Χρωστική	Επικάλυψη	Ταινία	Κόλλα	Θέση
	Ενέργεια						
	25 παλμοί	50 παλμοί					
MX 816	1.0		Ερυθρή				Δεξί στήθος του
	1.1		Ερυθρή				Δεξί στήθος του
	2.0		Ερυθρή				Κοιλιακοί μυς
	2.1		Ερυθρή				Κοιλιακοί μυς
	clear.0		Ερυθρή				Κοιλιακοί μυς
	clear.1		Ερυθρή				Κοιλιακοί μυς
	3.0		Ερυθρή				Αριστερός του μηρός
	3.1		Ερυθρή				Αριστερός του μηρός
		3.2	Ερυθρή				Αριστερός του μηρός
	4.0			Λευκή			
MX 809α	1.0					v	
	1.1					v	
	1.2					v	
	2.0			Λευκή			
	3.0				γκρι/μελανή		
	4.0		Ερυθρή σκούρα				
MX 809β	1.0		Μοβ				
	2.0				γκρι/μελανή		

Γενικά, είναι γνωστό ότι η κόκκινη χρωστική ουσία κιννάβαρι δεν απορροφά την υπέρυθρη ακτινοβολία στην περιοχή ανάμεσα στα $4000-350\text{ cm}^{-1}$ (Vila and García, 2012). Τα παρακάτω φάσματα προερχόμενα από βιβλιογραφικές πηγές έχουν στον άξονα των ψ την διαπερατότητα. Το φάσμα FTIR της χρωστικής αιματίτη δείχνει τη χαρακτηριστική απορρόφηση οξειδίου του σιδήρου στους κυματικούς αριθμούς 431 και 519 cm^{-1} (Vila and García, 2012; Čiuladienė *et al.*, 2018). Επιπλέον οι τιμές 3696, 3621, 1163 δηλώνουν ερυθρή ώχρα μαζί με ανθρακικό ασβέστιο και πρωτεϊνικό υλικό, συνδυαστικά εμφανίζονται στο παρακάτω φάσμα (Σχ. 25) (Cortea *et al.*, 2021, p. 6, f. 3).



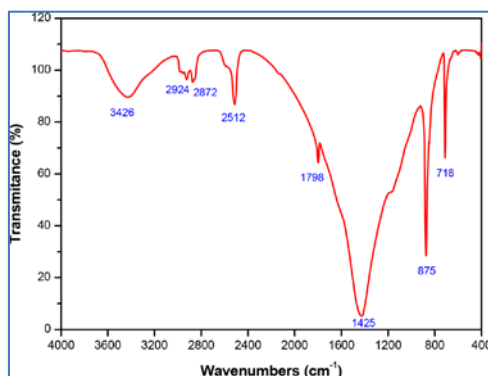
Σχήμα 25 Χαρακτηριστικές κορυφές σε ερυθρή ώχρα, ασβεστίτη και πρωτεϊνικού υλικού (Cortea *et al.*, 2021, p. 6, f. 3).

Γενικά οι κορυφές του καολίνη $\text{Al}_2\text{SiO}_5(\text{OH})_4$ εμφανίζονται στα: 3696, 3669, 3620, 2925, 2851, 1115, 1033, 1009, 938, 913, 795, 755, 697, 641, 540, 470, 431 (Maravelaki-Kalaitzaki and Kallithrakas-Kontos, 2003, p. 212). Αντίστοιχες κορυφές αναφέρονται σε τρία ειδώλια με παρουσία επίσης αλουμίτη και γύψου (Dyer and Sotiropoulou, 2017b, p.11). Η διαφορά στη λευκή επικάλυψη μεταξύ καολίνη πριν το ψήσιμο του πηλού και μετακαολίνη φαίνεται ότι στο φάσμα του δεύτερου υπό θερμοκρασία $>700^\circ\text{C}$ θα εξαφανίζονταν οι κορυφές στο εύρος $3000\text{-}4000\text{cm}^{-1}$ (Ivanović *et al.*, 2018, p. 5).



Σχήμα 26 Η διαφορά καολίνη και μετακαολίνη (Ivanović *et al.*, 2018, p. 5, f. 2).

Οι χαρακτηριστικές κορυφές του ασβεστίτη εμφανίζονται στα: 2523, 1797, 1420, 873, 713 (Hajji *et al.*, 2017).



Σχήμα 27 Το φάσμα FTIR του ασβεστίτη με πρωτεϊνικό υλικό (Hajji *et al.*, 2017, p. 3, f. 2).

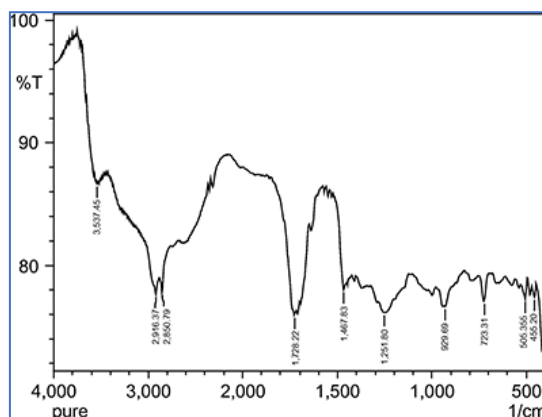
Η συχνότητα έντασης για τον δεσμό $\text{C}=\text{O}$ ως προς την αλιζαρίνη είναι στα 1659 cm^{-1} με τις κορυφές στα 1583 και 1456 cm^{-1} να οφείλονται σε αρωματικούς δεσμούς της (Kiel and Heertjes, 1963, p. 25). Αναλυτικά οι τιμές σε σχέση με τους δεσμούς της άνυδρης αλιζαρίνης εμφανίζονται αναλυτικά στον πίνακα 2 στο άρθρο του 1962 (Kiel and Heertjes, 1963, p. 26).

Η παρουσία οργανικών συστατικών, των οποίων τα κύρια χαρακτηριστικά είναι οι αρκετά έντονες κορυφές στα 3400 cm^{-1} περίπου με δεσμούς O-H και/ή N-H , 2933 , 2891 και 2863 cm^{-1}

¹ που αποδίδονται στην ένωση C-H των ομάδων CH₃ και CH₂, η ισχυρή ζώνη στα 1736 cm⁻¹ του διπλού δεσμού C=O και η ταινία στα 1223 cm⁻¹ που μπορεί να αποδοθεί στον δεσμό C-O, καθώς και οι δύο σε καρβοξυλικούς εστέρες (Bruni and Guglielmi, 2014). Επιπλέον, το φάσμα εμφανίζει στα 1666 και 1581 cm⁻¹ σε C=O (αμιδική I) και σε συνδυασμό των δεσμών N-H και C-N (αμιδική II) αντιστοίχως και στα 3080 cm⁻¹ που αναγνωρίστηκε ως ο πρώτος τόνος της ζώνης αμιδικής II. Δεδομένου ότι οι ζώνες γύρω στα 2900 cm⁻¹ αναφέρονται πάντα σε οργανικές ενώσεις, οι πιο αντιπροσωπευτικές είναι η ισχυρή ένταση στα 1736 cm⁻¹ των καρβοξυλικών εστέρων, πιθανώς λόγω της παρουσίας τριγλυκεριδίων και όλα εκείνα που αποδίδονται σε αμίδιο, που είναι τυπικά για πρωτεϊνούχα συνδετικά με βάση το αυγό (Guglielmi *et al.*, 2022, pp. 29430-29432; Nodari and Ricciardi, 2019). Επίσης η οξύ κορυφή στα περίπου 3400 cm⁻¹ αναφέρεται στο δεσμό N-H. Αυτές οι σκέψεις οδηγούν στο να πιστεύουμε ότι το συνδετικό υλικό θα μπορούσε να γίνει με ολόκληρο το αυγό ή τον κρόκο αυγού λόγω της παρουσίας λιπών, όπως τριγλυκερίδια και χοληστερόλη καθώς και ίχνη πρωτεϊνών (Prinsloo *et al.*, 2013, pp. 2984-2986). Ωστόσο, η ταυτόχρονη ύπαρξη κάποιων ελαίων ή λιπών φαίνεται εύλογο, όπως και ίσως κάποιο κεριά μέλισσας, αφού αυτοί αντίστοιχα περιέχουν υψηλές ποσότητες τριγλυκεριδίων και μακριάς αλυσίδας από εστέρες (Mills and White 1999, Duran *et al.* 2010). Αυτή η εικασία βασίζεται ουσιαστικά στα στοιχεία ότι, οι κορυφές περίπου στα 2900, 1736 και 1230 cm⁻¹ είναι οι κύριες οργανικές συγγενείς ζώνες σε αυτό το φάσμα και επιπλέον, η σχετική ένταση εστέρα και αμιδίου οι ζώνες δεν φαίνεται να είναι συμβατές μόνο με τον κρόκο αυγού (Mazzeo *et al.*, 2008; Radroug *et al.*, 2022, p. 8). Ως εκ τούτου, είναι πιθανό ότι οφείλονται στη συνεισφορά περισσότερων ουσιών που περιέχουν εστέρες. Οι κορυφές γύρω από τα 2900 και στο 1648 δηλώνουν πρωτεϊνικό υλικό (Tesi, 2009; Rigante *et al.*, 2021). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η τεχνητή γήρανση 10 ετών φιλμ τέμπερας από αυγό όπου έχει κορυφή στα 1735, ενώ παρουσία κόκκινου του μόλυβδου μετατοπίζεται στα 1747 (Tesi, 2009, pp. 51, 52, 61).

Οι Stair και Coblentz περιέγραψαν το φάσμα IR της γομαλάκας για πρώτη φορά το 1935. Προσδιόρισαν την παρουσία των δεσμών =CH, -CH₂- και -CH₃, καθώς και του C=O. Το φάσμα FTIR της χειροποίητης γομαλάκας (Σχ. 28) δείχνει τυπική κορυφή στα 3537 cm⁻¹ λόγω της διαμοριακής υδροξυλικής ομάδας με δεσμό H. Οι κορυφές στα 2916 και 2850 cm⁻¹ οφείλονται στη δόνηση C-H των αλειφατικών ομάδων -CH₂- και -CH₃. Η προεξέχουσα κορυφή στα 1728 cm⁻¹ οφείλεται στη δόνηση C=O του -COOH που επικαλύπτεται με το τέντωμα C=O του α, β ακόρεστου εστέρα. Ο ασύμμετρος τρόπος κάμψης/παραμόρφωσης των -CH₂- και -CH₃ εμφανίζεται στα 1467 cm⁻¹. Η κορυφή στα 1252 cm⁻¹ οφείλεται στη δόνηση κάμψης C-O

ομάδων καρβοξυλίου και υδροξυλίου. Η rocking -CH₂ των υδρογονανθρακικών αλυσίδων εμφανίζεται ως αιχμηρή κορυφή στα 723 cm⁻¹ (Fahim Ansari *et al.*, 2013).

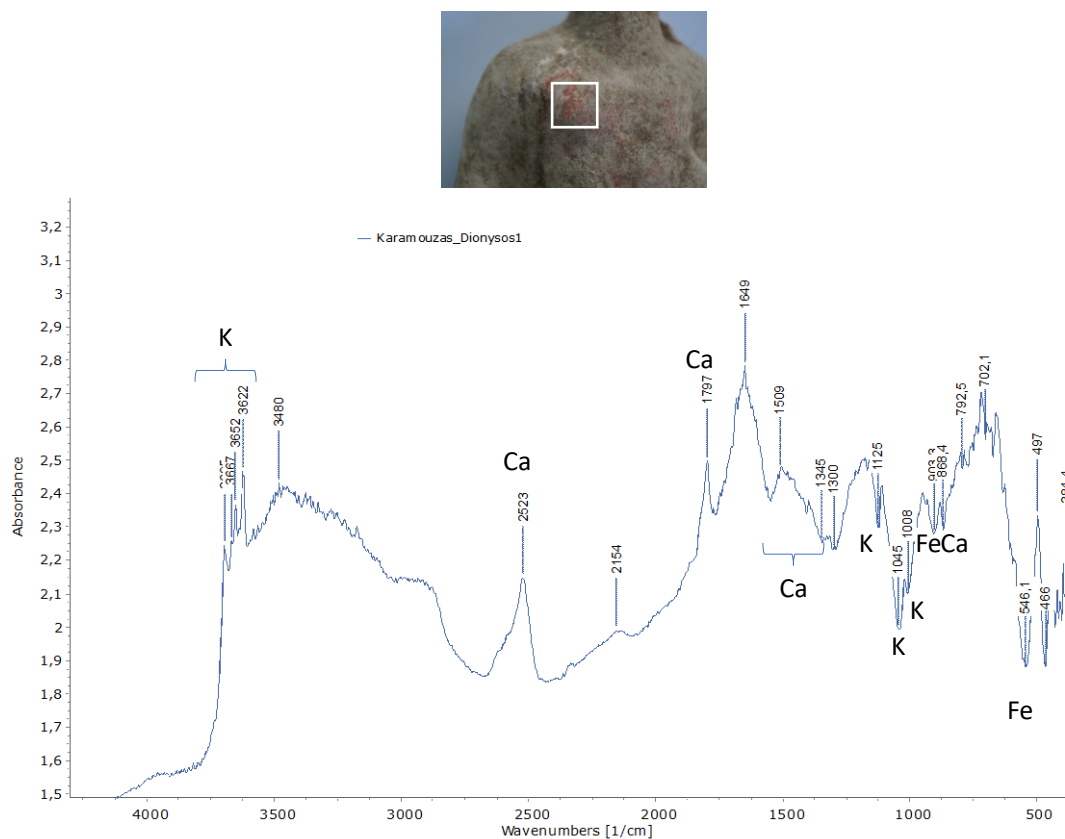


Σχήμα 28 Το φάσμα FTIR γομμαλάκκας (Fahim Ansari *et al.*, 2013).

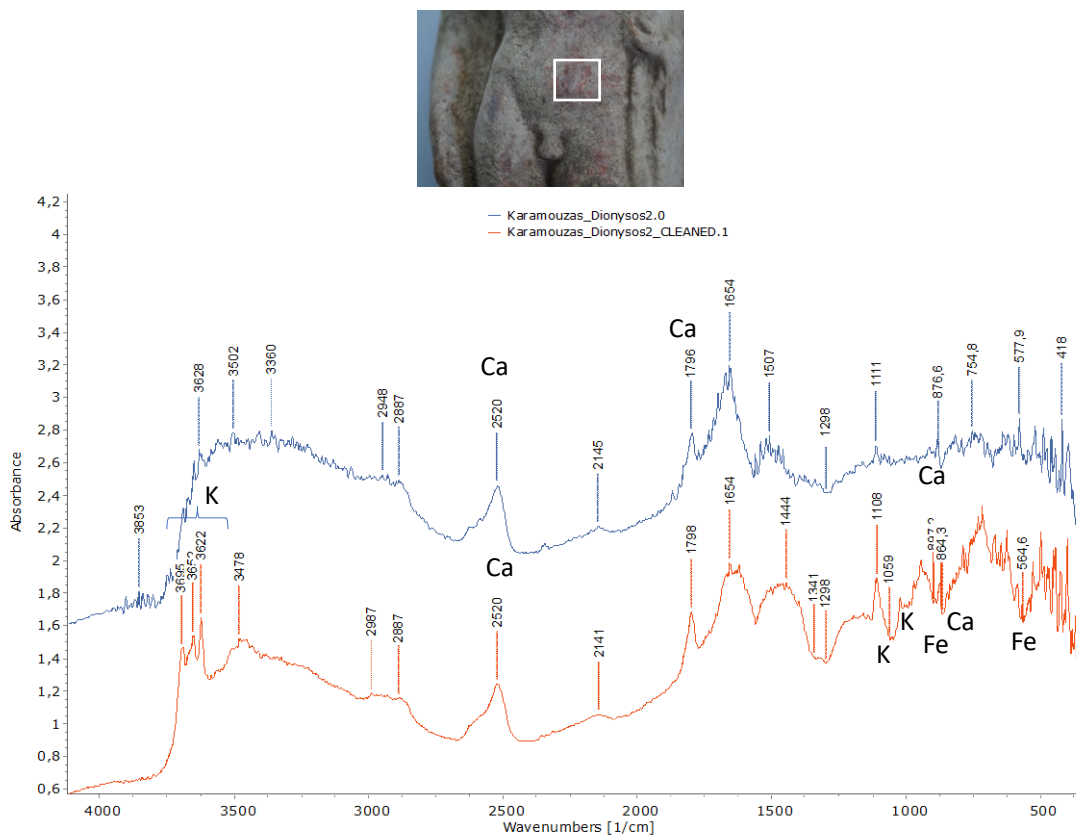
Η ερμηνεία των παρακάτω φασμάτων υπέρυθρης ακτινοβολίας μετασχηματισμού Fourier στα τρία ειδώλια, προϋποθέτει την αποδοχή ότι επί το πλείστον αυτά αφορούν ακτινοβολίες ανάκλασης που δηλώνονται ως απορρόφηση και ταυτόχρονα όταν υπάρχουν ανόργανα ή οργανικά υμένια εμφανίζεται το φαινόμενο της αναστροφής *reststrahlen*, λόγω σκέδασης της ακτινοβολίας με δοδομένο ότι οι κόκκοι τους έχουν διάμετρο μικρότερη από το μήκος κύματος των ανόργανων υλικών. Συνεπώς οι ανεστραμμένες κορυφές στις τιμές 1045 1008 είναι του καολίνης, εκτός από τις κύριες. Ακολούθως γίνεται απόπειρα προσδιορισμού των ενώσεων: καολίνης K, ασβεστίτης Ca, κόκκινη ώχρα Fe, οργανικό υλικό O, ριζάρι A, τα αποτελέσματα εκ των οποίων φαίνονται στον (Πίνακα 22).

Ειδώλιο MX 816

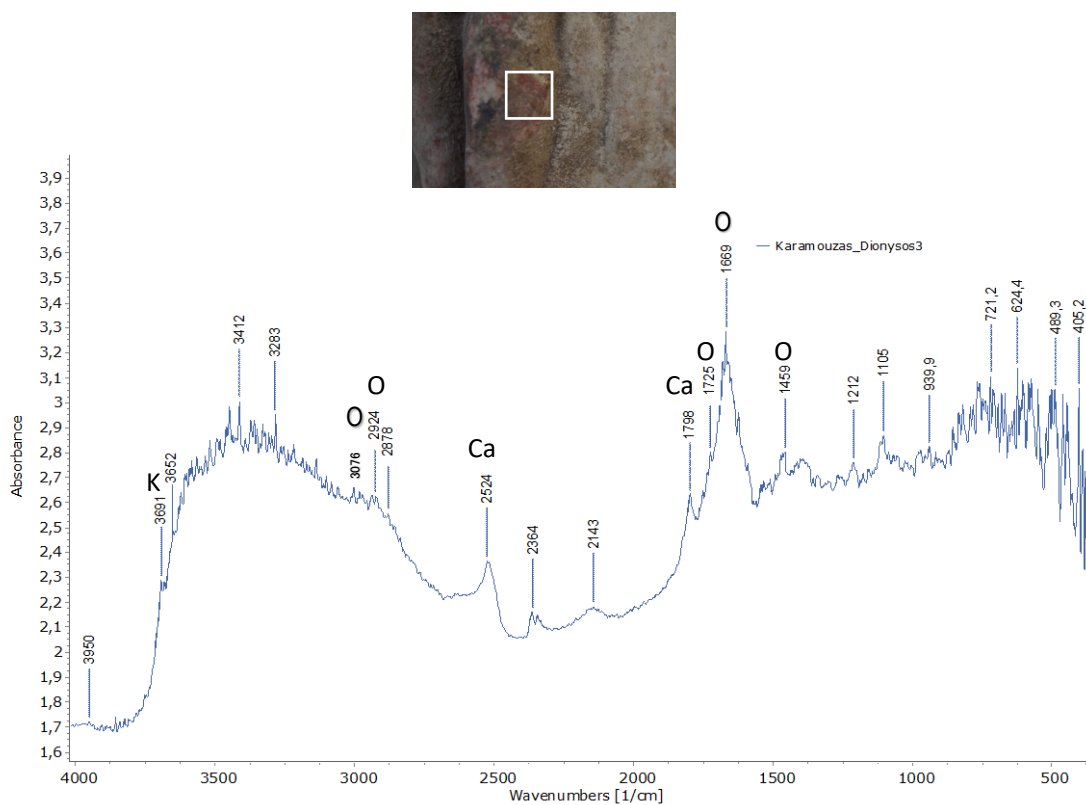
Στο ειδώλιο MX 816 στην περιοχή στο δεξί του στήθος η παρουσία καολινίτη 3667, 3652, 3622, 1045, 1125, 1008 και ασβεσίτη 2523, 1797, 868 είναι εμφανής, όπως και της κόκκινης ώχρας 546, ενώ ίχνη οργανικού υλικού δεν εμφανίζονται καθόλου, δηλαδή στις περιοχές ιδιαίτερα στα 2900 και 1736 (Σχ. 29). Ακόμη στο περιοχή στους κοιλιακούς μυς η παρουσία καολινίτη και ασβεσίτη είναι και εδώ δεδομένη, αφού διακρίνεται ακόμη περισσότερο στην περιοχή του ειδωλίου όπου αφαιρέθηκαν οι ανασκαφικές επικαθίσεις, στο σημείο πριν (Dionysos 2.0) και μετά (Dionysos 2_cleaned1). Η παρουσία καολινίτη και κόκκινης ώχρας 897, 564 δεν ανιχνεύτηκε αρχικά, αλλά μετά την επέμβαση η διαφορά στα φάσματα είναι χαρακτηριστική. Εδώ παρατηρείται υποψία οργανικού υλικού 2987, 2887 και 1654 (Σχ. 30). Το σημείο στον αριστερό μηρό του ειδωλίου το φάσμα αντικατοπτρίζει την μεγαλύτερη πιθανότητα οργανικού υλικού, με χαρακτηριστικές κορυφές 3080, 2924, 2878, 1725, 1669, 1459 (Σχ. 31). Το άλλο σημείο, στο αριστερό κάτω άκρο του ειδωλίου έχει επίσης υποψίες οργανικού υλικού 2928, 1654 (Σχ. 32).



