

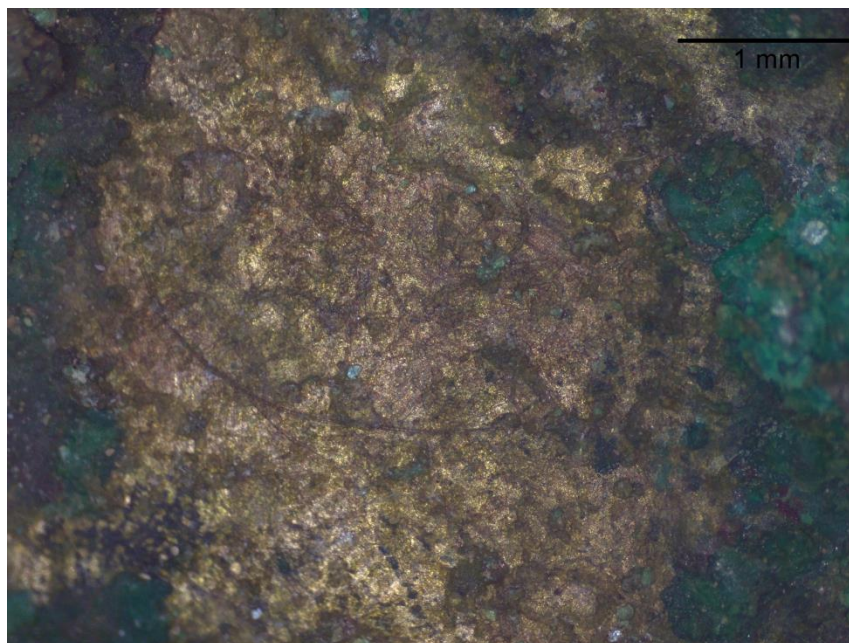
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**



**ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ**  
**ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**« Συντήρηση ‘θησαυρού’ νομισμάτων κλασικής περιόδου  
από τον Εξώμβουργο Τήνου»**



**ΚΑΤΣΑΦΑΔΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΓΙΑΝΝΟΥΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ**

**ΑΘΗΝΑ 2023**

**UNIVERSITY OF WEST ATTICA**

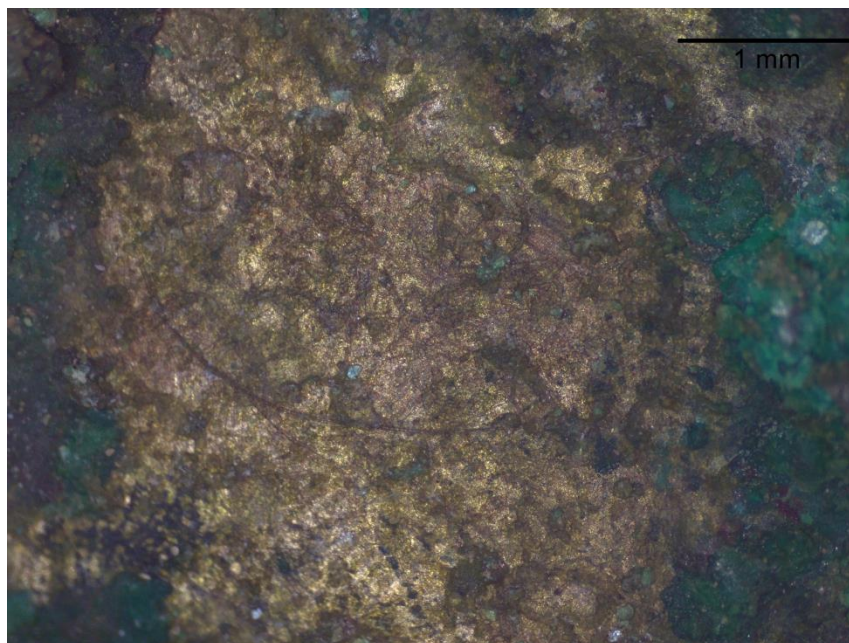


**SCHOOL OF APPLIED ARTS AND CULTURE**

**DEPARTMENT OF CONSERVATION OF ANTIQUITIES AND WORKS OF ART**

**DIPLOMA THESIS**

“Conservation of “treasure” of coins of the classical period from the  
Exomvurgos of Tinos”