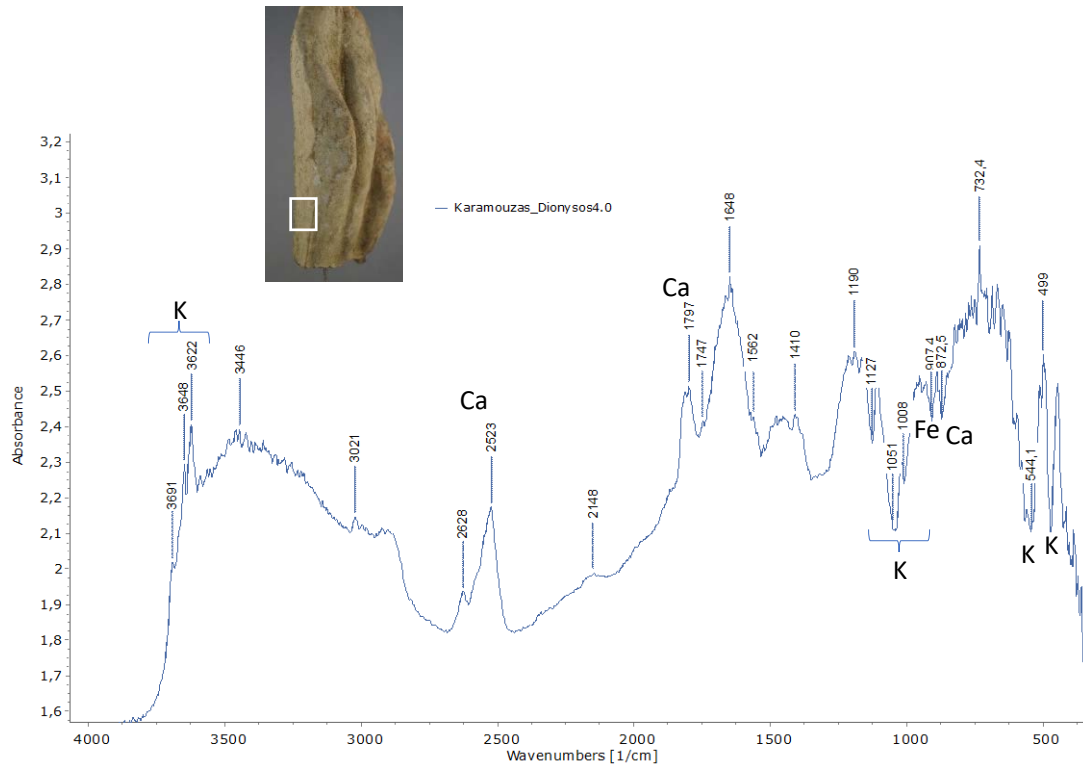
Σχήμα 29 FTIR_Dionysos_1_ερυθρή χρωστική στο δεξί του στήθος.



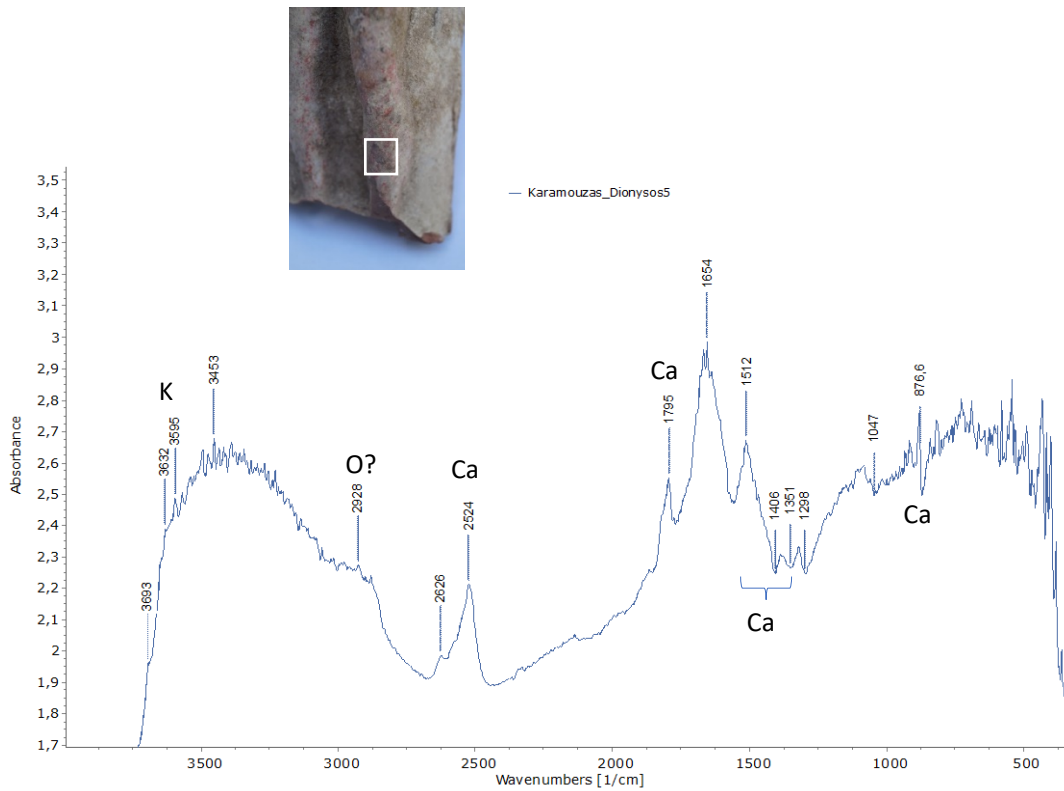
Σχήμα 30 FTIR_Dionysos_2 και FTIR_Dionysos_2_cleaned_ερυθρή χρωστική στους κοιλιακοί μυς.



Σχήμα 31 FTIR_Dionysos_3_ερυθρή χρωστική στον αριστερό του μηρό.
154



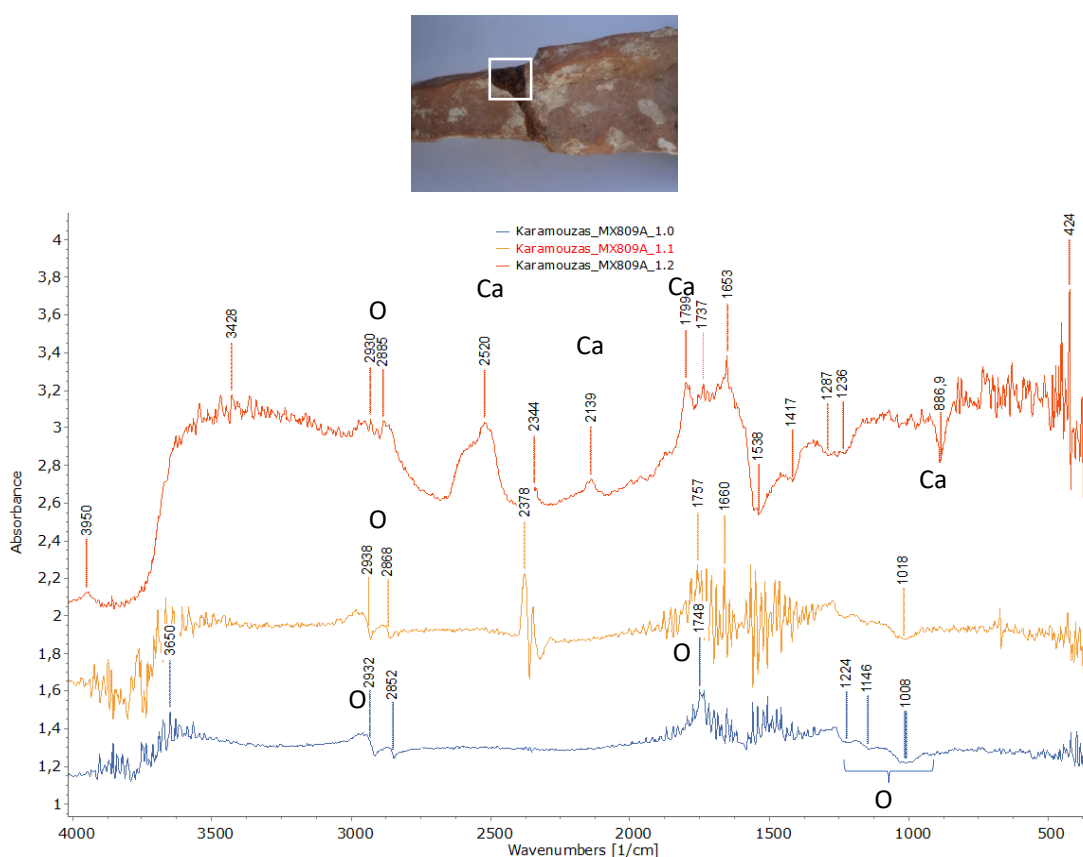
Σχήμα 32 FTIR_Dionysos_4_λευκή επικάλυψη.



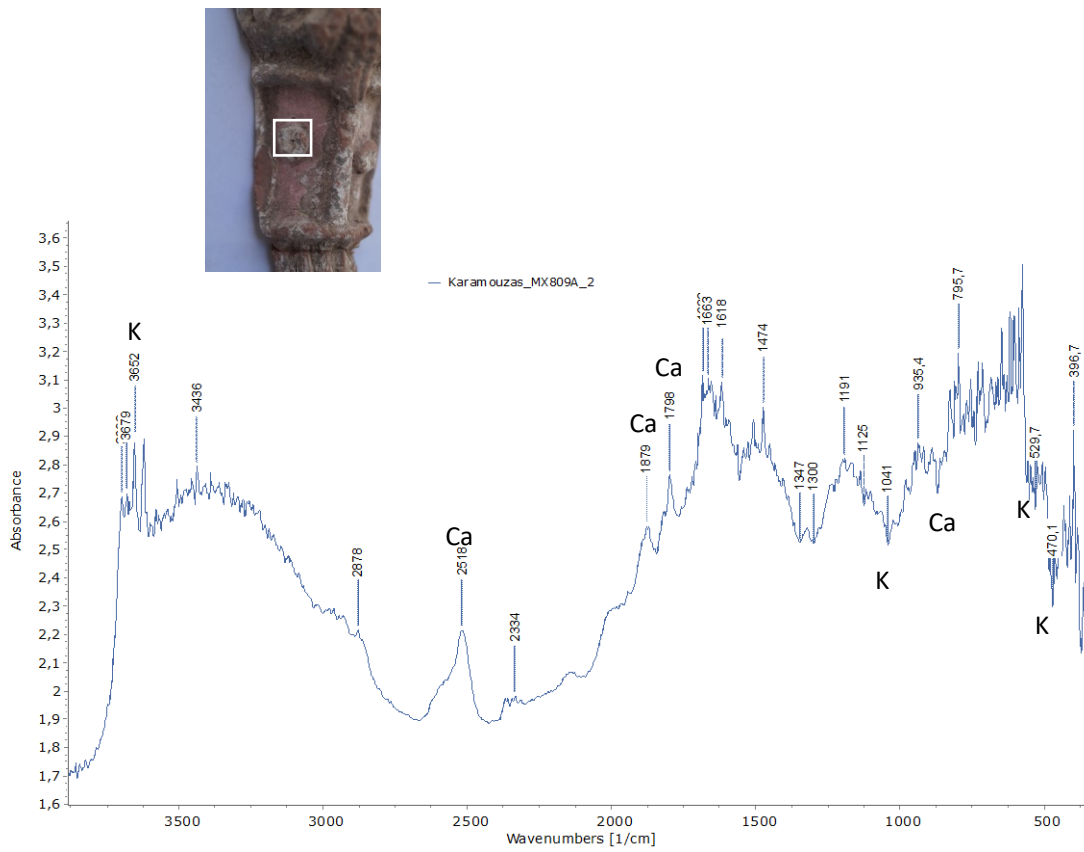
Σχήμα 33 FTIR_Dionysos_5_γκρι/μελανή ταινία στο αριστερό κάτω άκρο του.

Ειδώλιο ΜΧ 809α

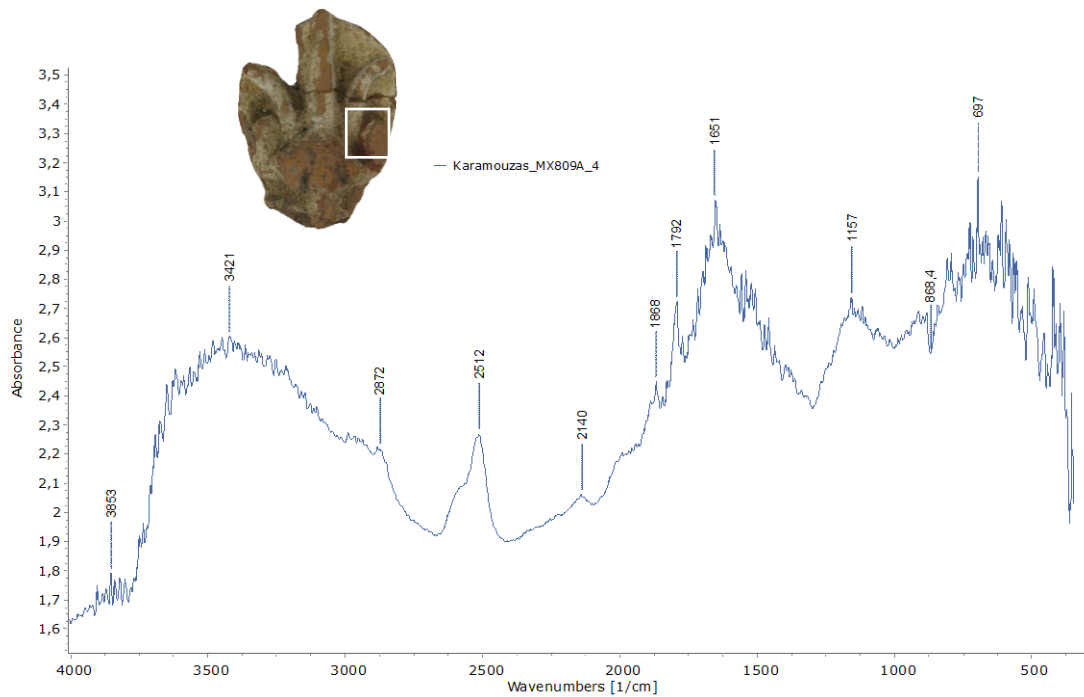
Η παρουσία οργανικού πολυμερούς, ως υλικό συγκόλλησης, πιθανώς γομαλάκα, φαίνεται στις τρεις λήψεις που έγιναν στο ίδιο σημείο, ιδιαίτερα στις δύο πρώτες ΜΧ_809Α_1.0: 2932, 2852, 1748, 1224, 1146, 1008 και ΜΧ_809Α_1.1: 2938, 2868, 1757, 1660, 1018, διότι η τρίτη λήψη μάλλον περιέχει και την διπλανή περιοχή αποτελούμενη από ασβεστίτη 2520, 2139, 1799, 886 (Σχ. 34). Καολινίτης 3679, 3652, 1041, 529, 470 και ασβεστίτης 2518, 1879, 1798 διακρίνονται στην λευκή επικάλυψη (Σχ. 35), ενώ το φάσμα στο σημείο της ερυθρής χρωστικής δεν δίνει σαφή συμπεράσματα.



Σχήμα 34 FTIR_MX809A_1.0 και 1.1 και 1.2_υλικό συγκόλλησης από προηγούμενες εργασίες.



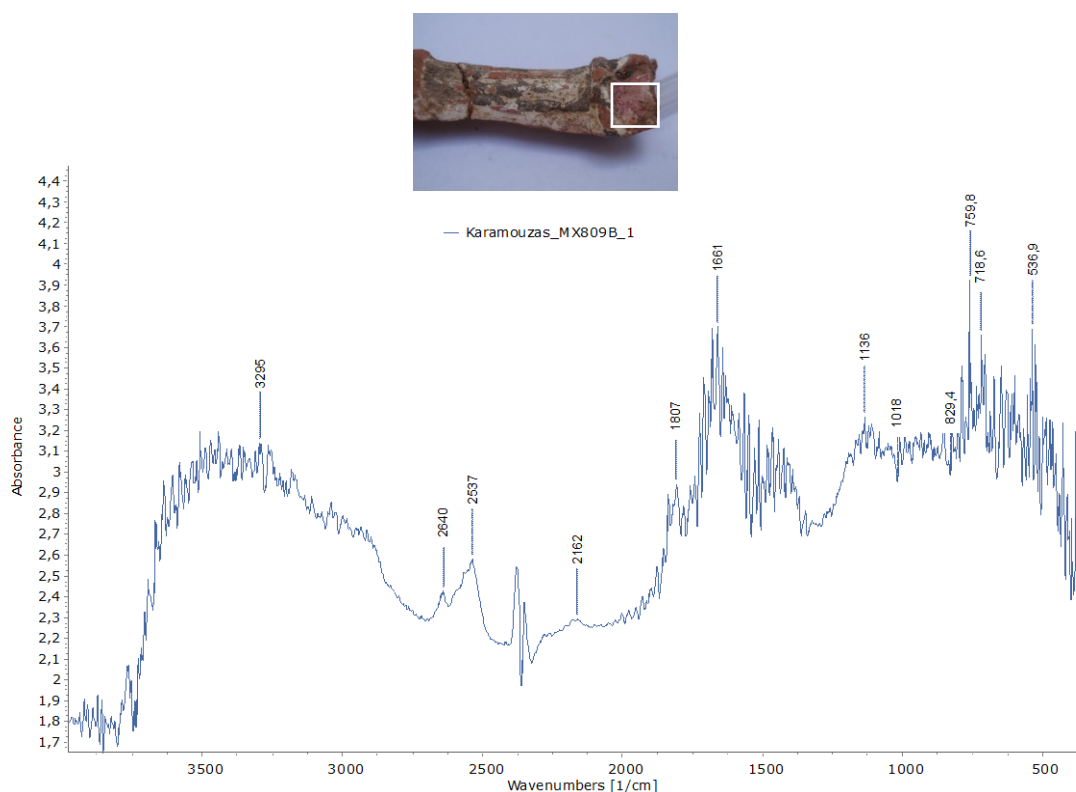
Σχήμα 35 FTIR_MX809A_2_λευκή επικάλυψη.



Σχήμα 36 FTIR_MX809A_4_ερυθρή χρωστική.

Ειδώλιο MX 809β

Στο ειδώλιο MX 809β εμφανίζεται η κορυφή στα 1661. Οι ευρείες ζώνες απορρόφησης της ομάδας -OH, βρίσκονται στις περιοχές ανάμεσα στα 2800-3100 και 730-800 cm^{-1} συμβαίνει όμως μόνο με την τιμή 759. Στις τιμές αυτές ο *θόρυβος* στο φάσμα είναι αισθητός και δεν θα πρέπει να αγνοηθεί η ύπαρξη υλικού στερέωσης μετά από προηγούμενες εργασίες αποκατάστασης. Ίσως είναι χρήσιμο να συγκριθεί με το φάσμα από το ειδώλιο MX 809α, διαδικασία λήψης η οποία ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθεί σε αυτό διότι, το rFTIR δεν μπορούσε να εστιάσει εξαιτίας του ακατάλληλου ανάγλυφου και της μεγάλης εστιακής απόστασης.



Σχήμα 37 FTIR_MX809B_1_μολ χρωστική.

Πίνακας 22 Οι χαρακτηριστικές κορυφές της υπέρυθρης φασματοσκοπίας μετασχηματισμού Fourier για τις ενώσεις: καολίνη K, ασβεστίτης Ca, κόκκινη ώχρα Fe, οργανικό υλικό O, ριζάρι A.

MX816	Dionysos_1	K	3667, 3652, 3622, 1125, 1045, 1008	Dionysos_2	3695, 3652, 3622, 1108, 1059	
		Ca	2523, 1797, 1509, 1345, 868		2520, 864	
		Fe	903, 546		564	
		O				
	Dionysos_3	K	3691, 3652, 1105	Dionysos_4	3691, 3648, 3622, 1051, 544, 499	
		Ca	2524, 1798		2523, 1797, 872	
		Fe			907	
		O	3080, 2924, 2878, 1725, 1654, 1459			
	Dionysos_5	K	3693, 3632, 3595			
		Ca	2524, 1795, 1512, 1406, 1351, 876			
		Fe				
		O	2928			
MX809α	MX809A_1.0	K		MX809A_1.2		
		Ca			2520, 2139, 1799, 886	
		Fe				
		O	2932, 2852, 1748, 1224, 1146, 1008		2930, 2885	
	MX809A_2	K	3679, 3652, 1041, 529, 470			
		Ca	2518, 1879, 1798			
		Fe				
		O				
MX809β	MX809B_1	K				
		Ca				
		Fe				
		A	1661, 759			

Περιθλασιμετρία Ακτινών Χ (XRD) και ATR-FTIR

Δεδομένου ότι οι χαλαρές επικαθίσεις δύνανται να αφαιρεθούν με μηχανικό τρόπο, χρήση ξύλινης γλυφίδας ή ανοξειδωτης λάμας, απολύτως ελεγχόμενη διαδικασία, επιχειρήθηκε η συλλογή επικαθίσεων σε άλλες δύο περιοχές, όπου η σύστασή των κρίνεται ασαφής, με στόχο τον προσδιορισμό τους, με χρήση XRD και ATR-FTIR.

Η μια περιοχή είναι στα κάτω άκρα του ειδωλίου του Διονύσου, κατά μήκος των σημείων που ενώνονται αυτά με το λευκό φόντο ανάμεσά τους (Εικ. 60), είναι δηλαδή αδιάλυτα άλατα και η άλλη στην μελανή περιοχή στον αριστερό μηρό.

Αν και η πρώτη ποσότητα ήταν μεγαλύτερη από την δεύτερη και οι δύο όμως δεν πληρούν την προϋπόθεση της ελάχιστης ποσότητας δείγματος >100 mg για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία.

ΧΙ. Επεμβατική συντήρηση

Αφαίρεση ή διατήρηση των παλαιότερων επεμβάσεων

Τα αποτελέσματα, από την μία πλευρά, της οπτικής μικροσκοπίας, της πολυφασματικής απεικόνισης και των αναλυτικών τεχνικών, υποδεικνύουν με σχετική βεβαιότητα την ύπαρξη υλικών συγκόλλησης και στερέωσης από προηγούμενες επεμβάσεις αποκατάστασης, καθώς επίσης και σύγχρονο βερνίκι για την σήμανση των αντικειμένων. Από την άλλη, είναι σημαντικό να συνειδητοποιήσει ο συντηρητής αρχαιοτήτων ότι αφαιρώντας ένα κομμάτι από προηγούμενη αποκατάσταση, αφαιρείται ένα κομμάτι της ιστορίας του αντικειμένου. Παράλληλα, επειδή υπάρχει έλλειψη αρχαιακού υλικού, η ιστορία του επαγγέλματος της αποκατάστασης της πολιτιστικής κληρονομιάς παρεμποδίζεται ακόμη περισσότερο όταν τέτοια ή αντίστοιχα στοιχεία του αντικειμένου αφαιρεθούν. Αυτή η βιογραφία είναι η ιστορία ζωής του αντικειμένου, μπορεί να μας πει πολλά για αυτό, όπως την αξία του, τον ιδιοκτήτη σε μία δεδομένη στιγμή της ιστορίας του ή γενικά την σημασία που αυτό είχε στην συγκεκριμένη κοινωνία (Dooijes and Nieuwenhuys, 2007).