**KATSAFADOU AGGELIKI**

**SUPERVISOR: GIANNOULAKI MARIA**

**ATHENS 2023**

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ



## ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ

« Συντήρηση ‘θησαυρού’ νομισμάτων κλασικής περιόδου  
από τον Εξώμβουργο Τήνου»

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής

Όνοματεπώνυμο	Βαθμίδα/Ιδιότητα	Υπογραφή
Γιαννουλάκη Μαρία	Επιστημονικός Συνεργάτης Πα.Δ.Α.	
Αργυροπούλου Βασιλική	Καθηγήτρια	
Φακορέλλης Γεώργιος	Καθηγητής	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη ΚΑΤΣΑΦΑΔΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ του ΗΛΙΑ, με αριθμό μητρώου 18676025 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ του Τμήματος ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής 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».

Η Δηλούσα



**Όνοματεπώνυμο/ Ιδιότητα**

Γιαννουλάκη Μαρία/Επιβλέπουσα καθηγήτρια

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο εργαστήριο του Μουσείου Ιστορίας και Αρχαιολογίας της Τέχνης, στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών και αφορά τη συντήρηση ‘θησαυρού’ νομισμάτων, κλασικής περιόδου, ο οποίος ανακαλύφθηκε σε ανασκαφή στο Εξώμβουργο Τήνου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια κυρία Γιαννουλάκη Μαρία, από την οποία μου προσφέρθηκε η δυνατότητα πραγματοποίησης της παρούσας εργασίας, για τις συμβουλές και την καθοδήγηση της κατά την διεκπεραίωση της. Επίσης ευχαριστώ τον υπεύθυνο του εργαστηρίου του μουσείου, Δρ. Ρογκενμπούκε Μισέλ, ΕΔΠ Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας ΕΚΠΑ, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθώς και για τον εργαστηριακό εξοπλισμό που μου παρείχε ώστε να εφαρμοστούν οι διαδικασίες που απαιτούνταν για την εκτέλεση της συντήρησης του ‘θησαυρού’ καθώς και τον κύριο Πάνου Θεόδωρο, ΕΤΕΠ Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών Πα.Δ.Α., για την πολύτιμη βοήθεια του στο κομμάτι των ακτινογραφιών που είχαν σημαντικό ρόλο για την εξέταση και την μετέπειτα συντήρηση των νομισμάτων.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Η εργασία αφορά τη μελέτη και τη συντήρηση αρχαίων χάλκινων ανασκαφικών νομισμάτων από το Ξώμβουργο της Τήνου που βρέθηκαν το 2022. Τα αντικείμενα φέρουν περιβαλλοντικές επικαθίσεις και προϊόντα διάβρωσης. Για τον προσδιορισμό των υλικών και της τεχνολογίας κατασκευής, αλλά και για τον σχεδιασμό της μεθοδολογίας συντήρησης πραγματοποιήθηκε αρχικά μακροσκοπική και μικροσκοπική εξέταση. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε διαγνωστική διερεύνηση με μη καταστρεπτικές τεχνικές, όπως Ραδιογραφία ακτίνων Χ (X-RAY) και Φασματοσκοπία φθορισμού (X-RAY FLUORESCENCE- XRF). Με τη βοήθεια της ραδιογραφίας ακτίνων Χ έγιναν ορατές αρκετές λεπτομέρειες της επιφάνειας και ταυτοποιήθηκαν διαφορετικοί τύποι νομισμάτων που λόγω των προϊόντων διάβρωσης και των επικαθίσεων δεν μπορούσαν να γίνουν αντιληπτές. Η φθορισμετρία ακτίνων Χ έδειξε ότι το κύριο κραματικό στοιχείο των νομισμάτων είναι ο χαλκός. Βάσει των αποτελεσμάτων έγινε τεκμηρίωση της τεχνολογίας και των υλικών κατασκευής των νομισμάτων, ενώ τέθηκαν διάφορα ερωτήματα τα οποία ήταν απαραίτητα για τη μεθοδολογία συντήρησης που ακολουθήθηκε. Στη μεθοδολογία που περιλαμβάνει η εργασία, αφού πρώτα έγινε η τεκμηρίωση της τεχνολογίας και των υλικών κατασκευής, έγινε φωτογραφική τεκμηρίωση σε κάθε στάδιο, σχεδιαστική αποτύπωση των νομισμάτων, μελέτη και καταγραφή της παθολογίας τους και αξιολόγηση των παραγόντων φθοράς. Για τον καθαρισμό των αντικειμένων πραγματοποιήθηκαν σημειακές δοκιμές καθαρισμού με διαλύτες και χημικά, αλλά και διάφορα μηχανικά μέσα. Παρασκευάστηκε γέλη με άγαρ και νερό για υγρό μηχανικό καθαρισμό ενώ για χημικό καθαρισμό γέλη με άγαρ και αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό οξύ, γνωστό ως EDTA. Τέλος, για την αποτροπή περαιτέρω φθοράς πραγματοποιήθηκε επικάλυψη με αναστολέα προϊόντων διάβρωσης, στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε κυστεΐνη, ενώ το επόμενο απαραίτητο βήμα ήταν να επιλεγεί και ένας σωστός τρόπος αποθήκευσης των αντικείμενων αυτών.