Γενικά δεν υπάρχει κοινός ηθικός κανόνας σχετικά με το πώς πρέπει να προσεγγίζει και να αντιμετωπίζει κανείς τέτοιες αποκαταστάσεις στις συλλογές μουσείων. Η εμπειρία δείχνει ότι οι συντηρητές, συχνά είναι πολύ βιαστικοί στο να αφαιρούν αποκαταστάσεις του δέκατου ένατου ή του εικοστού αιώνα, χωρίς να λαμβάνονται σωστά υπ' όψιν οι συνέπειες των σύγχρονων επεμβάσεων. Οι αποκαταστάσεις που πραγματοποιούνται τώρα είναι σίγουρα αναστρέψιμες, αλλά η επέμβαση, πολύ συχνά όσο αφορά την ιστορία ενός αντικειμένου δεν είναι. Είναι σίγουρο ότι όταν ερευνώνται και τεκμηριώνονται παλιά υλικά και τεχνικές, τότε θα καταστεί υλοποιήσιμο ένα σημαντικό κεφάλαιο στην ιστορία του επαγγέλματος της συντήρησης αρχαιοτήτων (Dooijes, 2007, p. 109). Πρόκειται για ιστορικά τεκμήρια της περιόδου εκείνης που διδάσκουν σημαντικές παραμέτρους σχετικά με την συντήρηση αρχαιοτήτων την περίοδο δημιουργίας των νεοσύστατων τότε μουσείων, ειδικά στην Ευρώπη, αλλά ακόμη και στην ελληνική επικράτεια, για την ιστορία της απόκτησης αρχαιοτήτων σε μεγάλα μουσεία των Αθηνών ή πολλών ευρωπαϊκών πόλεων, καθώς και τις αλλαγές από τότε μέχρι σήμερα, δηλαδή το πώς τα μουσειακά αντικείμενα παρουσιάζονταν στο ευρύ κοινό.

Ειδικά, η γομαλάκα είναι μία φυσική ρητίνη που εκπέμπεται από τα λέπια του εντόμου *LAciffer lacca* (Kerr) (Thornton, 1998, p. 17). Έχει χρησιμοποιηθεί ως υλικό επικάλυψης, ως κόλλα, ως υλικό στερέωσης και ως υλικό συμπλήρωσης μαζί με άλλα υλικά. Διαλυμένη σε αλκοόλη, ήταν μία δημοφιλής κόλλα για την συγκόλληση κεραμικών και λίθου (Hanna, S. Lee, 1988). Άλλες φυσικές ρητίνες που αποτελούνται από επαναλαμβανόμενες μονάδες ισοπροπενίου είναι η μαστίχα και η δάμμαρη (Mills, J. & White, 1997) που μπορεί να μας ενδιαφέρουν. Αυτά τα υλικά αποκατάστασης μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο ένα αντικείμενο. Για παράδειγμα μία στερέωση με βάση τη γομαλάκα μπορεί να αφήσει λεκέδες σε κεραμικό που είναι δύσκολο να αφαιρεθεί. Η αφαίρεση των λεκέδων που προκύπτουν, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα, καθώς οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται ίσως να προκαλέσουν περαιτέρω μετατόπιση πάνω στην επιφάνεια του κεραμικού.

Επιπλέον σε παλιές αποκαταστάσεις επικρατούσε να χρησιμοποιείται η γομαλάκα για την συγκόλληση θραυσμάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον χρωματισμό των άκρων του σπασίματος καθώς η γομαλάκα αποχρωματίζεται με την πάροδο του χρόνου. Οι παλιές αποκαταστάσεις δεν είναι πάντα ασταθείς ώστε να θέτουν σε κίνδυνο το αντικείμενο, όπως για παράδειγμα στα υπό μελέτη τρία ειδώλια, ωστόσο όμως να ενοχλούν οπτικά την εμφάνισή τους. Τα υλικά στερέωσης αποχρωματίζουν την αρχική επιφάνεια και οι κόλλες συχνά αποχρωματίζονται αφήνοντας ενοχλητικές σκοτεινές γραμμές κατά μήκος των άκρων του σπασίματος (Dooijes, 2007, p. 109).

Βέβαια αν για στατικούς ή αισθητικούς λόγους χρειάζεται να πραγματοποιηθεί η αφαίρεση των υλικών από παλαιότερες αποκαταστάσεις, τότε είναι λογικό να επιλεγεί εκείνη η μέθοδος που να μην θέσει σε κίνδυνο το αντικείμενο. Δηλαδή όσο και αν αναλυθεί ένα συγκολλητικό υλικό με τις σημερινές αναλυτικές τεχνικές, πάντα θα υπάρχει μια επιπλέον γνώση σε σχέση με αυτό ή με τον τρόπο εφαρμογής του που μπορεί να μην διατηρηθεί και επομένως να χαθεί. Ως εκ τούτου θα έλεγε κανείς ότι αποφασίζεται η αφαίρεση των παλαιότερων επεμβάσεων μόνο στην περίπτωση που αυτές χάσουν την ιδιότητά τους και δεν συγκρατούν πλέον τα επιμέρους κομμάτια και συνεπώς έχει την δυνατότητα κανείς να επανέλθει στο μέλλον με περισσότερα στοιχεία ή επιπρόσθετα αν αποφασιστεί τα αντικείμενα να εκτεθούν στο κοινό.

Στην περίπτωση αυτή η αφαίρεση της γομαλάκας από προηγούμενες αποκαταστάσεις παρουσιάζει μια σειρά από προβλήματα στους συντηρητές, καθώς ως ρητίνη δεν είναι εύκολα διαλυτή σε διαλύτες. Μέχρι τώρα γενικά είναι δυνατό να διασπαστεί η γομαλάκα είτε

με 50% w/w μείγματος αμμωνίας και μεθυλιωμένου οινόπνεύματος (Koob, 1979) ή 1:1 μείγμα αιθανόλης και ακετόνης (Svoboda, M. Tsatsouli, K. Eng, 2008). Έρευνα έχει δείξει ότι η γομαλάκα γενικά δεν μπορεί να διαλυθεί σε $pH < 7$. Προκειμένου μία θεραπεία να είναι επιτυχής, είναι κρίσιμο ότι οποιαδήποτε εφαρμογή πρέπει να διατηρείται στο αλκαλικό εύρος $\geq pH 8$. Παράλληλα εκτός από διάλυση της γομαλάκας έχουν γίνει εργαστηριακές δοκιμές που αποσκοπούν στην υδρόλυσή του (Scott, 2012). Τα πειράματα αυτά έχουν βρει ότι η χρήση υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) σε συνδυασμό με αιθανόλη, σε μία γέλη, gel αποτελούμενη από άγαρ, διασπά αποτελεσματικά τα μόρια της ρητίνης, ενώ αποτρέπει τον χρωματισμό των υποστρωμάτων. Δηλαδή η πιο αποτελεσματική μέθοδος είναι εκείνη που περιέχει μείγμα 1:1 αιθανόλη και γέλη άγαρ, 4% w/v σε απιονισμένο νερό, ενώ προστίθενται μερικές σταγόνες NaOH 5M για ρύθμιση του $pH = 13,5$. Ενώ η γέλη έχει την ιδιότητα να δρα ακριβώς στην υποκείμενη περιοχή, το άγαρ όμως είναι ένα σύστημα γέλης με βάση το νερό και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υδατοδιαλυτό υπόστρωμα ή στρώματα βαφής ευαίσθητα στο νερό. Δηλαδή είναι κατανοητό ότι η παραπάνω διαδικασία είναι πολλή ελεγχόμενη όταν αναφέρεται σε συγκόλληση περιοχής λίγων χιλιοστών του μέτρου ή σε αφαίρεση από τις ακμές κομματιών, παρά σε αφαίρεση ενός υλικού στερέωσης, επειδή κάτω από αυτό βρίσκονται χρωστικές και λευκή επικάλυψη. Στα υλικά αυτά θα πρέπει πάντοτε να ελέγχεται η αντοχή τους στην αλκαλικότητα πριν από οποιαδήποτε τέτοιου είδους θεραπεία.

Όλες αυτές αποτελούν πολύ σημαντικές προϋποθέσεις στην περίπτωση εφαρμογής τους σε επαφή με την λευκή επικάλυψη των ειδωλίων, πόσο μάλλον με τις χρωστικές. Θα έλεγε κανείς ότι σε καμιά περίπτωση στα δύο υπό μελέτη ειδώλια δεν πρέπει να γίνει δοκιμή διαλυτότητας των χρωστικών εφόσον δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα σε κάποια μη εμφανή περιοχή (Tzadik, 2014, p. 81). Αντιθέτως, οι ενέργειες αυτές πρέπει να εφαρμόζονται μόνο σε περιοχές όπου υπάρχει η κόλλα και δεν ακουμπά στην λευκή επικάλυψη. Στο ειδώλιο MX 809α η εφαρμογή φαίνεται να είναι πιο εύκολη διότι μπορεί να γίνει στην πίσω του όψη, όπως επίσης και στο άλλο ειδώλιο, το MX 809β, σε σημεία όπου εφαρμόστηκε η κόλλα και δεν είχαν συγκολληθεί. Επιπλέον, η χρήση laser δεν πρέπει να αγνοείται ως τεχνική που στοχεύει στην αφαίρεση παλαιών συγκολλητικών υλικών. Ως διαδικασία έχει εφαρμοστεί στην αφαίρεση κόλλας, η οποία όμως αποτελείται από νιτρική κυτταρίνη σε κεραμικές ακμές κύλικας (Pereira-Pardo, Melita and Korenberg, 2020, p. 31).

Αφαίρεση των ανασκαφικών επικαθίσεων στο ειδώλιο του Διόνυσου

Οι εργασίες επεμβατικής συντήρησης των ειδωλίων αποσκοπούν στο να επαναφέρουν τα αντικείμενα στη βέλτιστη γνωστή πρότερη κατάστασή τους, η οποία αντιπροσωπεύει τα αισθητικά και ιστορικά χαρακτηριστικά τους τη στιγμή της κατασκευής τους, αλλά και κατά τη διάρκεια χρήσης τους. Οι εργασίες συντήρησης εστιάζουν στις φυσικοχημικές αλλαγές που έχουν υποστεί τα ειδώλια στο πέρασμα του χρόνου, αλλά και στο τελικό οπτικό αποτέλεσμα που τα καθιστά αναγνωρίσιμα στο κοινό ενός μουσείου. Τέλος, οι εργασίες συντήρησης των ειδωλίων είναι κατά κύριο λόγο αναστρέψιμες διαδικασίες, που σημαίνει ότι τα αντικείμενα μπορεί να επανέλθουν σε μία κατάσταση με ανάλογες επιλογές επεμβατικής συντήρησης.

Η αφαίρεση των ανασκαφικών επικαθίσεων αφορά την απομάκρυνση υλικού από το ειδώλιο, το οποίο έχει εναποτεθεί στην επιφάνειά του από ηλεκτροχημικές δράσεις, δημιουργία αλάτων, και χώμα. Αποτελεί εργασία επεμβατικής συντήρησης κατά την οποία πρέπει να διασφαλίζεται ότι το υλικό που απομακρύνεται δεν είναι αυθεντικό και δεν μεταφέρει πληροφορίες οι οποίες είναι σημαντικές για την αποτίμηση της ιστορικής του αξίας. Για την αφαίρεση των ανασκαφικών επικαθίσεων επιλέχθηκαν τα μηχανικά μέσα, τα οποία είναι πιο ελεγχόμενα από τα χημικά, κατά τη χρήση των οποίων παραμονεύει ο κίνδυνος αυτά να διεισδύσουν στις χρωστικές στην επικάλυψη και στον πηλό προκαλώντας επιπλέον διάβρωση. Επίσης, περιορίζεται σημαντικά η περαιτέρω φθορά και απώλεια υπολειμμάτων σπάνιας επιφανειακής διακόσμησης, όπως στην περίπτωση του αποσπασματικά σωζόμενου λεπτού φύλλου κασσιτέρου που είχε χρησιμοποιηθεί σε αρκετά ειδώλια για να τονίσει κοσμήματα και διακοσμητικά στοιχεία της ένδυσης. Ακόμη όμως και στην περίπτωση διακόσμησης με πολύτιμα μέταλλα.

Έχοντας υπ' όψιν ότι η λευκή επικάλυψη είναι πολλή ευαίσθητη στο νερό χρησιμοποιήθηκε μόνο μηχανικός καθαρισμός για την αφαίρεση των επικαθίσεων. Η προσοχή είναι ιδιαίτερα ενδεδειγμένη στο σώμα του Διόνυσου δεδομένου ότι αυτό αποτελείται από διαφορετικές ερυθρές χρωστικές. Η διαδικασία περιορίστηκε σε όλες τις επιφάνειες του ειδωλίου εκτός από τις περιοχές στις οποίες εμφανίζεται το αιγυπτιακό κυανό. Εδώ η αφαίρεση των επικαθίσεων κρύβει το πρόβλημα να αφαιρεθεί ταυτόχρονα και η ίδια η χρωστική, διότι σε έναν βαθμό είναι αναμεμιγμένη με αυτήν. Επιπλέον δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή της αφαίρεσης υπολειμμάτων από οργανική ύλη. Αυτή σίγουρα μπορεί να διατηρηθεί αν με ελεγχόμενο τρόπο αφαιρεθούν οι χαλαρές επικαθίσεις ιδιαίτερα πάνω από

τις ερυθρές χρωστικές, αλλά ακόμη πιο ιδιαίτερα σε διάφορες περιοχές, όπου διακρίνονται ίχνη άλλων χρωστικών αλλά και επίθετων μεταλλικών στοιχείων.

Στο ειδώλιο του Διονύσου χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία χειρός, με συνεχή παρατήρηση σε μικροσκόπιο (Εικ. 57), ώστε να διασφαλιστεί ο καλύτερος έλεγχος του υλικού που απομακρύνεται.¹¹ Για την επίτευξη αυτού του στόχου αξιοσημείωτη βοήθεια αποτέλεσε η χρήση ethafoam στο ειδώλιο, έτσι ώστε με το ένα χέρι ο συντηρητής να αγκαλιάζει και να συγκρατεί καλύτερα και με μεγαλύτερη ασφάλεια το ειδώλιο.. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικού πάχους του ίδιου υλικού έτσι ώστε να επιτυγχάνεται εύκολα η σταθερή απόσταση του αντικειμένου από τον φακό (Εικ 58).



Εικόνα 57 Διαρκής παρατήρηση στο μικροσκόπιο.

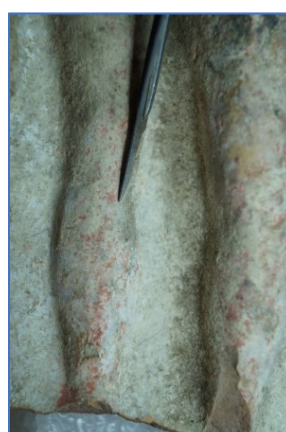


Εικόνα 58 Χρήση ethafoam.

Πρώτα απομακρύνθηκαν οι χαλαρές επικαθήσεις με μαλακά πινέλα παράλληλα με την χρήση ξύλινων γλυφίδων (Εικ. 59). Στην συνέχεια, οι σκληρές επικαθήσεις, αδιάλυτα άλατα απομακρύνθηκαν με την χρησιμοποίηση χειρουργικού νυστεριού με λάμες από ανοξείδωτο ατσάλι (Εικ. 60). Αυτές επικεντρώνονταν περιμετρικά στα κάτω άκρα της μορφής του Διονύσου.



Εικόνα 59 Αφαίρεση με ξύλινη γλυφίδα.



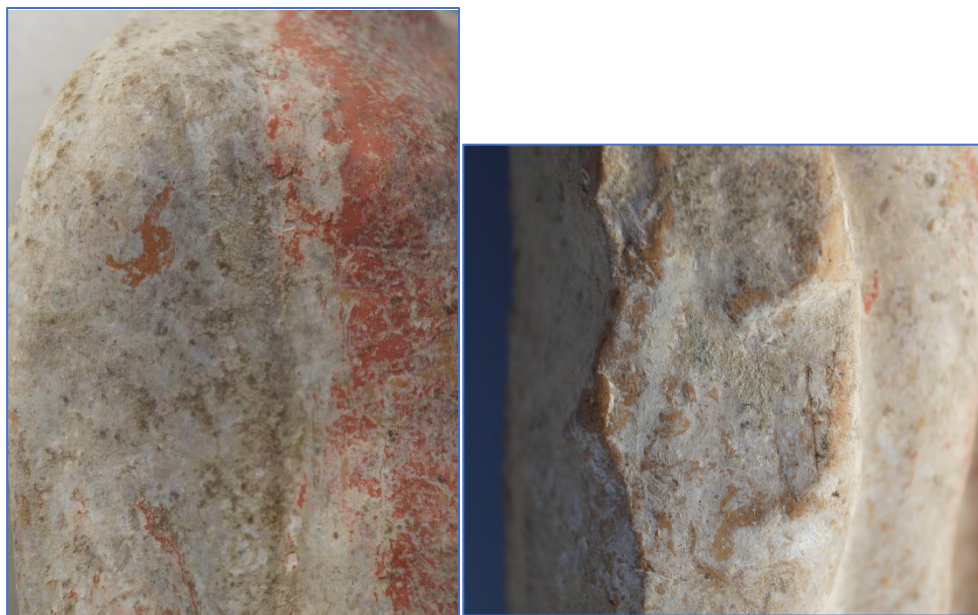
Εικόνα 60 Αφαίρεση με ανοξείδωτη λάμα.

¹¹ Η διαδικασία συντήρησης τελείωσε σε 50 ώρες..

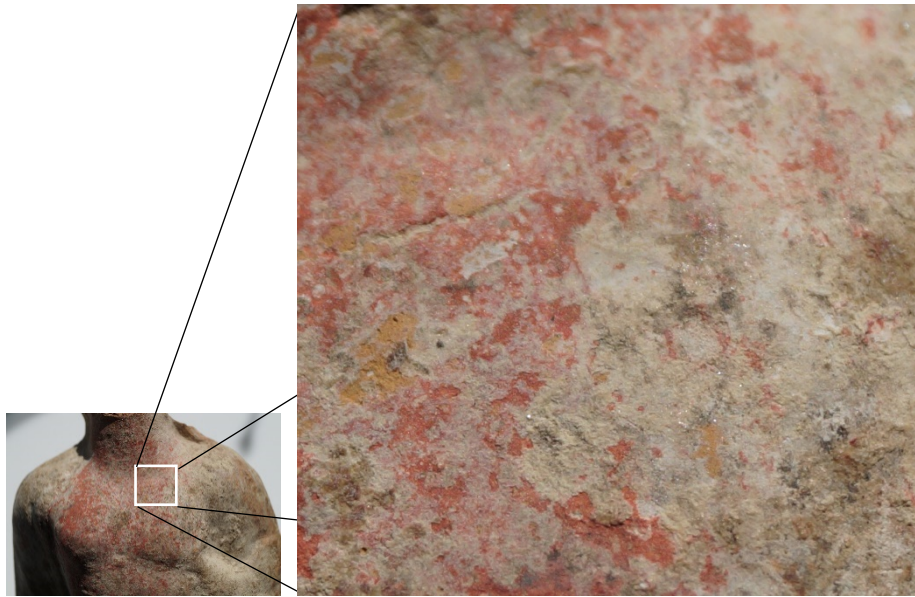
Η αφαίρεση των επικαθίσεων έγινε με τέτοιον τρόπο ώστε να λαμβάνονται πληροφορίες στην συνολική έκταση της επιφάνειας του ειδωλίου, προκειμένου να μην χαθεί καμία (Εικ. 61). Στην διαδικασία αυτή θα μπορούσε κανείς να πει από την μία ότι το αιγυπτιακό κυανό σαν να συγκρατεί τις ανασκαφικές επικαθίσεις (Εικ. 62) και από την άλλη ότι οι χρωστικές εκείνες, που είναι διαφορετικές από εκείνες των ερυθρών μαζί με τα μεταλλικά ίχνη, δημιουργούν ισχυρούς δεσμούς με τις επικαθίσεις (Εικ. 63). Ως εκ τούτου περιορίστηκε η αφαίρεση των τελευταίων. Σταδιακά εμφανίστηκε γραπτή διακόσμηση ως υπαρκτή χρωστική αλλά και ως αποτύπωμα από απώλεια της λευκής επικάλυψης στον πηλό (Εικ. 64). Κατά την αφαίρεση των ανασκαφικών επικαθίσεων αποκαλύφθηκαν, με κάθε επιφύλαξη, οι παρακάτω τεχνικές που ερμηνεύουν την τεχνολογία κατασκευής του ειδωλίου.



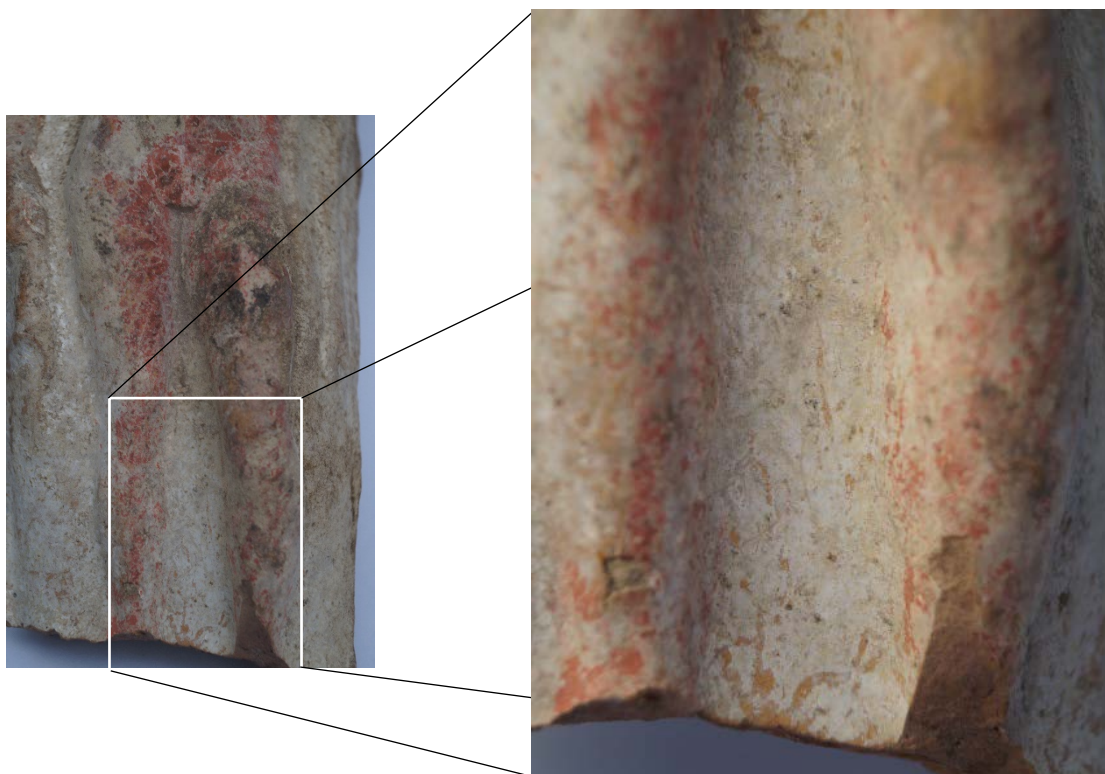
Εικόνα 61 Εργασία κατά τη διάρκεια της αφαίρεσης των επικαθίσεων.



Εικόνα 62 Υπαρξη αιγυπτιακού κυανού κάτω από αδιάλυτες και χαλαρές επικαθίσεις, αριστερή και δεξιά φωτογραφία αντίστοιχα.



Εικόνα 63 Επικαθίσεις και μεταλλικά ίχνη.



Εικόνα 64 Απώλεια λευκής επικάλυψης στην οποία αποδίδονταν γραπτή φυτική διακόσμηση.

Η τεχνολογία κατασκευής περιλαμβάνει την γραπτή, την πλαστική και την ένθετη διακόσμηση του ειδωλίου. Συγκεκριμένα, η πλαστική διακόσμηση λαμβάνει χώρα κατά την αρχική δημιουργία του αρχέτυπου και περιλαμβάνει, εκτός των άλλων, την απόδοση του στόματος του πάνθηρα (Εικ. 65) καθώς και μερικές ανάγλυφες λεπτομέρειες των πτυχώσεων του ιματίου (Εικ. 66). Σε αυτήν την αρχική διαδικασία μορφοποίησης, αποδίδονται επιπλέον αρκετές αυλακώσεις επί του συνόλου της μορφής του Διόνυσου σε διάφορα σχέδια, κυρίως χαμηλού βάθους αλλά και βαθύτερες (Εικ. 67). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν δύο αυλακώσεις στην αριστερή κοιλιακή χώρα του Διονύσου, όπου τέμνονται μεταξύ με την μία να είναι βαθύτερη της άλλης (Εικ. 68). Επιπλέον δεν είναι τυχαία η ύπαρξη δύο πολύ μικρών εκβαθύνσεων ανά αυλάκωση (Εικ. 69), στις οποίες κατά μεγάλη πιθανότητα προσαρμόζονταν πάνω στον πηλό ένθετα μεταλλικά στοιχεία. Βέβαια ένθετα μεταλλικά στοιχεία αναφέρονται σε αρχαίες πηγές, όπου τα προσάρμοζαν με πριτσίνια ή με αυλακώσεις σε μπρούτζινα αγαλματίδια. Ο Πλίνιος αναφέρει ένα πορτρέτο του νεαρού Αλέξανδρου φτιαγμένο από τον Λύσιππο, που ο Νέρωνας είχε επιχρυσώσει χρησιμοποιώντας αντίστοιχες αυλακώσεις γύρω από το πρόσωπο¹². Το έργο αυτό έχει χαθεί,



Εικόνα 65 Το στόμα του πάνθηρα σε γλυπτική απόδοση.



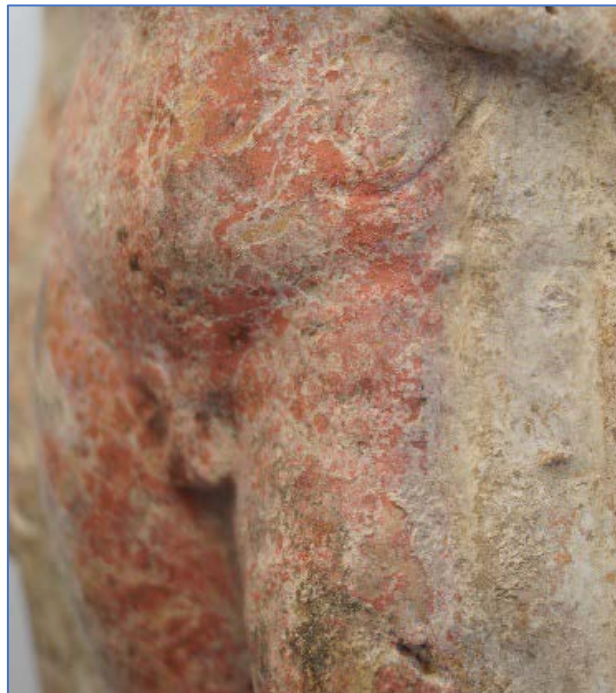
Εικόνα 66 Λεπτομέρειες στις πτυχώσεις του ιματίου.

¹² Pliny nat. 34, 63.

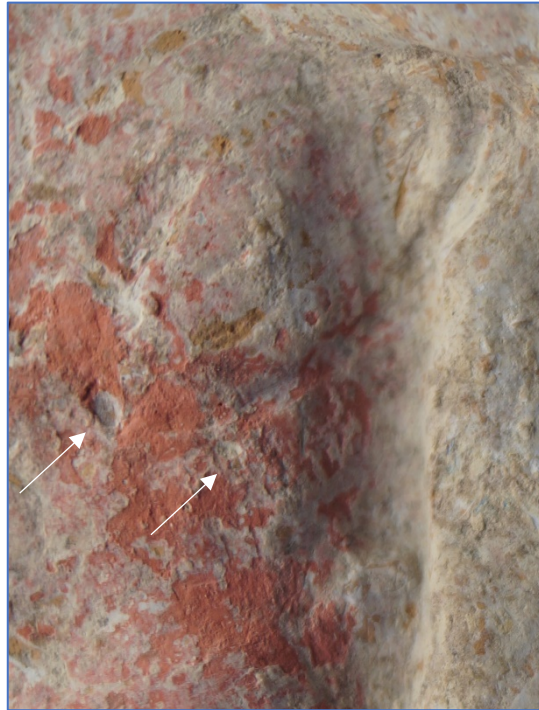
αλλά υπάρχει αποκλειθήσα κεφαλή πιθανώς Νίκης από την Αγορά της Αθήνας, η οποία φέρει βαθιές αυλακώσεις γύρω από το πρόσωπο στο οποίο είχε στερεωθεί ένα φύλλο χρυσού (Mattusch, 1996, pp. 121-122). Τέτοιες εκβαθύνσεις υπάρχουν και σε άλλα σημεία του σώματος (Εικ. 70) του Διονύσου, στοιχείο που δικαιολογεί την υπόθεση αυτή. Δεν φέρουν κανένα ίχνος μετάλλου εκτός από ένα, που διακρίνεται για την κυκλική του διατομή και τη χρυσή του απόχρωση (Εικ. 71).



Εικόνα 67 Σχέδια στο σώμα της μορφής πολλά εκ αυτών υπό μορφή αυλακώσεων που έφεραν ένθετη διακόσμηση.



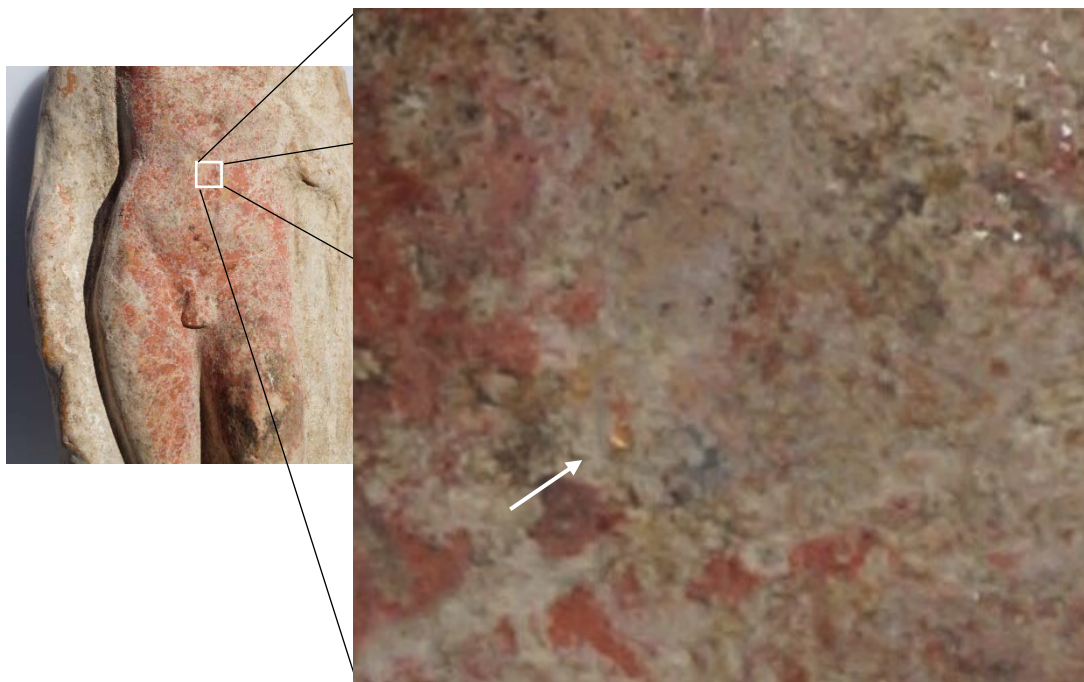
Εικόνα 68 Βαθύτερες αυλακώσεις.



Εικόνα 69 Οι δύο μικρές εκβαθύνσεις.



Εικόνα 70 Οι τρεις άλλες εκβαθύνσεις, όλες κατά τη δημιουργία του αρχέτυπου.



Εικόνα 71 Το μοναδικό σημείο με ίχνος μετάλλου κυκλικής διατομής.

Στην πιθανή χρήση ένθετης μεταλλικής διακόσμησης προστίθεται η γραπτή διακόσμηση, ίχνη της οποίας έχουν σποραδικά διατηρηθεί στην επιφάνεια του ειδωλίου (Εικ. 72). Σίγουρο θεωρείται το γεγονός ότι τα περισσότερα ίχνη είναι αποτυπώματα μέσω περιγραμμάτων προκαλώντας απώλεια της λευκής επικάλυψης (Εικ. 73). Σημαντικό υλικό που προστίθεται στην διακόσμηση αυτή είναι η χρήση δύο ευγενών μετάλλων, που πρόσθεσε η εφαρμογή της τεχνικής XRF όπως αποκάλυψε: το ρόδιο Rh και το ρουθίνιο Ru. Η λάμψη αυτών είναι διάχυτη κατά περιοχές, ιδιαίτερα στις μελανές και στις ερυθρές χρωστικές, ωστόσο δεν απουσιάζει ακόμη και πάνω στο λευκό ιμάτιο (Εικ. 74-76).



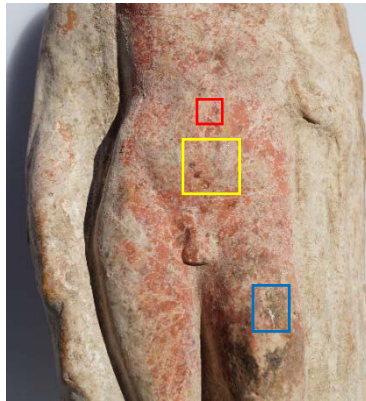
Εικόνα 72 Ίχνη γραπτής διακόσμησης.



Εικόνα 73 Αποτυπώματα που έφεραν γραπτή διακόσμηση.



Εικόνα 74 Η λάμψη των ευγενών μετάλλων.



Εικόνα 75 Θέσεις στις οποίες παρατηρείται έντονη λάμψη.



Εικόνα 76 Θέσεις στις οποίες παρατηρείται έντονη λάμψη στα κάτω άκρα.

..

Ψηφιακή αισθητική αποκατάσταση/ερμηνεία του θέματος

Για την ερμηνεία του θέματος πραγματοποιήθηκε προσπάθεια μερικής αποκατάστασης¹³ σε ηλεκτρονική μορφή χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα photoshop της εταιρίας Adobe. Στην περιοχή του λευκού ιματίου διακρίνεται γραπτή διακόσμηση με σχέδια από κύκλους διαφορετικής διαμέτρου εφαπτομενικά μεταξύ τους (Εικ. 77). Το αιγυπτιακό κυανό αν δεν είναι η χρωστική εκείνη της χρωματικής απόδοσης, τότε πιθανώς είναι κάποια άλλα κυανή χρωστική, αυτή τη στιγμή χωρίς ταυτοποίηση. Στη συνέχεια επιχειρήθηκε να γίνει προσπάθεια απόδοσης των ένθετων μεταλλικών αντικειμένων, μέρος των στοιχείων της φυτικής διακόσμησης, μαζί με την γραπτή (Εικ. 78, 79). Τέλος δημιουργήθηκε μια μερική εικονική αποκατάσταση, του προσώπου του πάνθηρα που πιθανώς λεπτές ταινίες από τη σύνθεση του ιματίου του Διόνυσου, υπό μορφή κορδέλας περνούν πάνω του και τον ακουμπούν, πατώντας στα σημεία που οι επικαθίσεις καλύπτουν τα ίχνη από το αιγυπτιακό κυανό. Ο πάνθηρας φαίνεται να παίζει με αυτές έχοντας βάλει ένα μέρος τους μέσα στο στόμα του (Εικ. 80). Απεικόνιση Vis, UVF και VIL πριν και Vis μετά τη συντήρηση (Εικ. 81) μαζί με μέρος ένθετων μεταλλικών στοιχείων που ολοκληρώνουν το τελικό αποτέλεσμα (Εικ. 82).



Εικόνα 77 Πιθανά χρωματικά σχέδια στο ιμάτιο.

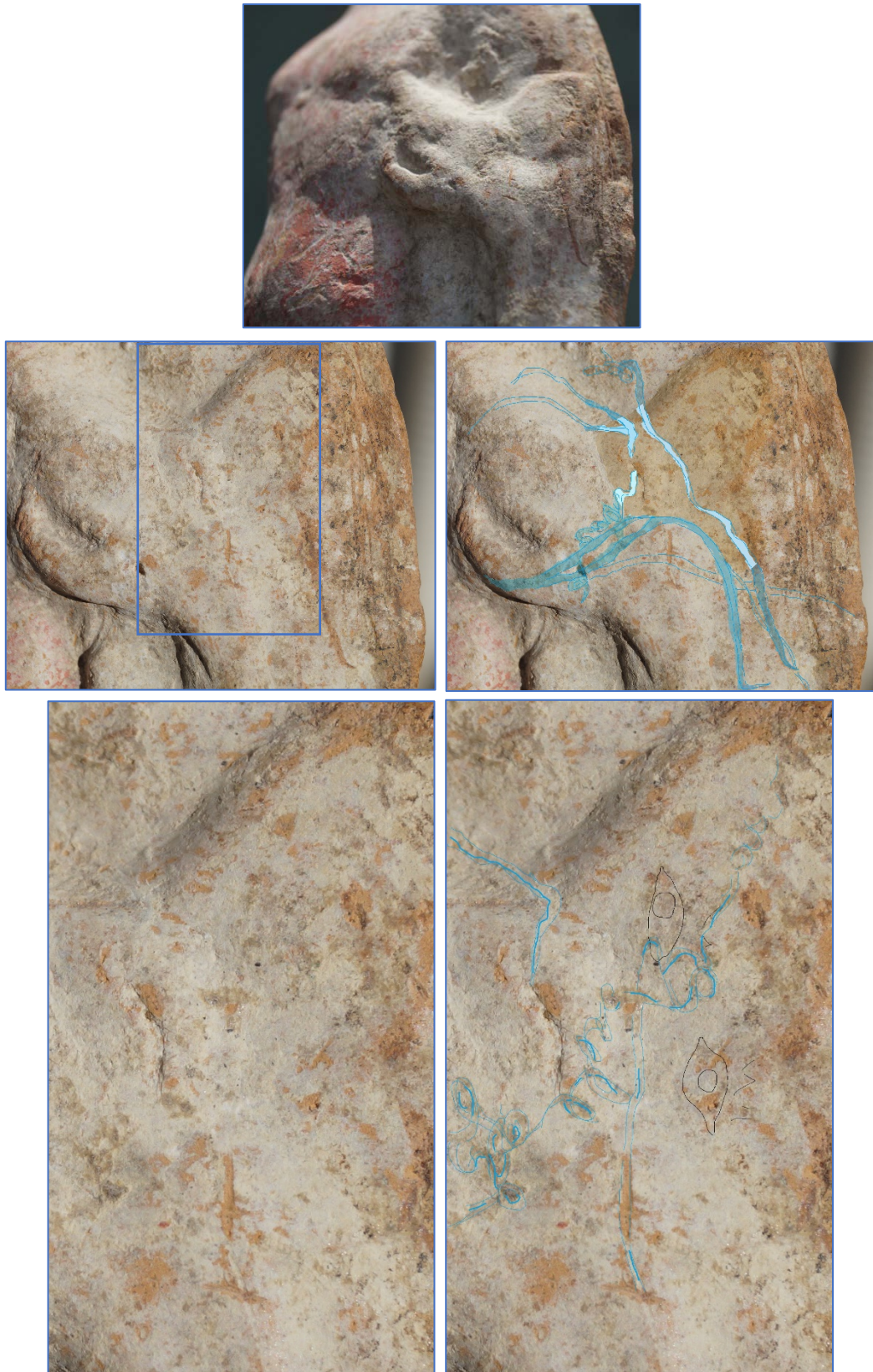


Εικόνα 78 Συνδυασμός γραπτής και ένθετης διακόσμησης.

¹³ Είναι σίγουρο ότι υπάρχουν όλες οι προϋποθέσεις για ψηφιακή αποκατάσταση αρκετών περισσότερων στοιχείων.



Εικόνα 79 Ένα μέρος της γραπτής και ένθετης διακόσμησης.



Εικόνα 80 Εικονική αποκατάσταση του πάνθηρα.



Εικόνα 81 Απεικόνιση Vis, UVF και VIL πριν και Vis μετά τη συντήρηση.



Εικόνα 82 Απεικόνιση Vis, UVF και VIL πριν και Vis μετά τη συντήρηση μαζί με μέρος ένθετων μεταλλικών στοιχείων που ολοκληρώνουν το τελικό αποτέλεσμα.

Φωτογραμμετρία μετά τις εργασίες συντήρησης



Εικόνα 83 Απεικόνιση του ειδωλίου μετά τη συντήρησή του, επεξεργασία στο πρόγραμμα ReCapPhoto, σε αρχείο obj.

XII. Έκθεση/αποθήκευση

Η Προληπτική Συντήρηση, περιλαμβάνει συγκεκριμένες ενέργειες για τον μετριασμό της προοδευτικής φθοράς και την εξάλειψη των αιτιών φθοράς και ζημιάς στα αντικείμενα της πολιτιστικής κληρονομιάς μέσα σε ένα περιβάλλον. Δεν είναι πρόσφατη απαίτηση, αναγνωρίζεται από την αρχαιότητα (Brimblecombe, 1992). Η διατήρηση του αγάλματος της θεάς Αθηνάς στον Παρθενώνα στην Αθήνα, το οποίο αποτελούνταν από ελεφαντόδοντο, ξύλο και χρυσό, προϋπόθετε την ύπαρξη ρηχής δεξαμενής με νερό, με σκοπό την αύξηση της σχετικής υγρασίας στο ξηρό περιβάλλον της Αθήνας (Boardman, 1985, p. 130). Η ευαισθητοποίηση για την προληπτική συντήρηση στις δυτικές χώρες ξεκίνησε τη δεκαετία του 1970 και ως έννοια και μεθοδολογία, καθιερώθηκε τη δεκαετία του 90 (Staniforth, 2013).

Το περιβάλλον έκθεσης ή αποθήκευσης των αντικειμένων θα επηρεαστεί έντονα από διάφορους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, οι ακτινοβολίες, ιδιαίτερα η υπεριώδης, οι ατμοσφαιρικοί ρύποι, οι βιολογικοί οργανισμοί, οι δονήσεις, οι φυσικές καταστροφές και ο άνθρωπος. Οι παράγοντες φθοράς είναι καλά τεκμηριωμένοι στις εργασίες των δύο μελετητών (Carple, 2012; Fifield, 2013).

Η φυσική δύναμη περιλαμβάνει ρωγμές, μηχανικές καταπονήσεις και θραύσεις, με καταστροφή η οποία προκύπτει από ένα γεγονός, όπως ο σεισμός ή ο πόλεμος. Η φυσική δύναμη μπορεί να αποφευχθεί με τη χρήση μαλακών υλικών, την κατάλληλη χρήση στηριγμάτων στήριξης και εν ανάγκη ένα σχέδιο απόκρυψης.

Ετοιμότητα και μετριασμός αποτελεσμάτων από ενδεχόμενους σεισμούς πρέπει πρώτα να λαμβάνεται υπόψη, δημιουργώντας εκείνες τις απαραίτητες συνθήκες έτσι ώστε να προστατεύονται τα αντικείμενα από πτώσεις και επακόλουθες καταστρεπτικές ζημιές. Τα υλικά θα πρέπει να περιορίζονται στην τοποθέτηση υποστηρικτικών μηχανισμών, αγκυρίων και όχι στην τοποθέτηση με διάτρηση των αντικειμένων.

Το νερό ως παράγοντας εμφάνισης προβλημάτων σε εκθεσιακούς ή αποθηκευτικούς χώρους συνήθως προέρχεται από φυσικές πηγές ή ατυχήματα. Οι φυσικές πηγές περιλαμβάνουν πλημμύρες, αλλά πιο συχνά το νερό εισέρχεται στους αποθηκευτικούς χώρους ως αποτέλεσμα μηχανικών δυσλειτουργιών. Παραδείγματα περιλαμβάνουν διαρροές σωλήνων ή στεγών, βουλωμένες αποχετεύσεις, υπερχειλισμένα μπάνια, δυσλειτουργία συστημάτων πυρόσβεσης και συμπύκνωση από εποχιακές διακυμάνσεις ή μη ισορροπημένα συστήματα ελέγχου του κλίματος. Ο μετριασμός των αρνητικών συνεπειών λόγω νερού επιβάλλει την τακτική επιθεώρηση των αποθηκευτικών χώρων με χρήση συναγερμών νερού στα δάπεδα.