**Λέξεις-Κλειδιά:** Ανασκαφή, Ξώμβουργο, νομίσματα, χαλκός, ακτινογραφία, συντήρηση, καθαρισμός, φθορισμετρία ακτίνων Χ, ραδιογραφία ακτίνων Χ, μικροσκόπιο, αναστολέας διάβρωσης, δοκιμές καθαρισμού, παρασκευή γέλης, άγαρ, αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό οξύ, κυστεΐνη.

## **ABSTRACT:**

This study concerns the conservation of ancient copper coins excavated from Xoburgos, Tinos in 2022. The objects are covered with environmental deposits and corrosion products. To determine the materials and manufacture techniques, but also to design the conservation methodology, macroscopic and microscopic examination was initially carried out. Further diagnostic examination was conducted via the application of non-destructive techniques such as X-ray radiography (X-RAY) and X-ray fluorescence (XRF) were performed. With the help of X-ray radiography, several surface details became visible and different types of coins were recognized that due to corrosion products and environmental deposits could not be perceived. X-ray fluorescence showed that the main alloying element of the coins is copper. In this way, technology of the objects and manufacture materials were documented, while various questions arised which were necessary for the applied treatment methodology. The methodology includes, after the identification of technology and manufacture materials, photographic documentation at each stage, graphic documentation of the coins, study and recording of their pathology and evaluation of deterioration factors. For cleaning treatments, spot tests were carried out with solvents and chemical solutions, as well as various mechanical means. A gel was prepared with agar and water for wet mechanical cleaning and for chemical cleaning a gel with agar and ethylene diamine tetraacetic acid, known as 2Na-EDTA. Finally, to prevent further deterioration, a corrosion inhibitor was applied, in this particular case L-cysteine was chosen, while the next necessary step was to choose a proper way to store these objects.

**Keywords:** Excavation, Exomvourgo, coins, copper, x-ray, conservation, cleaning, XRF, X-RAY, microscope, corrosion inhibitor, cleaning tests, preparation of gel, agar, EDTA, cystine.