Παράλληλα τα έπιπλα αποθήκευσης που διαθέτουν οι αρχαιολογικές συλλογές πρέπει να πληρούν εκτός από πολλές προδιαγραφές που αναφέρονται παρακάτω, επιπλέον να παρέχουν απόσταση τουλάχιστον 0,12 μ. από το πάτωμα.

Η ακτινοβολία φωτός μπορεί να επιδράσει αρνητικά στα αρχαιολογικά αντικείμενα και η οποία χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες: υπεριώδη ακτινοβολία UV, υπέρυθρη IR και ορατό φως Vis. Όλες είναι μορφές ενέργειας που μπορούν να εκκινούν χημικές αντιδράσεις τόσο σε οργανικά όσο και σε ανόργανα αντικείμενα. Η υπεριώδης ακτινοβολία και το ορατό φως παράγουν ακτινοβολία υψηλής ενέργειας που έχει ως αποτέλεσμα την επιδείνωση μέσω ξεθωριάσματος, σκουρόχρωμο ή κιτρίνισμα ή διάσπαση των μοριακών δεσμών, στα επί μέρους πιο ευαίσθητα υλικά των αντικειμένων. Η υπέρυθρη ακτινοβολία IR προκαλεί ζημιά μέσω υπερβολικής θέρμανσης, η οποία επιταχύνει τις χημικές αντιδράσεις. Το πιο σημαντικό πράγμα που πρέπει να έχει κάποιος υπόψη σχετικά με τη ζημιά που προκαλείται από το φως είναι ότι επηρεάζεται από τη διάρκεια και την ένταση, είναι αθροιστική και μη αναστρέψιμη. Το φως μπορεί να μετριαστεί εξαλείφοντας το φως της ημέρας, χρησιμοποιώντας φίλτρα UV σε παράθυρα ή απαγορεύοντας πηγές φωτισμού που παράγουν υπεριώδη ακτινοβολία, με μείωση της διάρκειας και της έντασης της έκθεσης και αποθήκευσης των συλλογών σε προθήκες ή ντουλάπια.

Η διατήρηση της κατάλληλης σχετικής υγρασίας RH και θερμοκρασίας T για τα αρχαιολογικά αντικείμενα είναι σημαντική, γιατί μετά την απομάκρυνση από τη σχετική ισορροπία του αρχαιολογικού περιβάλλοντος, μπορεί να προκληθεί ζημιά καθώς τα αντικείμενα δυστυχώς ανταποκρίνονται στις αλλαγές υγρασίας και θερμοκρασίας. Γενικά η υπερβολική ζέστη και η αυξημένη υγρασία αυξάνουν τον ρυθμό φθοράς, παράγουν συνθήκες κατάλληλες για την ανάπτυξη βιολογικών συστημάτων, πάνω από 70% RH και προσφέρουν ένα φιλόξενο περιβάλλον για την ανάπτυξη παράσιτων. Για την πλειονότητα των πολιτιστικών αγαθών, ένα καθορισμένο σημείο στο εύρος των 45%-55% σχετικής υγρασίας RH με επιτρεπόμενη μεταβολή $\pm 5\%$ και θερμοκρασία T που κυμαίνεται από 15-24 °C είναι γενικά αποδεκτό (Hatchfield, 2011, p. 52).

Τα παράσιτα περιλαμβάνουν οποιονδήποτε ζωντανό οργανισμό που μπορεί να βλάψει το πολιτιστικό απόθεμα. Τα έντομα, τα παράσιτα και η μούχλα είναι τα πιο κοινά. Ο αποκλεισμός από παράσιτα και μικροοργανισμούς σημαίνει ότι πρέπει κανείς να αφαιρέσει τους παράγοντες που απαιτούν τα παράσιτα για την επιβίωση, που περιλαμβάνουν φαγητό, υγρασία, βιότοπο και ζεστασιά. Για αυτούς τους λόγους δεν επιτρέπονται φαγητά και ποτά κοντά σε εργαστήρια συλλογών αρχαιοτήτων και αποθηκευτικούς χώρους. Αυτές οι περιοχές

πρέπει να καθαρίζονται και να επιθεωρούνται τακτικά, και οι περιβαλλοντικοί έλεγχοι πρέπει να διατηρούν τη θερμοκρασία και υγρασία σε επίπεδα που δεν ευνοούν την επιβίωση των παρασίτων. Ένα πρόγραμμα ολοκληρωμένης διαχείρισης παρασίτων θα πρέπει να περιλαμβάνει τακτική παρακολούθηση μέσω κολλωδών παγίδων, εκπαίδευση προσωπικού για τον εντοπισμό επιβλαβών εντόμων και μέτρα για την ελαχιστοποίηση των παραγόντων που χρειάζονται τα παράσιτα για την επιβίωση. Ένα ευρύ φάσμα ουσιών μπορεί να αντιδράσει χημικά με αντικείμενα και έχει ως αποτέλεσμα αποσάθρωση, αποχρωματισμό, διάβρωση ή ευθραυστότητα.

Οι ρύποι γενικά, σε διάφορες μορφές συμπεριλαμβανομένων αερίων, υγρών και στερεών, προέρχονται από εσωτερικούς χώρους και εξωτερικές πηγές. Τα λιπαρά ιζήματα από λερωμένα χέρια είναι ένα παράδειγμα υγρών ρύπων. Σκόνη και άλατα, που μπορεί να μεταναστεύουν και να προσκολληθούν σε μια αρχαιολογική κεραμική, αποτελούν παραδείγματα σωματιδίων ή στερεών ρύπων. Οι προσμείξεις μπορούν να μετριάσουν έχοντας καλό αερισμό, φράγματα ατμών και καλύμματα σκόνης, περιβλήματα και ντουλάπια αποθήκευσης, καλή καθαριότητα και αδρανές υλικό έκθεσης και αποθήκευσης. Η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει αυξήσει σημαντικά τις ποσότητες των ρύπων που βρίσκονται σε αστικές περιοχές με τις επιπτώσεις της ρύπανσης να γίνονται άμεσες από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 ιδιαίτερα μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1990 (Doehne and Price, 2011). Βέβαια από το 1990 το διοξείδιο του θείου αρχίζει και μειώνεται στις μεγαλουπόλεις, αρχικά της Δυτικής Ευρώπης και μετά στις Μεσογειακές.

Οι δύο τελευταίοι παράγοντες φθοράς είναι η φωτιά και η κλοπή. Οι φλόγες, η ζέστη, η αιθάλη και ο καπνός έχουν καταστροφικό αποτέλεσμα ως επίδραση στις συλλογές. Κτήρια με ανιχνευτές πυρκαγιάς και καπνού, συστήματα καταιονισμού και εγκαταστάσεις όπου αποθηκεύονται οι συλλογές είναι απαραίτητα. Η διατήρηση της πρόληψης λαμβάνει υπόψη διάφορα θέματα, κάτι που είναι καθήκον να ολοκληρώνεται όχι μόνο από ένα άτομο, αλλά να επιτυγχάνεται από ομαδική εργασία.

Έκθεση

Τα αντικείμενα χρειάζεται να τοποθετούνται μέσα σε προθήκες για την ασφάλειά τους από τον ανθρώπινο παράγοντα, τον σεισμό και το μη ιδανικό εσωτερικό περιβάλλον του εκθεσιακού χώρου, που σε αρκετές περιπτώσεις δεν αποκλείει ιδιαίτερα σκόνη αιθάλη και μικρο-σωματίδια. Οι προθήκες πρέπει να έχουν υψηλό βαθμό ασφάλειας κατά της κλοπής και να περιορίζουν την πρόκληση καταστροφών, όπως οι σεισμοί. Παράλληλα χρειάζεται να

διαθέτουν ασφαλές επίπεδο εσωτερικού περιβάλλοντος, το οποίο να διατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια είτε μόνιμης ή περιοδικής έκθεσης. Ταυτόχρονα, πρέπει να παρέχεται ένα άνετο εκθεσιακό περιβάλλον που να διευκολύνει την προβολή των αντικειμένων για τους επισκέπτες (Michalski, 1982). Με αυτόν τον τρόπο, μια προθήκη φαντάζει να αποτελεί ένα απλό κιβώτιο, αλλά χρειάζεται να διαθέτει διάφορες λειτουργίες που απαιτούνται για τη διατήρηση σταθερών περιβαλλοντικών συνθηκών.

Προδιαγραφές αντισεισμικής ικανότητας είναι σημαντικό να λαμβάνονται εξ αρχής στην επιλογή μιας προθήκης. Προκειμένου να αποφευχθούν η πτώση και η ζημιά στα αντικείμενα, ή οι καταστροφές που προκύπτουν από δόνηση όπως από τον σεισμό, είναι απαραίτητη η δημιουργία αντισεισμικών συνθηκών. Πρέπει να προβλέπονται σεισμικοί αποσβεστήρες ή μονωτές κατά της πτώσης σε περιπτώσεις σεισμού (Λαμπρόπουλος, 2003, p. 262). Παράλληλα οι προθήκες χρειάζεται να διαθέτουν υψηλή διαπερατότητα και χαμηλή ανάκλαση στα κρύσταλλα που διαθέτουν. Χρησιμοποιώντας υψηλή διαπερατότητα στην ποιότητα του γυαλιού και όσο το δυνατόν χαμηλότερη ανάκλαση, τα εκτιθέμενα αντικείμενα διακρίνονται ευκολότερα στην προβολή και ο περιττός φωτισμός μειώνεται. Ταυτόχρονα με τη χρήση αδρανών υλικών στο εσωτερικό της προθήκης και με τη χρήση αδρανοποιημένων υλικών, για τη μείωση της απελευθέρωσης επιβλαβών αερίων, όπως τα οργανικά οξέα και τις αλδεΐδες, μπορεί κανείς να διατηρήσει ένα ουδέτερο περιβάλλον χωρίς ρύπανση (Sano, 2010). Το επίπεδο φωτισμού μπορεί να είναι μεταβλητό έως 50 lux για αντικείμενα με πολυχρωμία, τα οποία ενδεχόμενα να είναι αντίστοιχα ή επιπλέον ευαίσθητα όπως η αυγοτέμπερα σε φορητές εικόνες (Λαμπρόπουλος, 2003, p. 504). Οι ακτινοβολίες πρέπει να αποκλείονται, ενώ ταυτόχρονα η θερμότητα από τα φωτιστικά σώματα που απελευθερώνεται επιβάλλεται να είναι μηδαμινή. Οι λάμπες ψυχρού φωτισμού παρέχουν αυτή τη δυνατότητα. Για τον αποτελεσματικό έλεγχο της σχετικής υγρασίας μέσα στο εκθεσιακό χώρο της προθήκης, είναι απαραίτητο για να θεωρείται επαρκής η κυκλοφορία του αέρα, η ταχύτητα του ανέμου πρέπει να είναι σχεδόν 0,03 m/sec όταν χρησιμοποιείται ηλεκτρικός ανεμιστήρας (Hama, 2013).

Η μείωση των συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων σε άμεση επαφή με τα αντικείμενα είναι επιβεβλημένη. Μεταξύ των ατμοσφαιρικών ρύπων που εισβάλλουν σε ένα μουσειακό χώρο ή αποθήκη από το εξωτερικό περιβάλλον και διεισδύουν μέσα από τα παράθυρα, τις πόρτες και τους αγωγούς κλιματισμού, περιλαμβάνονται τα οξειδία του αζώτου NOx και του θείου SOx. Η συγκέντρωση οξειδίων του θείου είναι μικρή τα τελευταία χρόνια και δεν υπάρχει ανησυχία ακόμη και σε μεγαλουπόλεις. Οι συγκεντρώσεις των NOx τείνουν να είναι χαμηλότερες σε σύγκριση με τους εξωτερικούς χώρους, αλλά υπάρχει μια

περίπτωση όπου η συγκέντρωση NOx τείνει να είναι υψηλότερη σε σύγκριση με το εξωτερικό περιβάλλον σε εξαιρετικά ερμητικές προθήκες, καθώς επίσης μέσα σε αποθήκη όπου χρησιμοποιούνται ξύλινα υλικά ως υλικά φινιρίσματος εσωτερικού χώρου. Όσον αφορά τη σχέση μεταξύ της αύξησης των NOx και των ξύλινων υλικών, σε μια τέτοια τοποθεσία, η συγκέντρωση τύπων αλδεϋδης, όπως φορμαλδεϋδη HCHO και ακεταλδεϋδη CH₃CHO, πιστεύεται ότι αυξάνεται η συγκέντρωσή τους και είναι εύκολο αυτές οι ουσίες να παραμείνουν. Μια κύρια πηγή είναι πιο πιθανό να είναι ένα κόντρα πλακέ που χρησιμοποιείται ως ένα από τα εσωτερικά υλικά φινιρίσματος. Η ενεργή αφαίρεση τέτοιου αερίου μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση ενός φίλτρου απορρόφησης χημικών στον εξοπλισμό των κλιματιστικών μονάδων. Εναλλακτικά, ένα φύλλο χημικής προσρόφησης μπορεί να τοποθετηθεί μαζί με το εσωτερικό υλικό φινιρίσματος μέσα στις προθήκες ή στα ντουλάπια αποθήκευσης. Αυτές είναι αποτελεσματικές μέθοδοι για την απομάκρυνση των επιβλαβών αερίων. Για την προστασία των μουσειακών αντικειμένων από επιβλαβή αέρια εσωτερικών υλικών φινιρίσματος που χρησιμοποιούνται σε αποθήκες και εκθεσιακούς χώρους, υπάρχει μέθοδος περιτύλιξης των υλικών με φύλλο εξαιρετικά χαμηλής διαπερατότητας αερίων αλδεϋδών.

Ο τρόπος ανάρτησης μέσα στην προθήκη (Εικ. 82) μπορεί εύκολα να επιτευχθεί με τη χρησιμοποίηση σύρματος ανοξειδωτού ατσάλιου λεπτής διατομής 0,003 μ., έχοντας περίβλημα από πλαστικό υλικό για προστασία μόνο στις περιοχές που ακουμπά με το έκθεμα. Η κατασκευή μπορεί να αποτελείται από ένα αυτόνομο κομμάτι με κατάλληλη κύρτωση (Εικ. 83) ή να προέρχεται από περισσότερα συγκολλημένα κομμάτια που αγκαλιάζουν το έκθεμα σαν αράχνη και τα δύο εν μέρη κρυφά στην πίσω όψη του εκθέματος. Η άκρη τους μπορεί να εισέρχεται μερικά εκατοστά του μέτρου σε οριζόντια ή κάθετη επιφάνεια, σε οπή ίδια διατομής, γεγονός που σταθεροποιεί το αντικείμενο, οδηγώντας σε απόσβεση των ταλαντώσεων σε περίπτωση σεισμού.



Εικόνα 84 Ασφάλεια του ειδωλίου σε συνθήκες έκθεσης.



Εικόνα 85 Τρόπος ανάρτησης σε έκθεση.

Αποθήκευση

Ως ολοκληρωμένη διαχείριση αποθήκευσης περιλαμβάνονται όλα τα σημεία στα οποία βρίσκονται τα αντικείμενα που έχουν να κάνουν με το κτήριο ως χώρο αποθήκευσης, τα έπιπλα αποθήκευσης, σε ανοιχτό χώρο ή κλειστή ντουλάπα, το κουτί αποθήκευσης και τα υλικά που αυτό περιλαμβάνει (Meister, 2019). Κάθε ένα από αυτά προσφέρει διαδοχικά επίπεδα περιορισμού των αιτιών και της προστασίας των αντικειμένων από τους παράγοντες φθοράς.

Σε επίπεδο κτηρίου, η τοποθεσία μιας αποθήκης φύλαξης της πολιτιστικής κληρονομιάς πρέπει να είναι σε περιοχές που δεν είναι επιρρεπείς σε πλημμύρες και μακριά από βιομηχανικούς ρύπους. Η αποθήκη δεν πρέπει να βρίσκεται σε υπόγειο, στον επάνω όροφο, κάτω από μπάνιο ή μηχανοστάσιο με ενδεχόμενη διαρροή νερού. Οι χώροι αποθήκευσης πρέπει να έχουν παράθυρα, μακριά από χώρους δημόσιας πρόσβασης, με ευκολία σε περιβαλλοντικούς ελέγχους και ασφάλεια κλοπής. Οι χώροι μελέτης πρέπει να είναι ξεχωριστοί από την αποθήκευση και οι περιοχές θα πρέπει να είναι προσβάσιμες έτσι ώστε να παρακολουθούνται και να καθαρίζονται (Hilberry, 1995) και να είναι εφικτό να οργανωθούν αποθηκευτικοί χώροι με πρότυπα, δηλαδή οι συλλογές τέχνης να οργανώνονται ανά είδος (Lantham, F. Simmons, 2014).

Τα έπιπλα αποθήκευσης θα πρέπει να είναι αποτελεσματικά, με εύκολη πρόσβαση στις συλλογές, με τον εξοπλισμό της αποθήκευσης να χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: ανοιχτής ή κλειστής αποθήκευσης. Αυτά που ενδιαφέρουν στην περίπτωση των ειδωλίων με πολυχρωμία είναι είτε τοποθετημένα σε ράφια μέσα σε κουτιά ή σε ανοιγώμενα ντουλάπια. Τα τελευταία μπορούν να είναι έτοιμα ή κατασκευασμένα κατά παραγγελία. Τα έπιπλα αποθήκευσης πρέπει να είναι από αδρανή υλικά, δηλαδή υλικά που δεν αντιδρούν με ουσίες των αντικειμένων με τις οποίες έρχονται σε επαφή. Για αυτό λόγο το ξύλο και τα προϊόντα επεξεργασίας από ξύλο θα πρέπει να αποφεύγονται επειδή εκπέμπουν οργανικά οξέα που βλάπτουν αρκετά τα αντικείμενα. Τα ιδανικά ντουλάπια πρέπει να είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα με λευκό φινίρισμα από βαφή πούδρας (Ogden, 2004). Τα υλικά αποθήκευσης απαιτείται να είναι αδρανή, αρκετά ισχυρά και ανθεκτικά για να υποστηρίξουν το βάρος του αντικειμένου.

Η εξατομικευμένη αποθήκευση των αρχαιολογικών συλλογών είναι σπάνια εφικτή ή οικονομικά αποδοτική. Όμως σε περιπτώσεις ειδωλίων με πολυχρωμία είναι πολύ βοηθητική η χρησιμοποίηση για κάθε ένα από αυτά διαφορετικής αποθήκευσης. Δηλαδή τα αντικείμενα

είναι χρήσιμο να συσκευαστούν μεμονωμένα, ακόμη και κατά ομάδες, με τοποθέτηση σε κοιλότητες σκαλισμένες από υλικό Ethafoam^{®14} ή Volara[®] (Meister, 2019). Αυτά τα δυο προϊόντα αποτελούνται από αφρό πολυαιθυλενίου, ειδικά το δεύτερο όταν κόβεται έχει εξαιρετικά μαλακή επιφάνεια σε σύγκριση με το Ethafoam.[®] Αν οι κοιλότητες είναι σκαλισμένες με το υλικό Ethafoam,[®] πρέπει να επενδύονται, ως περιτύλιγμα, με άλλο μαλακό υλικό όπως το υλικό Tyvek.[®]

¹⁴ Αφρός πολυαιθυλενίου αρχειακής ποιότητας, εξαιρετικής υφής, χαμηλής πυκνότητας LDPE, κλειστής κυψέλης, closed cell.

XIII. Συμπεράσματα

Μια τέτοιου είδους εργασία αποπειράθηκε να εξάγει συμπεράσματα σχετικά με την λήψη αποφάσεων όσο αφορά την επεμβατική συντήρηση, σε ένα αντικείμενο το οποίο καλύπτεται από ανασκαφικές επικαθίσεις. Είναι σίγουρο ότι σε παρόμοιες εργασίες η ενδεχόμενη προεργασία για την ταυτοποίηση των υλικών θα έδειχνε καλύτερα αποτελέσματα. Σημειώνεται ότι δεν έγινε καμία ενέργεια αφαίρεσης των επικαθίσεων, πριν από όλες τις διαδικασίες της έρευνας, εκτός από ένα μικρό σημείο 0,01 μ.² στην περιοχή της κοιλιακής χώρας στο ειδώλιο του Διόνυσου. Εκεί εφαρμόστηκε η τεχνική rFTIR πριν και μετά την αφαίρεση των ανασκαφικών επικαθίσεων. Επομένως είναι δύσκολο να πιστοποιηθεί η ακριβής ταυτότητα ιδιαίτερα της λευκής επικάλυψης, όταν το αντικείμενο περιβάλλεται σε μεγάλο μέρος από ανασκαφικές επικαθίσεις. Αυτές σίγουρα περιέχουν ανθρακικό ασβέστιο, το δηλώνουν εμφανέστατα τόσο τα φάσματα XFR όσο και FTIR. Βέβαια αφαιρώντας τις επικαθίσεις σε αυτήν την μικρή περιοχή διαπιστώνεται η παρουσία καολίνης, ίσως αναμεμιγμένης με ασβεσίτη. Ερευνάται δε αν σε όλα τα ειδώλια έχει χρησιμοποιηθεί στυπτηρία, γεγονός που αποδεικνύεται ασφαλέστερα στα ειδώλια ΜΧ809α+β ή καολίνη/ασβεσίτη. Τα φάσματα FTIR οδηγούν προς την κατεύθυνση αυτή, διότι το υλικό της λευκής επικάλυψης που εφαρμόζεται η χρωστική ριζάρι είναι πιο σταθερό με την παρουσία του εν λόγω οργανομεταλλικού σύμπλοκου. Επανάληψη των δύο αναλυτικών τεχνικών θα ήταν μία αναγκαία διαδικασία μετά την αφαίρεση των επικαθίσεων, η οποία επιβάλλεται πάντα να γίνεται με μηχανικό τρόπο παρουσία μικροσκοπίου. Αποτελεί απαραίτητη συνθήκη διότι με την χρήση υδατικού διαλύματος μπορεί να γίνει υδρόλυση σε οποιοδήποτε εναπομείναν συνδετικό υλικό.

Επιπλέον, η ύπαρξη αιγυπτιακού κυανού κάτω από τις επικαθίσεις, η οποία δηλώνεται με πολυφασματική απεικόνιση VIL, στέρησε την ανάδειξή του με αποφυγή αφαίρεσης των επικαθίσεων, αναγκαία όμως προϋπόθεση ώστε το συγκεκριμένο κυανό να μην χαθεί. Αυτό συμβαίνει διότι το κυανό είναι αναμεμιγμένο σε έναν βαθμό με τις επικαθίσεις και επομένως δεν αφαιρείται. Από την άλλη, η χρήση UVF γνωστοποιεί την παρουσία της χρωστικής ριζάρι καθώς και πρόσθετων υλικών αποκατάστασης από παλαιότερες επεμβάσεις συντήρησης. Μπορεί η τεχνική να διαχωρίσει τα υλικά αυτά μεταξύ τους, διότι διαφέρουν στην απόδοση φθορισμού που εκπέμπουν. Σε κάθε περίπτωση, δεν μπορεί να δώσει χρωματικό χάρτη της χρωστικής ριζάρι, αφού οι επικαθίσεις δεν επιτρέπουν την συγκεκριμένη ακτινοβολία να

διδασκεί, αλλά είναι σίγουρο ότι ο φθορισμός δημιουργεί υποψίες για το τι μπορεί να ακολουθήσει στην περίπτωση αφαίρεσης των επικαθίσεων.

Μελλοντική ενδελεχής έρευνα σε σχέση με υλικά συγκόλλησης ή στερέωσης από προηγούμενες εργασίες, μπορεί να ερμηνεύσει ακριβώς την ταυτότητά τους ακόμη και αν αυτά είναι πολυμερή φυσικά ή συνθετικά. Τα πρόσθετα υλικά διαθέτουν την δυνατότητα να ερευνηθούν περισσότερο ως συνεισφορά στην ιστορία της επιστήμης της συντήρησης, εφόσον τα δύο ειδώλια δεν πρόκειται να εκτεθούν στο άμεσο μέλλον.

Η ερμηνεία των γκρι/μελανών περιοχών και στα τρία ειδώλια, αποτέλεσε εξίσου σημαντικό πλεονέκτημα για τον ασφαλή χειρισμό των ενεργειών της επεμβατικής συντήρησης. Σημαντική διαπίστωση αποτέλεσε η αρχική υπόθεση ότι οι γκρι/μελανές ταινίες φέρουν επιχρύσωση με φύλλο κασσίτερου Sn. Η τεχνική XRF επέδωσε στα ειδώλια MX809α+β το εν λόγω στοιχείο, ενώ αντίθετα στις δύο μελανές περιοχές στο ειδώλιο του Διόνυσου δεν ανιχνεύτηκε. Την διαπίστωση αυτή ενισχύει η απουσία ένδειξης οργανικών υπολειμμάτων πάνω στα διασωθέντα υπολείμματα κασσίτερου με την τεχνική FTIR, έτσι όπως είναι φυσικό να συμβαίνει σε μία ανάλογη περίπτωση. Αντίθετα στο ειδώλιο του Διόνυσου εμφανίζονται με FTIR κορυφές στα 2900 cm^{-1} που αναγνωρίζουν συνδετικό υλικό πλούσιο σε εστέρες. Η βιβλιογραφία τεκμηριώνει την ύπαρξη οργανικού υλικού ιδιαίτερα σε παρουσία μελανών χρωστικών με βάση το μαγγάνιο Mn. Βέβαια αυτό εμφανίζεται ελάχιστα και στις ερυθρές χρωστικές, κάτι το οποίο προκαλεί εν μέρει έκπληξη, ίσως να εμφανίζεται για πρώτη φορά, αλλά διάσπαρτα και σε όλο το σώμα του Διόνυσου εμφανίζονται πιθανά ίχνη ρόδιου και ρουθηνίου, δηλαδή ευγενών μετάλλων. Η τεχνική XRF μαρτυρά το γεγονός αυτό ενισχύοντας την άποψη ότι στην διακόσμηση του ειδώλιου πιθανώς έχουν χρησιμοποιηθεί στοιχεία που αναδεικνύουν, δια μέσου ιδιαίτερης επιλογής υλικών, την απόδοση της φυτικής διακόσμησης. Επομένως, η ύπαρξη υλικών με μορφή ψήγματος πάνω στο ειδώλιο, επιβάλλεται να γίνεται με συγκράτησή τους με παρουσία οργανικού υλικού. Αφαιρώντας αρχικά τις επικαθίσεις στο σημείο, ανάμεσα στα κάτω άκρα του ειδώλιου, διαπιστώθηκε η ύπαρξη γραπτής διακόσμησης, η οποία συνεχιζόταν σε όλο το σώμα της μορφής από κάτω προς τα πάνω. Η γραπτή διακόσμηση αποτελείται είτε ως επίθετη χρωστική πάνω στις ερυθρές, ιδιαίτερα μελανή και καφέ, είτε ως αποτύπωμα της απώλειας της λευκής επικάλυψης. Στα σημεία όπου η χρήση XRF έδωσε το ρόδιο και το ρουθίνιο, εμφανίζονταν περιοχές με ιδιαίτερη λάμψη. Συνεχίζοντας την αφαίρεση των επικαθίσεων στην επιφάνεια του αντικείμενου η λάμψη αυτή αποκαλύφθηκε και σε άλλα σημεία, ιδιαίτερα υπό το φως του ήλιου. Πλέον είναι τελείως εμφανή τα ακριβή τους σημεία, ακόμη και για μία νέα έρευνα.

Σε αυτά τα σημεία, καθώς και σε αυτά όπου οι χαλαρές επικαθίσεις γίνονταν όλο και πιο αδιάλυτες, η διαδικασία περιορίστηκε προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν απώλειες.

Την γραπτή διακόσμηση πιθανότατα ολοκλήρωνε η ύπαρξη επίθετων μεταλλικών αντικειμένων, τα οποία θα είχαν τον ρόλο των βλαστών των φυτών. Η γνωστοποίηση ύπαρξης μεταλλικού στοιχείου κυκλικής διατομής, απόλυτα σταθερού στο υλικό του πηλού, στο μέσον του ειδώλιου, ακριβώς κάτω από το στήθος του Διόνυσου, με χρυσή απόχρωση, δικαιολογεί μαζί με άλλες κενές σημειακές εκβαθύνσεις, τουλάχιστον πέντε στον αριθμό, την ύπαρξη σημείων ανάρτησης από το πήλινο ειδώλιο. Σε αυτές προσαρτώνταν επίθετα μεταλλικά στοιχεία, ελατής ή όλκιμης διατομής. Όλες οι εκβαθύνσεις έχουν γίνει επιτηδευμένα πριν από το ψήσιμο του ειδώλιου εφόσον περιέχουν και λευκή επικάλυψη. Επίσης παρατηρούνται αυλακώσεις σε όλο το σώμα του Διόνυσου, κάποιες βαθύτερες από τις άλλες, με κάποιες να διασταυρώνονται μεταξύ τους. Στο πρόσωπο του πάνθηρα ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι λεπτομέρειες που απεικονίζουν ταινίες που μπορούν να ερμηνευτούν από την γραπτή διακόσμηση, είτε ως αποτυπώματα που έχουν προέλθει από την απουσία της λευκής επικάλυψης ή από τα ίχνη επικαθίσεων που κρύβουν το αιγυπτιακό κυανό. Στο στόμα του πάνθηρα και στο μάτιο του Διόνυσου φαίνεται η διακόσμηση να ολοκληρώνεται με σημαντικές λεπτομέρειες στην πλαστική διακόσμηση. Πολλές από τις ερμηνείες αυτές δόθηκαν υπό τη μορφή ψηφιακής αποκατάστασης.

Τελικά η δυνατότητα που παρέχεται δια μέσου των αναλυτικών τεχνικών στην επιλογή των κατάλληλων ενεργειών αποκατάστασης σε πολύ μεγάλο βαθμό συμβάλει στην αποφυγή λανθασμένων χειρισμών. Ακόμη μπορεί να ερμηνεύσει λεπτομέρειες που σε άλλη περίπτωση να μην είχαν διασωθεί. Βέβαια όλα αυτά αρχίζουν κατά την ανασκαφή των αντικειμένων στο πεδίο και συνεχίζονται στο εργαστήριο στον εκθεσιακό χώρο ή στην αποθήκη. Η εργασία αυτή προσπάθησε να δώσει κατευθύνσεις και λύσεις στο ζήτημα της συντήρησης πολύχρωμων αντικειμένων από πηλό με ανασκαφικές επικαθίσεις. Είναι σίγουρο ότι το συγκεκριμένο ειδώλιο μπορεί να λάβει στο μέλλον, σε μεγαλύτερο βαθμό καλύτερα ερμηνευτικά αποτελέσματα αν μελετηθεί εκτενώς η υφή της επιφάνειάς του. Αποτελεί εν τέλει μία σχετικά εύκολη διαχείριση συντήρησης, που στην περίπτωση όμως αντικειμένων τα οποία καλύπτονται συντριπτικά σε όλη τους την έκταση με αδιάλυτες επικαθίσεις δεν μπορεί να απευθυνθεί. Πολλά αντικείμενα των ανασκαφών αφήνονται σε αυτήν την κατάσταση αδυνατώντας να φανεί και να ερμηνευτεί η διακόσμησή τους. Έρευνα προς τέτοιου είδους κατευθύνσεις πρέπει να προβλέπει την ασφαλή διατήρηση αντίστοιχων περιπτώσεων του πολιτιστικού αποθέματος.

XIV. Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- Accorsi, G. *et al.* (no date) 'The exceptional near-infrared luminescence properties of cuprorivaite (Egyptian blue)w'. doi: 10.1039/b902563d.
- Acke, L. *et al.* (2018) 'Treatise of Digital Reconstruction and Restauration of Lace Porcelain BT - Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection', in Ioannides, M. *et al.* (eds). Cham: Springer International Publishing, pp. 15–26.
- Alfeld, M. *et al.* (2018) 'MA-XRF and hyperspectral reflectance imaging for visualizing traces of antique polychromy on the Frieze of the Siphnian Treasury', *Microchemical Journal*, 141, pp. 395–403. doi: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.05.050>.
- Almasri, E. *et al.* (2017) 'An enthroned Tyche statue from Gadara / Umm Qais, Jordan', *Acta Historiae Artium Academiae Scientiarum Hungaricae AHistA*, 58(1), pp. 5–20. doi: 10.1556/170.2017.58.1.1.
- Amadori, M. L. *et al.* (2015) 'Invasive and non-invasive analyses for knowledge and conservation of Roman wall paintings of the Villa of the Papyri in Herculaneum', *Microchemical Journal*, 118, pp. 183–192. doi: 10.1016/J.MICROC.2014.08.016.
- Arbace, L. *et al.* (2013) 'Innovative uses of 3D digital technologies to assist the restoration of a fragmented terracotta statue', *Journal of Cultural Heritage*, 14(4), pp. 332–345. doi: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2012.06.008>.
- Armstrong, D. (2012) *Practical Conservation of Archaeological Objects: A Layman's Guide to the Stabilization, Preservation and Repair of Antique Artifacts*. Self-published, CreateSpace.
- Asderaki-Tzoumerkioti, E. and Doulgeri-Intzesiloglou, A. (2010) 'Hellenistic terracotta figurines from Pherai: Tin foil detection and pigment identification', *Restaurierung und Archlogie*, 3, pp. 151–161.
- Bai, Y., Thompson, G. E. and Martinez-Ramirez, S. (2006) 'Effects of NO₂ on oxidation mechanisms of atmospheric pollutant SO₂ over Baumberger sandstone', *Building and Environment*, 41(4), pp. 486–491. doi: 10.1016/j.buildenv.2005.02.007.
- Bakhuizen, S. (1972) 'The two citadels of Chalcis on Euboea', 5(Αρχαιολογικά Ανάλεκτα Αθηνών), pp. 134–146.
- Bakhuizen, S. C. (1985) *Studies in the topography of Chalcis on Euboea : a discussion of the sources / by S.C. Bakhuizen ; with a contribution by M. Kiel*. Edited by M. Kiel and S. C. Bakhuizen. Leiden: E.J. Brill (Bakhuizen, S. C. Chalcidian studies ; 1.).
- Ballarin, M., Balletti, C. and Vernier, P. (2018) 'REPLICAS IN CULTURAL HERITAGE: 3D PRINTING AND THE MUSEUM EXPERIENCE.', *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 42(2).
- Banwart, S. A. (1996) 'Groundwater geochemistry in the burial environment', in Corfield, M. Hinton, P. Nixon, T. Pollard, M. (ed.) *Preserving Archaeological Remains in situ*. London, U.K.: Museum of London Archaeology Service, pp. 66–72.
- Bergeron, A. and Remillard, F. (1991) *L'archéologue et la conservation-vade mecum québécois*. Quebec: Publications du Québec.

- Blume-Jung, C. (2007) 'The Interpretation of Hellenistic terracotta Figurines. A New Approach Based on their Polychromy', in Muller, A. and Lafli, E. (ed.) *Figurines de terre cuite en Mediteranee Grecque et Roman*. Izmir, pp. 147–164.
- Boardman, J. (1985) *Greek Sculpture: The Classical Period : a Handbook*. Αθήνα: Εκδόσεις Καρδαμίτσα. Available at: <https://books.google.gr/books?id=8Cx3AQAACAAJ>.
- Bomford, D. Billinge, R. & N. G. (Great B. (2002) *Underdrawings in renaissance paintings*. National Gallery Co: Distributed by Yale University Press.
- Bourgeois, B. Jockey, Ph. and Karydas, A. (2007) 'New Researches on Polychrome Hellenistic Sculptures in Delos, III: the Gilding Processes. Observations and Meanings', in Jokey, P. (ed.) *Λευκός Λίθος. Marbres et autres roches de la Méditerranée antique: études interdisciplinaires*. Paris, pp. 645–661.
- Bourgeois, Br. Jeammet, V. and Pagès-Camagna, S. (2013) '«Color siderum». La dorure des figurines en terre cuite grecques aux époques hellénistique et romaine', *BCH*, pp. 483–510.
- Bourgeois, B. and Jockey, P. (2005) 'D'or et de marbre: les sculptures hellénistiques de Délos dorées', *BCH*, pp. 331–349.
- Bourgeois, B. and Jeammet, V. (2020) 'No Title', *Revue archéologique*, 69(1), pp. 3–28. Available at: https://www.cairn-int.info/load_pdf.php?ID_ARTICLE=E_ARCH_201_0003.
- Bourgeois, B., Verri, G. and Jeammet, V. (2023) 'Color and Light: A Hellenistic Terracotta Figurine of a Maenad from Myrina', *Heritage*, 6(3), pp. 3005–3024. doi: 10.3390/heritage6030160.
- Bracci, S. et al. (2019) 'The ancient use of colouring on the marble statues of Hierapolis of Phrygia (Turkey): an integrated multi-analytical approach', *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(4), pp. 1611–1619. doi: 10.1007/s12520-019-00803-w.
- Bradeen, D. (1947) *A History of Chalkis to 338 B.C.* University of Cincinnati.
- Bradley, A. R. (2004) *The Archaeologist's Manual for Conservation: A Guide to Non-Toxic, Minimal Intervention Artifact Stabilization*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Brecoulaki, H. (2006) 'La peinture funéraire de Macédoine. Emplois et fonctions de la couleur', in *Μελετήματα 48*. Athene: ΚΕΝΤΡΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΡΩΜΑΪΚΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΟΣ ΕΘΝΙΚΟΝ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ, p. 482.
- Brecoulaki, H. (2014) 'Peindre et repeindre sur terre cuite en Grèce hellénistique', *Technè*, 40, pp. 84–95. Available at: <https://doi.org/10.4000/technè.3762>.
- Brecoulaki, Harikleia (2014) '“PRECIOUS COLOURS” IN ANCIENT GREEK POLYCHROMY AND PAINTING: MATERIAL ASPECTS AND SYMBOLIC VALUES', *Revue Archéologique*, (1), pp. 3–35. Available at: <http://www.jstor.org/stable/24751260>.
- Brecoulaki, H. and Perdikatsis, V. (2002) 'Ancient Painting on Macedonian Funerary Monuments, IV-III centuries BC: A comparative study on the use of color', *Color in ancient Greece*.
- Brijder, H. (2006) 'Griekse Godinnen En Meisjes in Het Klein', in V. Brinkmann, and H. B. (ed.) *Kleur! Bij Grieken En Etrusken*. Amsterdam: Allard Pierson Museum, pp. 57–59.
- Brimblecombe, P. (1992) 'Occupational exposure limits for airborne toxic substances', *Atmospheric Environment. Part A. General Topics*, 26(2), p. 355. doi: 10.1016/0960-

1686(92)90320-k.

Brinkmann, V. and Koch-Brinkmann, U. (2003) *Der prächtige Prinz*. München.

Brinkmann, V. (2007) 'Ο πρίγκιπας και η θεά. Τα χρώματα των αετωμα- τικών γλυπτών του ναού της Αφαίας', in Brinkmann, V. Καλτσάς, Ν. και Wűnsche, R. (ed.) *Πολύχρωμοι θεοί. Χρώματα στα αρ- χαία γλυπτά*. Αθήνα: ΥΠΠΟΑ-Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, pp. 63–89.

Bronitsky and G. Hamer, R. (1986) 'Experiments in ceramic technology: the effects of various tempering materials on impact and thermal-shock resistance', *Am. Antiquity*, 51(1), pp. 89–101.

Bruni, S. and Guglielmi, V. (2014) 'Identification of archaeological triterpenic resins by the non-separative techniques FTIR and ¹³C NMR: The case of Pistacia resin (mastic) in comparison with frankincense', *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 121, pp. 613–622. doi: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2013.10.098>.

Buys, S. and Oakley, V. (2011) *The Conservation and Restoration of Ceramics*. London: Routledge.

Buys, S. Oakley, V. (1993) *The Conservation and Restoration of Ceramics*. London: Routledge.

Calamiotou, M. *et al.* (1984) 'X-ray and spectrographic analyses of terracotta figurines from myrina: an attempt to characterize workshops', *Journal of Archaeological Science*, 11(2), pp. 103–118. doi: [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(84\)90046-3](https://doi.org/10.1016/0305-4403(84)90046-3).

Camuffo, D. *et al.* (1982) 'Wetting, deterioration and visual features of stone surfaces in an urban area', *Atmospheric Environment (1967)*, 16(9), pp. 2253–2259. doi: 10.1016/0004-6981(82)90296-7.

Caple, C. (2012) *Preventive conservation in museums*. Routledge.

Casentino, A. (2013) *Technical Photography of Madder Lake*.

Charola, A. E., Nunberg, S. and Freedland, J. (2001) 'No Title', *Restoration of Buildings and Monuments*, 7(2), pp. 117–146. doi: doi:10.1515/rbm-2001-5553.

Childs, S. and Benden, D. (2017) 'A Checklist for Sustainable Management of Archaeological Collections', *Advances in Archaeological Practice*, 5, pp. 12–25. doi: 10.1017/aap.2016.4.

Čiuladienė, A. *et al.* (2018) 'Investigation of the chemical composition of red pigments and binding media', *Chemija*, 29. doi: 10.6001/chemija.v29i4.3840.

Clementi, C. *et al.* (2012) 'Photoluminescence Properties of Zinc Oxide in Paints: A Study of the Effect of Self-Absorption and Passivation', *Applied Spectroscopy*, 66(10), pp. 1233–1241. doi: 10.1366/12-06643.

Collins, T. *et al.* (2019) 'Automated Low-Cost Photogrammetric Acquisition of 3D Models from Small Form-Factor Artefacts', *Electronics*, 8(12). doi: 10.3390/electronics8121441.

Cooksey, C. J. (2001) 'Tyrian Purple: 6,6'-Dibromoindigo and Related Compounds', *Molecules : A Journal of Synthetic Chemistry and Natural Product Chemistry*, 6, pp. 736–769.

Corteza, I. M. *et al.* (2021) 'Investigation of Ancient Wall Painting Fragments Discovered in the Roman Baths from Alburnus Maior by Complementary Non-Destructive Techniques', *Applied Sciences*, 11(21). doi: 10.3390/app112110049.

Creighton, T. (1993) *Proteins: Structures and Molecular Properties*. New York: W.H. Freeman.