## Περιεχόμενα

Πρόλογος – Ευχαριστίες .....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Περίληψη.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Abstract: .....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Περιεχόμενα .....	9
1. Εισαγωγή .....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1 Περιγραφή και αντικείμενο εργασίας.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2. Δεοντολογία της συντήρησης. ....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.3. Μεθοδολογία της εργασίας. ....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2. Ιστορικό – Τεχνολογικό πλαίσιο .....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.1.Ανασκαφή.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.2. Τρόπος κατασκευής νομισμάτων. ....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.3. Διάβρωση θεωρίας.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3. Ο ‘θησαυρός’ των νομισμάτων.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3.1. Το σύνολο.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3.2. Κατάσταση διατήρησης. ....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
4. Μέθοδοι και υλικά.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
4.1. Ερωτήματα.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
4.2. Μέθοδοι .....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
4.2.1. Ραδιογραφία ακτίνων X ( X-ray).....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
4.2.2. Φθορισμετρία ακτίνων X: X-ray Fluorescence (XRF)	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
4.3. Αποτελέσματα των μεθόδων ανάλυσης. ....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
4.3.1. Αποτελέσματα ραδιογραφίας ακτίνων X (X-ray).....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
4.3.2. Αποτελέσματα φθορισμετρίας ακτίνων X: X-ray Fluorescence (XRF):	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
5. Δοκιμές καθαρισμού – Σχεδιασμός μεθοδολογίας συντήρησης.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
5.1. Δοκιμές Καθαρισμού. ....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
5.1.1. Παρασκευή γελών και εφαρμογή. ....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
5.1.2. Αποτελέσματα δοκιμών καθαρισμού. ....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
5.1. Σχεδιασμός μεθοδολογίας συντήρησης.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
6. Επεμβάσεις συντήρησης.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
6.1. Επιφανειακός καθαρισμός.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
6.2.Μηχανικός καθαρισμός.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
6.3.Σταθεροποίηση – Αναστολέας διάβρωσης.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

7. Συμπεράσματα – Συζήτηση. .... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**  
Βιβλιογραφία ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Περιγραφή και αντικείμενο εργασίας

Αντικείμενο αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη κατάστασης διατήρησης, η καταγραφή και η συντήρηση αρχαίων ανασκαφικών νομισμάτων κλασσικής περιόδου από τον Εξώμβουργο της Τήνου, τα οποία βρέθηκαν σε ανασκαφή το 2022.

Μελετάται το συγκεκριμένο σύνολο, καθώς πρόκειται για σημαντικά ανασκαφικά ευρήματα, με στόχο να μπορέσει να προσφέρει στο πεδίο της αρχαιολογίας σημαντικές πληροφορίες για την εποχή κατασκευής, τα εργαστήρια μετάλλευσης και τα κράματα των μετάλλων που χρησιμοποιήθηκαν κλπ, ενώ στο τομέα της συντήρησης να εξετάσει διαφορετικές μεθόδους καθαρισμού, σταθεροποίησης και διατήρησης των αντικειμένων. Λόγω του ότι τα αντικείμενα προέρχονται από ανασκαφικό περιβάλλον και φέρουν μεγάλη ποσότητα εδαφικών και περιβαλλοντικών επικαθίσεων, δεν διατηρείται μία καθαρή επιφάνεια που αναδεικνύει τις λεπτομέρειες και επιτρέπει την αναγνώριση των χαρακτηριστικών τύπων και των διακοσμήσεων, οπότε σημαντικό είναι πριν την οποιαδήποτε επέμβαση στα νομίσματα να τεθούν ερωτήματα που βοηθούν στο σχεδιασμό της μεθοδολογίας της συντήρησης. Διασώζεται το μέταλλο κάτω από την επιφάνεια των προϊόντων διάβρωσης; Υπάρχει πυρήνας και κατά πόσο αυτός διατηρείται; Σε ποια σημεία δεν υπάρχει και που απαιτείται μεγαλύτερη προσοχή; Υπάρχουν διακοσμητικές λεπτομέρειες στην επιφάνεια; Διατηρούν όλα τα αντικείμενα και με ποιο τρόπο μπορούν να αποτυπωθούν;

## 1.2. Δεοντολογία της συντήρησης.

Το πεδίο της συντήρησης έχει ηθικά πρότυπα και αρχές καθώς πρόκειται για έναν τομέα που έρχεται σε άμεση επαφή με τα αντικείμενα της πολιτιστικής κληρονομιάς και μπορεί να προκαλέσει φθορά ή/και καταστροφή, αν ληφθεί μία λάθος απόφαση ή η διαχείρισή τους γίνει με εσφαλμένο τρόπο. Για αυτό το λόγο, κατά τη συντήρηση ενός αντικειμένου πρέπει να αποφευχθεί η καταστροφή του και για αυτό η διαδικασία της συντήρησης είναι πολύ σημαντική και διέπεται από αρχές και κώδικες με τους οποίους καθορίζονται πρότυπα για να προστατευθεί η πολιτιστική κληρονομιά.