- Cronyn, J. M. (1996) *The Elements of Archaeological Conservation*. London and New York: Routledge.
- Cronyn, J. M. (2001) *The Elements of Archaeological Conservation*. London and New York: Routledge.
- Delaney, J. K. *et al.* (no date) 'Macroscale multimodal imaging reveals ancient painting production technology and the vogue in Greco-Roman Egypt OPEN'. doi: 10.1038/s41598-017-15743-5.
- Doehne, E. and Price, C. (2011) *Stone Conservation: An Overview of Current Research, Journal of the American Institute for Conservation*. doi: 10.2307/3179804.
- Domènech, A., Domènech-Carbó, M. and Costa, V. (1970) 'Application of Instrumental Methods in the Analysis of Historic, Artistic and Archaeological Objects', in, pp. 1–32. doi: 10.1007/978-3-540-92868-3_1.
- Dooijes, R. (2007) 'Keeping Alive the History of Restoration: Nineteenth Century Repairs on Greek Ceramics from the National Museum of Antiquities in Leiden', in Pilosi, L. (ed.) *Glass and Ceramic Conservation 2007: iltering Meeting of ICOM-CC Working group August 27-30, 2007*. Nova Gorica, Slovenia: Gorisky Muzej, pp. 103–112.
- Dooijes, R. and Nieuwenhuyse, O. P. (2007) 'Ancient repairs: techniques and social meaning', in.
- Dowman, E. A. (1970) 'Conservation in field archaeology', in.
- Dyer, J. and Sotiropoulou, S. (2017a) 'A technical step forward in the integration of visible-induced luminescence imaging methods for the study of ancient polychromy Open Access', 5, p. 24. doi: 10.1186/s40494-017-0137-2.
- Dyer, J. and Sotiropoulou, S. (2017b) 'A technical step forward in the integration of visible-induced luminescence imaging methods for the study of ancient polychromy Open Access', *Heritage Science*, 5, p. 24. doi: 10.1186/s40494-017-0137-2.
- Dyer, J., Verri, G. and Cupitt, J. R. G. (2013) "'Multispectral Imaging in Reflectance and Photo-induced Luminescence modes: a User Manual'", in.
- Edwards, C. M. (1990) 'Tyche at Corinth', *Hesperia: The Journal of the American School of Classical Studies at Athens*, 59(3), pp. 529–542.
- Fahim Ansari, M. *et al.* (2013) 'Changes in the properties of shellac on blending with rosin, effect on storage', *Pigment & Resin Technology*, 42(4), pp. 256–263. doi: 10.1108/PRT-01-2012-0006.
- Fostiridou, A. *et al.* (2016) 'Identification of Pigments in Hellenistic and Roman Funeral Figurines', *Archaeometry*, 58(3), pp. 453–464. doi: <https://doi.org/10.1111/arcm.12177>.
- Fourdrin, C. *et al.* (2016) 'Characterization of gold leaves on Greek terracotta figurines: A PIXE-RBS study', *Microchemical Journal*, 126, pp. 446–453. doi: 10.1016/J.MICROC.2015.12.030.
- Frantzi, G. (2011) 'The gradual revealing of colour on the ceiling of the Porch of the Maidens in the Erechtheion', *The Acropolis Restoration News*, pp. 19–22.
- Fraser, H. (2005) *Ceramic Faults and Their Remedies*. London: A. & C. Black.
- Fullerton, M. D. (1990) *The archaistic style in Roman statuary / by Mark D. Fullerton., The*

- archaistic style in Roman statuary*. Leiden ; E.J. Brill (Mnemosyne, bibliotheca classica Batava. Supplementum, 110).
- Galeazzi, F., Franco, P. D. G. Di and Matthews, J. L. (2015) 'Comparing 2D pictures with 3D replicas for the digital preservation and analysis of tangible heritage', *Museum Management and Curatorship*, 30(5), pp. 462–483. doi: 10.1080/09647775.2015.1042515.
- Gibson, L. (2005) 'Art and Conservation', in P. Worsfold, A. Townshend, C. P. (ed.) *Encyclopedia of Analytical Science*. Glasgow: University of Strathclyde, pp. 123–127.
- Gregonis, L. (1984) *Conservation of Archaeological Materials 1981*. Available at: http://www.historycolorado.org/sites/default/files/files/OAHP/crforms_edumat/pdfs/1546.pdf?bcsi_scan_db9c8a4f1a67bf4=34k5iD71LHzdUw211qyb+Ji5TgCAAAAWtLBAQ==&bcsi_scan_filename=1546.pdf.
- Grim, R. (1968) *In Clay mineralogy*. USA: McGraw-Hill Inc.
- Grimshaw, R. and Searle, A. (1960) 'The Chemistry and Physics of Clays and Other Ceramic Materials', *Journal of Chemical Education*, 37(2).
- Guglielmi, V. *et al.* (2022) 'The combined use of SEM-EDX, Raman, ATR-FTIR and visible reflectance techniques for the characterisation of Roman wall painting pigments from Monte d'Oro area (Rome): an insight into red, yellow and pink shades', *Environmental Science and Pollution Research*, 29(20), pp. 29419–29437. doi: 10.1007/s11356-021-15085-w.
- Hajji, S. *et al.* (2017) 'Study of cadmium adsorption onto calcite using full factorial experiment design', *Desalination and Water Treatment*, 83, pp. 222–233. doi: 10.5004/dwt.2017.21079.
- Hama, K. *et al.* (2013) 'Velocity measurement in projects exhibition area of Tokyo Metropolitan Art Museum', in *Preprints of Conference of The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan*. Nagano, 25–27 September 2013.
- Hanna, S. Lee, N. (1988) 'The consequences of previ- OIS adhesives and consolidants used for stone conservation at the British Museum.', in Daniels, V. (ed.) *Early advances in conservation*. London: British Museum Occasional Paper 65, pp. 89-96.
- Hatchfield, P. (2011) 'Crack warp shrink flake: A new look at conservation standards', 90, pp. 40-43+51.
- Hedeard, S. B. *et al.* (2019) 'Multispectral Photogrammetry: 3D models highlighting traces of paint on ancient sculptures. BT - Proceedings of the Digital Humanities in the Nordic Countries 4th Conference, Copenhagen, Denmark, March 5-8, 2019.', pp. 181–189. Available at: http://ceur-ws.org/Vol-2364/17_paper.pdf.
- Higgins, R. A. (1954) *Catalogue of the Terracottas in the Department of Greek and Roman Antiquities*. Vol. I: Gr. London: British Museum.
- Higgins, R. A. (1967) *Greek Terracottas*. London.
- Higgins, R. A. (1970) 'THE POLYCHROME DECORATION OF GREEK TERRACOTTAS', *Studies in Conservation*, 15(4), pp. 272–277. doi: 10.1179/sic.1970.030.
- Hilberry, J. (1995) 'Architectural Design Considerations. In Storage of Natural History Collections', in C. Rose, C. Hawks, and H. G. (ed.) *A Preventive Conservation Approach*. Washington: Society for the Preservation of Natural History Collections, pp. 103–122.

- Hixon, S. W. *et al.* (2018) 'Using Structure from Motion Mapping to Record and Analyze Details of the Colossal Hats (Pukao) of Monumental Statues on Rapa Nui (Easter Island)', *Advances in Archaeological Practice*. 2017/10/05, 6(1), pp. 42–57. doi: DOI: 10.1017/aap.2017.28.
- Holmberg, K. (1983) 'Application of Tin to Ancient Pottery', *Journal of Archaeological Science*, 10, pp. 383, 384.
- Ivanović, M. *et al.* (2018) 'Physicochemical and radiological characterization of kaolin and its polymerization products', *Materiales de Construcción*, 68. doi: 10.3989/mc.2018.00517.
- Jeammet, V. (2010) 'The origin of the Tanagras: Fourth century B.C. Athens', *Tanagras 2010*, 2.
- Jeammet, V. (2014) 'Sculpture en miniature. Polychromy on Hellenistic Terracotta Statuettes in the Louvre Museum's Collection', in Østergaard, J. S. and Nielsen, A.-M. (eds) *Transformations. Classical Sculpture in Colour*. Ny Carlsberg Glyptotek, pp. 209–221.
- Johnson, S., Eriickson, M. and Iceland, H. (1995) 'Identification of chemical and physical change during acid cleaning of ceramics', in Johnson, S., Eriickson, M. and Iceland, H. (ed.) *Materials Issues in Art and Archaeology IV: Symposium Held*. Pittsburgh: Pa:MRS (Materials Research Society), pp. 831–837.
- Jones, R. (2021) 'The Decoration and Firing of Ancient Greek Pottery: A Review of Recent Investigations', *Advances in Archaeomaterials*, 2(2), pp. 67–127. doi: 10.1016/J.AIA.2021.07.002.
- Kakoulli, I. Kottaridou, A. and Minos, N. (2001) 'Materials and technologies of ancient monumental paintings: methodology and analysis of the painted throne from the "Tomb of Eurydice" Vergina, Greece', in Bassiakos, I., Aloupi, E. and Facorellis, Y. (ed.) *Archaeometry Issues in Greek Prehistory and Antiquity*. Athens, pp. 261–274.
- Kakoulli, I. (2001) 'Scientific investigations of the materials and technique of three Graeco-Roman painted stone slabs from the Necropolis of Gabbari', in Empereur, J-Y. and Nenna, M-D (ed.) *Nécropolis 1, Études Alexandrines 5, Institute Français D'Archéologie Orientale*. Cairo, pp. 215–224.
- Kakoulli, I. *et al.* (2017) 'Application of forensic photography for the detection and mapping of Egyptian blue and madder lake in Hellenistic polychrome terracottas based on their photophysical properties', *Dyes and Pigments*, 136, pp. 104–115. doi: 10.1016/J.DYEPIG.2016.08.030.
- Kaufmann, C. (1915) *Graeco-ägyptische Koroplastik. Terrakotten der griechisch-römischen und Koptischen Epoche aus der Faijum-Oase und anderen Fundstätten*. Leipzig & Kairo.
- Kiel, E. G. and Heertjes, P. M. (1963) 'Metal Complexes of Alizarin I—The Structure of the Calcium–Aluminium Lake of Alizarin', *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 79(1), pp. 21–27. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.1963.tb02507.x>.
- Kokiasmenou, E. *et al.* (2020) 'Macroscopic XRF imaging in unravelling polychromy on Mycenaean wall-paintings from the Palace of Nestor at Pylos', *Journal of Archaeological Science: Reports*, 29, p. 102079. doi: 10.1016/J.JASREP.2019.102079.
- Koob, S. (1998) 'Obsolete Fill Materials Found on Ceramics', *Journal of the American Institute for Conservation*, 37(1), pp. 49–67. doi: 10.1179/019713698806082958.
- Koob, S. P. (1979) 'THE REMOVAL OF AGED SHELLAC ADHESIVE FROM CERAMICS', *Studies in*

- Conservation*, 24(3), pp. 134–135. doi: 10.1179/sic.1979.015.
- Korstanje, F. (2019) *Surface Coatings on Terracotta Objects from Boeotia and Taranto 400 - 200 BC - the influence of composition on the susceptibility for detachment*. University of Amsterdam.
- Kraus, K. et al. (1998) *Manuel de photogrammétrie : principes et procédés fondamentaux*. Paris (FRA): Hermès.
- de la Rie, E. R. (1982) 'Fluorescence of paint and varnish layers (Part 1)', *Studies in Conservation*, 27(1), pp. 1–7. doi: 10.1179/sic.1982.27.1.1.
- Lambros, S. (1881) 'Inscription aus Chalkis Deutsches.', *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Athenische Abteilung*, pp. 167–173.
- Lanteri, L., Agresti, G. and Pelosi, C. (2019) 'A new practical approach for 3d documentation in ultraviolet fluorescence and infrared reflectography of polychromatic sculptures as fundamental step in restoration', *Heritage*, 2(1), pp. 207–215. doi: 10.3390/HERITAGE2010015.
- Lantham, F. Simmons, F. (2014) *Foundations of Museum Studies: Evolving Systems of Knowledge*. Santa Barbara: Libraries Unlimited.
- Leyenaar-Plaisier, P. (1986) *Griekse Terracotta's: Uit De Collectie Van Het Haags Gemeentemuseum*. Den Haag: Gemeentemuseum, Haags.
- Lichtarowicz, M. (2019) *Calcium Carbonate, The Essential Chemical Industry Online*. Available at: <http://www.essentialchemicalindustry.org/chemicals/calcium-carbonate.html>.
- Lunsingh Scheurleer, R. (1986) *Grieken in Het Klein: 100 Antieke Terracottas*. Amsterdam: Allard Pierson Museum.
- MacDonald, L. W. et al. (2017) 'Assessment of multispectral and hyperspectral imaging systems for digitisation of a Russian icon', *Heritage Science*, 5(1), p. 41. doi: 10.1186/s40494-017-0154-1.
- Mairinger, F. (2004) "'UV-, IR- and X-ray imaging'", in *Non-destructive microanalysis of cultural heritage materials*, in K. Janssens, and R. Van-Grieken (ed.). Elsevier, pp. 16–66.
- Majewski, T. (2010) 'Not Just the End Game Anymore A Perspective from the Western United States on Proactive Budgeting for Project Curation Needs in a Changing Archaeological World', *Heritage & Society*, 3, pp. 167–188. doi: 10.1179/hso.2010.3.2.167.
- Maniatis, Y., Simopoulos, A. and Kostikas, A. (1981) 'Mossbauer Study of the Effect of Calcium Content on Iron Oxide Transformations in Fired Clays', *Journal of the American Ceramic Society*, 64, pp. 263–269. doi: 10.1111/j.1151-2916.1981.tb09599.x.
- Maniatis, Y. and 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(1), pp. 59–76. doi: [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(81\)90012-1](https://doi.org/10.1016/0305-4403(81)90012-1).
- Marucci, G. et al. (2018) 'Raman spectroscopic library of medieval pigments collected with five different wavelengths for investigation of illuminated manuscripts', *Analytical Methods*, 10, pp. 1219–1236.
- Marziali, S. and Dionisio, G. (2017) 'Photogrammetry and macro photography. The experience of the MUSINT II Project in the 3D digitizing process of small size archaeological

- artifacts', *Studies in Digital Heritage*, 1(2 SE-Special Issue "Cultural Heritage and New Technologies 2016"), pp. 298–309. doi: 10.14434/sdh.v1i2.23250.
- Mathys, A., Jadinon, R. and Hallot, P. (2019) 'EXPLOITING 3D MULTISPECTRAL TEXTURE FOR A BETTER FEATURE IDENTIFICATION FOR CULTURAL HERITAGE', *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, IV-2/W6, pp. 91–97. doi: 10.5194/isprs-annals-IV-2-W6-91-2019.
- Mattusch, C. (1996) *Classical Bronzes. The Art and Craft of Greek and Roman Statuary*. London: Ithaca.
- Mavrogonatou, A. (2018) *Terracotta figurines as grave offerings in Veroia: The funerary dimension of Aphrodite and Eros in female and child burials of the Hellenistic rock-cut chamber tombs*. International Hellenic University.
- Mazzeo, R. et al. (2008) 'Attenuated total reflection micro FTIR characterisation of pigment–binder interaction in reconstructed paint films', *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 392(1), pp. 65–76. doi: 10.1007/s00216-008-2126-5.
- McGovern, P. E. and Michel, R. H. (1990) 'Royal Purple dye: the chemical reconstruction of the ancient Mediterranean industry', *Accounts of Chemical Research*, 23(5), pp. 152–158. doi: 10.1021/ar00173a006.
- Meister, N. B. (2019) 'A Guide to the Preventive Care of Archaeological Collections', *Advances in Archaeological Practice*, 7, pp. 267–273.
- Merker, G. S. (2003) 'Corinthian Terracotta Figurines: The Development of an Industry', *Corinth*, 20, pp. 233–245. doi: 10.2307/4390726.
- Michalski, S. (1982) 'A control module for relative humidity in display cases', in *Science and technology in the service of conservation: preprints of the contributions to the Washington congress, 3-9 September 1982*, pp. 28–31.
- Michalski, S. (1994) 'Leakage prediction for buildings, cases, bags and bottles', *Studies in Conservation*, 39(3), pp. 169–186. doi: 10.1179/sic.1994.39.3.169.
- Michel, R. H., Lazar, J. and McGovern, P. E. (1992) 'The chemical composition of the indigoid dyes derived from the hypobranchial glandular secretions of Murex molluscs', *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 108(3), pp. 145–150. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.1992.tb01433.x>.
- Middleton, A. (2001) 'Analysis of the White Grounds on Some of the Polychrome Decorated Figurines', in Higgins, L. B. & R. (ed.) *Catalogue of Greek Terracottas in the British Museum III*. London, pp. 307–312.
- Miliani, C. et al. (2018) 'Photochemistry of Artists' Dyes and Pigments: Towards Better Understanding and Prevention of Colour Change in Works of Art', *Angewandte Chemie International Edition*, 57(25), pp. 7324–7334. doi: <https://doi.org/10.1002/anie.201802801>.
- Miller, S. (1974) 'Menon's Cistern', *Hesperia*, 43, pp. 194–245.
- Mills, J. & White, R. (1997) *The Organic Chemistry of Museum Objects (2nd ed.)*. Routledge. doi: doi.org/10.4324/9780080513355.
- Mollard-Besques, S. (1963) *Les terres cuites grecques*. Paris (FRA).
- Mora, P. Mora, L. Philippot, R. (1984) *Conservation of Wall Paintings*. London.

- Muller, A. (2014) 'L'atelier du coroplaste : un cas particulier dans la production céramique grecque', *Perspective*, pp. 63–82. doi: 10.4000/perspective.4372.
- Muller, A. (2018) 'Coroplastic studies: what's new?', *Archaeological Reports*, 64, pp. 153–169. doi: 10.1017/S057060841800025X.
- Muller, A. (1990) 'Ελληνιστική κοροπλαστική της Θάσου: Τα ειδώλια του ιερού του Εβραιόκαστρου', in Μνήμη Δ. Λαζαρίδη, *Πόλις και Χώρα στην Αρχαία Μακεδονία και Θράκη*. Καβάλα, 9-11.05: Πρακτικά Αρχαιολογικού Συνεδρίου, pp. 437–455.
- Muller, A. (2000) 'Artisans, techniques de production et diffusion : le cas de la coroplastie', in F. Blondé, and A. M. (ed.) *L'artisanat en Grèce ancienne : les productions, les diffusions*. Editions du Conseil scientifique de l'Université de Lille 3, pp. 91–106.
- Nel, P. (2006) 'A preliminary investigation into the identification of adhesives on archaeological pottery', *AICCM Bulletin*, 30(1), pp. 27–37. doi: 10.1179/bac.2006.30.1.004.
- Neumüller, M. *et al.* (2014) '3D Printing for Cultural Heritage: Preservation, Accessibility, Research and Education BT - 3D Research Challenges in Cultural Heritage: A Roadmap in Digital Heritage Preservation', in Ioannides, M. and Quak, E. (eds). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 119–134. doi: 10.1007/978-3-662-44630-0_9.
- Neutsch, B. (1952) *Studien zur Vortanagräisch - attischen Koroplastik*, *Jdl Ergänzungsheft* 17. Berlin.
- Nicholls, R. V. (1952) 'Type, group and series: a reconsideration of some coroplastic fundamentals', *BSA*, 47, pp. 217–226.
- Noble, J. V. (1960) 'The Technique of Attic Vase-Painting', *American Journal of Archaeology*, 64, pp. 307–318.
- Nocerino, E. *et al.* (2018) 'MAPPING VIS AND UVL IMAGERY ON 3D GEOMETRY FOR NON-INVASIVE, NON-CONTACT ANALYSIS OF A VASE', *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII–2, pp. 773–780. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-773-2018.
- Nodari, L. and Ricciardi, P. (2019) 'Non-invasive identification of paint binders in illuminated manuscripts by ER-FTIR spectroscopy: a systematic study of the influence of different pigments on the binders' characteristic spectral features', *Heritage Science*, 7(1), p. 7. doi: 10.1186/s40494-019-0249-y.
- Odegaard, Carroll, and Z. (2000) *Material characterization tests for objects of art and archaeology*. Archetype Publications.
- Ogden, S. (2004) *Caring for American Indian Objects: A Practical and Cultural Guide*. St. Paul: Minnesota Historical Society Press.
- Oliver, A. (1968) *The reconstruction of two Apulian tomb groups [by] Andrew Oliver, Jr.* Bern: Francke (Beiheft zur Halbjahresschrift Antike Kunst ; 5.).
- Orna, M. V. (1984) 'The Physics and Chemistry of Color: The Fifteen Causes of Color, by Kurt Nassau, John Wiley and Sons, New York, 1983, 454 pp. Price: \$43.95', *Color Research & Application*, 9(3), p. 190. doi: <https://doi.org/10.1002/col.5080090318>.
- Ottar, B. and Haagenrud, S. E. (1975) 'AIR POLLUTION AND POSSIBLE EFFECTS ON ARCHAEOLOGICAL OBJECTS BURIED IN THE GROUND', *Studies in Conservation*, 20(sup1), pp. 199–205. doi: 10.1179/sic.1975.s1.034.

- Otto, W. F. (1991) *Διόνυσος, μύθος και λατρεία*. Αθήνα: Εισαγωγή; μετάφραση: Θ. Λουπασάκης.
- Pabst, A. (1959) 'Structures of some tetragonal sheet silicates', *Acta Crystallographica*, 12(10), pp. 733–739. doi: <https://doi.org/10.1107/S0365110X5900216X>.
- Pagès-Camagna, S. (2010) 'Terracottas and Colour', in Jeammet, V. (ed.) *Tanagras. Figurines for Life and Eternity*. Valencia: The Musée du Louvre's Collection of Greek Figurines, pp. 250–251.
- Palla, E. (2018) *Female Terracottas along with deceased Macedonian Women: Female Terracotta Figurines of the Hellenistic Period found in the Macedonian Region of Botiaea*. International Hellenic University.
- Papantoniou, G. et al. (2012) *Digitization, Restoration and Visualization of Terracotta Figurines from the 'House of Orpheus', Nea Paphos, Cyprus*. doi: 10.1007/978-3-642-34234-9_56.
- Paterakis, A. (1987) 'The Deterioration of Ceramics by Soluble Salts and Methods for Monitoring their Removal. Recent advances in the conservation and analysis of artifacts', in *University of London. Institute of Archaeology. Summer Schools Press*.
- Pavlidis, G. et al. (2007) 'Methods for 3D digitization of Cultural Heritage', *Journal of Cultural Heritage*, 8(1), pp. 93–98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2006.10.007>.
- Pedeli, C. and Pulga, S. (2013) *Conservation Practices on Archaeological Excavations: Principles and Methods*. Los Angeles: Getty Conservation Institute.
- Pereira-Pardo, L., Melita, L. N. and Korenberg, C. (2020) 'Tackling conservation challenges using erbium lasers: case studies at the British Museum', *Journal of the Institute of Conservation*, 43(1), pp. 25–43. doi: 10.1080/19455224.2019.1706591.
- Petrakis, M. (2018) 'Herakles or Dionysos? Some thoughts on the iconography of the krater of the Athens National Archaeological Museum no. 14902', *University Review of Archaeology (AURA)*, 1, pp. 97–117.
- Pfrommer, M. (2001) *Greek Gold from Hellenistic Egypt*. Los Angeles: Getty Publications.
- Photos-Jones, E. Hall, A. (2014) *Eros, Mercator and the Cultural Landscape of Melos in Antiquity*. Glasgow: Pottingair Press.
- Pintus, R. et al. (2015) 'A Survey of Geometric Analysis in Cultural Heritage', *Computer Graphics Forum*, 35, pp. 1–28. doi: 10.1111/cgf.12668.
- Pollard, A. M. (1998) 'The chemical nature of the burial environment', in Corfield, M. Henton, P. Nixon, T. and Pollard, M. (ed.) *Preserving archaeological remains in situ. Proceedings of the Conference of 1 st -3 rd April 1996*. Bradford: Museum of London Archaeology Service/University of Bradford, pp. 60–65.
- Prinsloo, L. C. et al. (2013) 'In search of the optimum Raman/IR signatures of potential ingredients used in San/Bushman rock art paint', *Journal of Archaeological Science*, 40(7), pp. 2981–2990. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.02.010>.
- Quattrini, R. Nespeca, R. R. L. (2017) 'Digital photogrammetry for archaeological artefacts acquisition', in Kingery, W. (ed.) *American Ceramic Society*. Lecce, Italy, pp. 643–648.
- Radpour, R. et al. (2022) 'Identification and mapping of ancient pigments in a Roman Egyptian funerary portrait by application of reflectance and luminescence imaging

- spectroscopy', *Heritage Science*, 10(1), p. 8. doi: 10.1186/s40494-021-00639-5.
- Remondino, F. and Stylianidis, E. (2016) '3D Recording, Documentation and Management of Cultural Heritage', in.
- Rhodes, D. (2015) *Clay and Glazes for the Potter*. Mansfield Centre, CT: Martino Publishing.
- Rice, P. (1990) 'Functions and uses of archaeological ceramics', in Kingery, W. (ed.) *The changing role of ceramics in society: 26000 B*. Westerville: American Ceramic Society, pp. 1–12.
- Rice, P. (2015) *Pottery Analysis: A Sourcebook*. Edited by U. of Chicago. Chicago: Press Chicago.
- Richter, G. (1923) *The Craft of Athenian Pottery*. Yale University Press.
- Richter, G. (1948) 'A Greek Terracotta Head and the "Corinthian" School of Terracotta Sculpture', *American Journal of Archaeology*, 52.
- Rigante, E. C. L. *et al.* (2021) 'Multi-Technique Characterization of Pictorial Organic Binders on XV Century Polychrome Sculptures by Combining Micro- and Non-Invasive Sampling Approaches', *Applied Sciences*. doi: 10.3390/app11178017.
- Rolley, C. (1989) *La sculpture grecque 1: La période classique (Les manuels d'art et d'archéologie antiques)*. Paris (FRA).
- Romani, A., Clementi, C. and Miliani, C. (2011) 'Photochemistry and cultural heritage. What is the impact of light on works of art?', *Photochemistry*, 39, pp. 256–283. doi: 10.1039/9781849732826-00256.
- Rye, O. (2002) *Pottery Technology: Principles and Reconstruction*. Washington: D.C.: Taraxacum.
- Sano, C. (2010) 'Conservation of museum object—Cultural properties and air pollution', in. Mimizuku-Sya, Tokyo.
- Scott, C. (2012) *An Investigation into the Chemistry and Removal of Unrefined Shellac from Ceramic Substrates via Hydrolysis*. University of California, Los Angeles.
- Sebastian Teir, *et al.* (2006) 'Stability of Calcium Carbonate and Magnesium Carbonate in Rainwater and Nitric Acid Solutions', *Energy Conversion and Management*, 47(18–19), pp. 3060–3061.
- Sferra, S. *et al.* (2016) 'Inspecting Marquetries at Different Wavelengths: The Preliminary Numerical Approach as Aid for a Wide-Range of Non-destructive Tests', *Journal of Nondestructive Evaluation*, 36(1), p. 6. doi: 10.1007/s10921-016-0384-2.
- Simon Chane, C. *et al.* (2013) 'Integration of 3D and multispectral data for cultural heritage applications: Survey and perspectives', *Image and Vision Computing*, 31, pp. 91–102. doi: 10.1016/j.imavis.2012.10.006.
- Smith, G. and Clark, R. (2004) 'Raman Microscopy in Archaeological Science', *Journal of Archaeological Science*, 31, pp. 1137–1160. doi: 10.1016/j.jas.2004.02.008.
- Spring, M. and Grout, R. (2002) 'The Blackening of Vermilion: An Analytical Study of the Process in Paintings', *The National Gallery Technical Bulletin*, 23, pp. 50–61.
- Staniforth, S. (2013) *Historical perspectives on preventive conservation*. Getty Conservation Institute.

- Stuani, V. T. *et al.* (2019) 'Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: A proof of concept', *Medical Hypotheses*, 128, pp. 43–49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2019.05.015>.
- Stuart, B. H. (2007) *Analytical Techniques in Materials Conservation*. John Wiley & Sons.
- Svoboda, M. Tsatsouli, K. Eng, C. (2008) 'An investigation into the staining of ceramics from aged shellac repairs', *ICOM Committee for Conservation*, 1, pp. 237–245.
- Swain, H. (2007) *An Introduction to Museum Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tarkian, M. Economou-Eliopoulos, M. Eliopoulos, D. (1992) 'Platinum-Group Minerals and Tetraauricupride in Ophiolitic Rocks of Skyros Island, Greece.', *Miner. Petrology*, 47, pp. 55–66.
- Tesi, T. (2009) *Application of FTIR Microscopy To Cultural Heritage Materials*. Università di Bologna.
- Thomson, G. (1986) *The Museum Environment*. 2nd edn. Massachusetts: Butterworth-Heinemann, Woburn.
- THOMSON, G. (1964) 'Relative Humidity—Variation with Temperature in a Case Containing Wood', *Studies in Conservation*, 9(4), pp. 153–169. doi: 10.1179/sic.1964.025.
- Thornton, J. (1998) 'A Brief History and Review of the Early Practice and Materials of Gap-Filling Inthe West', *Journal of the American Institute for Conservation*, 37(1), pp. 3–22. doi: 10.1179/019713698806082921.
- Tite, M. . and Maniatis, Y. (1975) 'Scanning Electron Microscopy of Fired Calcareous Clays', *Trans J Brit Ceram Soc*, 74, pp. 19–22.
- Trnka, J. R. (2003) 'Cultural Resources Archaeology: An Introduction. Thomas W. Neumann and Robert M. Sanford. 2001. Alta-Mira Press, Walnut Creek, CA. 257 pp. \$24.95 paperback.', *Environmental Practice*, 5(2), pp. 181–182. doi: 10.1017/S1466046603241120.
- Tsatsouli, K. N. and Nikolaou, E. (2018) 'The ancient Demetrias figurines: new insights on pigments and decoration techniques used on Hellenistic clay figurines', *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, 3, pp. 1–17. doi: 10.1080/20548923.2018.1424302.
- Tsatsouli, K. and Nikolaou, E. (2018) 'The ancient Demetrias figurines: new insights on pigments and decoration techniques used on Hellenistic clay figurines'. doi: 10.1080/20548923.2018.1424302.
- Tsiafaki, D. *et al.* (2016) 'Virtual reassembly and completion of a fragmentary drinking vessel <http://polipapers.upv.es/index.php/var/article/view/5910>', *Virtual Archaeology Review*, 7, p. 67. doi: 10.4995/var.2016.5910.
- Tsoupas, G. and Economou-Eliopoulos, M. (2008) 'High PGE contents and extremely abundant PGE-minerals hosted in chromitites from the Veria ophiolite complex, Northern Greece', *Ore Geology Reviews*, 33, pp. 3–19. doi: 10.1016/j.oregeorev.2006.10.008.
- Tzadik, C. (2014) *Jaina Figurines: The Survey, Characterization of Materials, and Treatment of Figures from the Fowler Museum Collection*. University of California. Available at: <https://escholarship.org/uc/item/5m16814g>.
- Vandenabeele, P. *et al.* (2000) 'Analysis with micro-Raman spectroscopy of natural organic binding media and varnishes used in art', *Analytica Chimica Acta*, 407(1), pp. 261–274. doi:

[https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(99\)00827-2](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(99)00827-2).

Vandenbussche, V. (2020) *Measuring the past: New methods in analysing ancient figurative 'art'. From the Mediterranean, Cyprus and the Near East*. Ghent University.

Verhoeven, G. (2018) 'Multispectral and Hyperspectral Imaging', in López-Varela, S. (ed.) *The encyclopedia of archaeological sciences*. Hoboken: John Wiley & Sons, pp. 1–4.

Verhoeven, Geert (2018) 'Multispectral and Hyperspectral Imaging', in, pp. 1–4. doi: 10.1002/9781119188230.saseas0395.

Verri, G. (2009) 'The application of visible-induced luminescence imaging to the examination of museum objects', in Pezzati, L. and Salimbeni, R. (eds) *O3A: Optics for Arts, Architecture, and Archaeology II*. SPIE, p. 739105. doi: 10.1117/12.827331.

Verri, G. (no date) 'The spatially resolved characterisation of Egyptian blue, Han blue and Han purple by photo-induced luminescence digital imaging'. doi: 10.1007/s00216-009-2693-0.

Vila, A. and García, J. F. (2012) 'Analysis of the Chemical Composition of Red Pigments and Inks for the Characterization and Differentiation of Contemporary Prints', *Analytical Letters*, 45(10), pp. 1274–1285. doi: 10.1080/00032719.2012.673100.

Walters, H. (1903) *Catalogue of the Terracottas in the Department of Greek and Roman Antiquities in the British Museum*. Lomdom.

Wardle, M. E. (2010) *Naked and Unashamed: A Study of the Aphrodite Anadyomene in the Greco-Roman World*. Duke University.

Watkinson, D. (David) and Neal, V. (1998) *First aid for finds / David Watkinson and Virginia Neal*. 3rd ed. Hertford ; RESCUE - The British Archaeological Trust; Archaeology Section of the UKIC; The Museum of London.

Zhao, S. et al. (2018) 'APPLICATION OF 3D MODEL OF CULTURAL RELICS IN VIRTUAL RESTORATION', *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII–3, pp. 2401–2405. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-3-2401-2018.

Ακαμάτης, Γ. (1993) *Πήλινες μήτρες αγγείων από την Πέλλα. Συμβολή στη μελέτη της Ελληνιστικής κεραμικής*. Αθήνα.

Αλεξοπούλου-Αγοράνου, Α. και Χρυσουλάκης, Γ. (1993) *Θετικές επιστήμες και έργα τέχνης*. Αθήνα: Εκδόσεις Γκόννη.

Αλούπη, Ε. (1993) *Φύση και μικρομορφολογία των βαφών σε αρχαία κεραμικά. Μια νέα προσέγγιση στη μελέτη της κεραμικής τεχνολογίας*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Αχειλλαρά, Λ. (2000) *Η κοροπλαστική της Λέσβου*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Βαλαβανίδης, Α. (2006) *Φασματοσκοπία οργανικών ενώσεων*. Αθήνα: Εκδ. Πανεπιστημίου Αθηνών.

Βιβλιοδέτης, Ε. Αβρονιάκη, Χ. (2013) *Τα πήλινα ειδώλια*. Αθήνα: Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο.

Βρανόπουλος, Ε. (1972) *Ελληνιστική Χαλκίς. Συμβολή εις την ιστορίαν των ελληνιστικών χρόνων της Χαλκίδας*. Π. Σπανόπουλου.

Γκάρα, Ε. Μ. (2018) *ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ ΣΕ ΓΥΑΛΙΝΑ ΚΑΙ ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΑΡΧΑΪΚΗΣ ΚΑΙ ΚΛΑΣΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΑΡΧΑΙΟ ΝΕΚΡΟΤΑΦΕΙΟ ΤΗΣ ΣΙΝΔΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Δάνος, Μ. (1982) *Η τεχνική της κεραμικής*. Αθήνα: Ελληνικός Οργανισμός Μικρομεσαίων Μεταποιητικών Επιχειρήσεων και Χειροτεχνίας.

Δρίτσουλα, Α. (2018) *Χαρακτηρισμός χρωστικών ελληνιστικών ειδωλίων από τη Βοιωτία με τις τεχνικές XRF και φασματοσκοπία Raman*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Θεοφανίδης, Θ. και Αναστασοπούλου, Ι. (1997) *Φασματοσκοπία Δονήσεων. Συμμετρία*. Αθήνα: Εκδόσεις ΕΜΠ.

Καββαδίας, Π. (1899) 'Συμπλήρωσις τοῦ νέου Διοικητικοῦ Συμβουλίου', *Πρακτικά Αρχαιολογικῆς Εταιρείας*, π. 26.

Κακαμανούδης, Α. (2012) *Τεχνικές ζωγραφικής στην αρχαία Ελλάδα*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κακουλλή, Ι. (2010) 'Τεχνικές και υλικά ζωγραφικής διακόσμησης της Ύστερης Κλασικής και της Ελληνιστικής Περιόδου: μια επισκόπησις τεχνικής βιβλιογραφίας', in Λυριτζής, Ι and Ζαχαριάς, Ν. (ed.) *Αρχαογλυκὰ, Αρχαιολογικὲς, Αρχαιμετρικὲς και Πολιτισμικὲς Προσεγγίσεις*. Παπαζήσης, pp. 395–418.

Καλαμαρά, Π. Κοσμά, Μ. Μπουκάρης, Κ. Χαιρετάκης, Γ. (2015) *Η πόλη της Χαλκίδας*. Edited by Ε. ΥΠΠΟΑ, Εφορεία, Αρχαιοτήτων.

Καλασαρίνης, Ι. (2018) *Η συμβολή της τρισδιάστατης αποτύπωσης και εκτύπωσης στη συντήρηση αρχαιολογικών ευρημάτων*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Καμπασακάλη, Έ. (2007) *Φυσικοχημικός χαρακτηρισμός χρωστικών σε έργα τέχνης επί χάρτου της σύγχρονης ζωγραφικής*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Καρολίδης, Δ. (2017) 'Η συντήρηση των πήλινων ειδωλίων', in Αδάμ-Βελένη, Π. Ζωγράφου, Η. (ed.) *Ειδώλιο ένας μικρόκοσμος από πηλό*. Θεσσαλονίκη: Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης, pp. 170–175.

Κατσαρός, Θ. (2012) 'Χρωστικές ύλες - Σύσταση και προέλευση', in Παντερμαλής, Δ. (ed.) *Αρχαϊκά Χρώματα*. Μουσείο Ακρόπολης, pp. 18–24.

Κλαπάκη, Γ. και Ε. Αραμπατζή (2022) 'Ελληνιστικό νεκροταφείο στη Νέα Λάμψακο Χαλκίδος', in *Αρχαιολογικό έργο Θεσσαλίας και Στερεάς Ελλάδας 7*. Βόλος: ΥΠΠΟΑ/Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Κόκκορος, Π. (1970) *Γενική Ορυκτολογία*. Edited by Α. Π. Θεσσαλονίκης.

Κουή, Μ. Χειλάκου, Ε. Θεοδωρακέας, Π. Δρίτσα, Β. Αβδελίδης, Ν. (2016) *Μη Καταστρεπτικές και Φασματοσκοπικές Μέθοδοι Εξέτασης των Γλυκών Θεωρία, Τεχνικές και Εφαρμογές*. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

Κουή, Μ. (2005) *Μέθοδοι και Τεχνικές Ανάλυσης και Χαρακτηρισμού των Γλυκών*. Αθήνα: Ε.Μ.Π.

Κυριάκου, Β. (2018) *Εφαρμογή φασματοσκοπικών-μη καταστρεπτικών μεθόδων (Raman-XFR) σε ειδώλια από το δυτικό νεκροταφείο Πέλλας*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Λαμπρόπουλος, Β. (2003) *Περιβάλλον μνημείων μουσείων και αρχαιολογικών χώρων*.

Αθήνα.

Λιλιμπάκη-Ακαμάτη, Μ. Ακαμάτης, Ν. (2014) *Ανατολικό νεκροταφείο Πέλλας. Ανασκαφικές περίοδοι 1991-2007*. Θεσσαλονίκη.

Λιλιμπάκη-Ακαμάτη, Μ. (1994) *Λαξευτοί θαλαμωτοί τάφοι της Πέλλας*. Αθήνα.

Λιλιμπάκη-Ακαμάτη, Μ. (2014) 'Εργαστηριακές εγκαταστάσεις κεραμικής παραγωγής στην Πέλλα', in Π. Βαλαβάνης, and E. M. (ed.) *Έγγραφθεν και εποίησεν. Μελέτες κεραμικής και εικονογραφίας προς τιμήν του καθηγητή Μιχάλη Τιβέριου*. Θεσσαλονίκη, pp. 437–443.

Λιλιμπάκη-Ακαμάτη, Μ. (2017) 'Χρήση και ερμηνεία των πήλινων ειδωλίων', in Αδάμ-Βελένη, Π. (ed.) *Ειδώλιο ένας μικρόκοσμος από πηλό*. Θεσσαλονίκη: Έκδοση Αρχαιολογικού Μουσείου Θεσσαλονίκης, pp. 34–40.

Μαντζούρης, Δ. (2016) *Ανάπτυξη φυσικοχημικών τεχνικών για τη μελέτη φυσικών οργανικών χρωστικών σε έργα τέχνης και πολιτισμού*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Μαχαίρα, Β. (2014) 'Η συμβολή της κοροπλαστικής στην εικονογραφία και στην τυπολογία της πλαστικής κατά τα ελληνιστικά χρόνια', in Γιαννικουρή, Α. (ed.) *Η συνεισφορά της Ηούς Ζερβουδάκη*, pp. 79–94.

Μπεχτοή, Κ. (2017) 'Οι τεχνικές κατασκευής των ειδωλίων', in Αδάμ-Βελένη, Π. Ζωγράφου, Η. et al. (eds) *Ειδώλιο ένας μικρόκοσμος από πηλό*. ΥΠΠΟΑ - Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης, pp. 41–44.

Μπρεκουλάκη, Χ. (2008) 'Για την πολυχρωμία στην αρχαία Ελληνική αρχιτεκτονική και γλυπτική: μεταξύ πραγματικότητας και οραματισμού', in Αδάμ-Βελένη, Π. και Ιγνατιάδου, Δ. (ed.) *Ημερίδα Συντήρησης Α.Μ.Θ. 2007- Λίθος*. Θεσσαλονίκη, pp. 97–110.

Μπρεκουλάκη, Χ. (2012a) 'Αν-δρείκελον, το χρώμα του δέρματος στην αρχαία ελληνική ζωγραφική', in Αδάμ-Βελένη, Π. και Τζαναβάρη, Κ. (ed.) *Δινήεσσα*. Θεσσαλονίκη: Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης, pp. 339–350.

Μπρεκουλάκη, Χ. (2012b) 'Ανδρίκελον, το χρώμα του δέρματος στην αρχαία ελληνική ζωγραφική', in *Δινήεσσα*. Θεσσαλονίκη: Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης, pp. 339–350.

Νοδάρου, Ε. (2010) 'Ανάλυση αρχαίας κεραμικής: Χαρακτηρισμός, Προέλευση, Τεχνολογία', in Λυριτζής, Ι. and Ζαχαριάς, Ν. (ed.) *Αρχαιο-υλικά αρχαιολογικές, αρχαιομετρικές και πολιτισμικές προσεγγίσεις*, pp. 63–101.

Παπαβασιλείου, Γ. (1889) 'Ανακοινώσεις', *Αθηνά*, I, pp. 311–319.

Παπαβασιλείου, Γ. (1891) 'Περί τής εν Εύβοια πόλεως Χαλκίδος', *Αθηνά*, III, pp. 607–630.

Παπαβασιλείου, Γ. (1892) 'Επιγραφαί εκ Χαλκίδος', *Αθηνά*, IV, pp. 623–636.

Παπαβασιλείου, Γ. (1900) 'Ανασκαφαί εν Χαλκίδι', *Πρακτικά Αρχαιολογικής Εταιρείας*, pp. 57–66.

Παπαβασιλείου, Γ. (1902) 'Ανασκαφαί εν Εύβοια', *Πρακτικά Αρχαιολογικής Εταιρείας*, pp. 61–137.

Παπαβασιλείου, Γ. (1910) *Περί των εν Ευβοία αρχαίων τάφων*. Αθήνα.

Πετράκος (2011) *Γεώργιος Παπαβασιλείου (1846-1915)*. Η εν Αθήνα. Αθήνα.

- Πρωτοπαλάς, Σ. και Γκάτσος, Β. (1998) 'Η περίφημη αρχαία πορφύρα της Ερμιόνης και η τεχνολογία της', *Αρχαιολογία και τέχνες*, 89, pp. 87–92.
- Σάμψων, Α. (1976) *Συμβολή στην τοπογραφία της αρχαίας Χαλκίδας. Από τους προϊστορικούς χρόνους μέχρι το τέλος της ρωμαϊκής περιόδου*. Χαλκίδα: Εταιρεία Ευβοϊκών Σπουδών.
- Σάμψων, Α. (1980) 'Το κοροπλαστικό εργαστήριο', *Αρχαιολογική Εφημερίδα*.
- Σάμψων, Α. (1987) *Ένα κεραμικό εργαστήριο στη Χαλκίδα της ρωμαϊοκρατίας, Ανθρωπολογικά και χρονολογικά χρονικά*. Ευβοϊκή Αρχαιολογία Εταιρεία.
- Σισμανίδης, Κ. (2014) *Κλίνες και κρανοειδείς κατασκευές των μακεδονικών τάφων*. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ.
- Στράτης, Α. Θεμελής, Γ. Ζαχαριάδης, Α. Ανθεμίδης, Ν. Οικονόμου, Σ. (2004) *Ενόργανη Χημική Ανάλυση II*. Θεσσαλονίκη: Ζήτη.
- Τζαναβάρη, Κ. (2002) *Πήλινα ειδώλια από τη Βέροια. Ταφικά σύνολα της ελληνιστικής περιόδου*. Αθήνα.
- Τζαναβάρη, Κ. (2017) 'Η πολυχρωμία στην κοροπλαστική τέχνη', in Αδάμ-Βελένη, Π. Ζωγράφου, Η. et al. (eds) *Ειδώλιο ένας μικρόκοσμος από πηλό*. Θεσσαλονίκη: ΥΠΠΟΑ - Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης, pp. 52–55.
- Τσουντας, Χ. (1892) 'Έδαπανήθηκαν, δρ. 9,796.65', *Πρακτικά Αρχαιολογικής Εταιρείας*, pp. 58–64.
- Φιλαδελεύς, Α. (1907) 'Ευρήματα εκ Χαλκίδος', *Αρχαιολογική Εφημερίδα*, pp. 65–90.
- Φωστηρίδου, Α. (2012) *Ταυτοποίηση χρωστικών σε ειδώλια που βρέθηκαν κατά τις ανασκαφές του μετρό Θεσσαλονίκης*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Χαιρετάκης, Γ. (2015) 'Μια άγνωστη καταστροφή της Χαλκίδας κατά τους πρώιμους ελληνιστικούς χρόνους', in *Αρχαιολογικό Έργο Θεσσαλίας και Στερεάς Ελλάδας 5*. Βόλος: Πρακτικά επιστημονικής συνάντησης, Βόλος 26.2 έως 1.3.2015, pp. 943–1182.
- Χιδίρογλου, Μ. (2009) 'Ειδώλια από την Εύβοια στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο. Οι ομάδες των θεών και των ηθοποιών', in Γιαννικουρή, Α. (ed.) *Κοροπλαστική και μικροτεχνία στον αιγαιακό χώρο από τους γεωμετρικούς χρόνους έως τη ρωμαϊκή περίοδο II*. Διεθνές Συνέδριο Ρόδος, pp. 29–44.
- Χρυσανθόπουλος, Π. (1902) 'Απολογισμός των εξόδων της χρήσεως του έτους 1902', *Πρακτικά Αρχαιολογικής Εταιρείας*, p. πιν. VIII-XXI.