Η δεοντολογία που ισχύει στη συντήρηση αρχαιοτήτων και έργων τέχνης, ορίζεται από τους κώδικες δεοντολογίας του επαγγέλματος Συντηρητή αρχαιοτήτων και έργων τέχνης των ICOM (Διεθνές Συμβούλιο Μουσείων), Χάρτας της Βενετίας (1964), Χάρτας των Αθηνών (1931), Ευρωπαϊκού κώδικα δεοντολογίας (ECCO), Αυστραλιανού Ινστιτούτου Συντήρησης (AICCM) και Αμερικανικού Ινστιτούτου Συντήρησης (AIC) (ΣΣΑ & ΕΤΤΕ 1995).

Όλοι οι παραπάνω κώδικες δεοντολογίας, διασφαλίζουν την ελάχιστη δυνατή επέμβαση που μπορεί να γίνει σε ένα αντικείμενο, εξασφαλίζοντας όμως ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα και ότι η εργασία που θα γίνει δεν θα επηρεάσει αρνητικά τις αξίες του αντικειμένου.

### 1.3. Μεθοδολογία της εργασίας

Για να απαντηθούν τα ερωτήματα που διατυπώθηκαν και για να γίνει η συντήρηση του συνόλου των νομισμάτων πρέπει να σχεδιαστεί και να εφαρμοσθεί μια επιστημονικά τεκμηριωμένη μεθοδολογία που αποτελεί και αντικείμενο της μελέτης αυτής.

Το αρχικό στάδιο περιλαμβάνει την παρατήρηση των αντικειμένων της εργασίας με μακροσκοπική διερεύνηση και τη φωτογράφιση του κάθε αντικειμένου ξεχωριστά, σε σωστές συνθήκες, με κλίμακα, μέσω στερεοσκοπικού μικροσκοπίου (Leica Microsystems Stereozoom S9D Stereo microscope 55 x Reflected light), σε διαφορετικές ρυθμίσεις φωτισμού. Επίσης, πραγματοποιήθηκε σχεδιαστική αποτύπωση και η καταγραφή βασικών στοιχείων όπως το βάρος, η διάμετρος και η αρχική κατάσταση τους, ακριβώς όπως βρέθηκαν μετά την ανασκαφή.

Λόγω του μεγάλου όγκου των επικαθίσεων που έφεραν τα αντικείμενα στην επιφάνεια τους, έπρεπε να προσδιορισθεί με κάποια με καταστρεπτική μέθοδο εξέτασης η επιφάνεια των νομισμάτων καθώς και να απαντηθούν διάφορα ερωτήματα που είχαν τεθεί και αυτό έγινε με 2 βασικές μεθόδους:

Εφαρμόστηκε ως πρώτη μέθοδος, η ραδιογραφία ακτίνων X (X-ray), δηλαδή η ακτινογράφιση όλων των νομισμάτων, η οποία μπορούσε να δώσει πληροφορίες όπως το ποια είναι η επιφάνεια του μετάλλου κάτω από τις επικαθίσεις χρώματος, κατά πόσο σώζονται ακέραια ή όχι τα αντικείμενα, αν φέρουν ανάγλυφη επιφάνεια και το τι μπορεί να απεικονίζεται σε αυτή, αν έχουν αλλοιώσεις ή φθορές. Έτσι, μπορούσε να γίνει μία σύγκριση μεταξύ των αντικειμένων, δηλαδή εάν προέκυπταν ίδιοι τύποι νομισμάτων ή διαφορετικοί και αν διέφεραν ποιοι τύποι ήταν σύμφωνα με τη βιβλιογραφική έρευνα.

Στα νομίσματα πραγματοποιήθηκε άλλη μια αναλυτική μη καταστρεπτική μέθοδος, η Φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X (XRF), η οποία μπορεί να δώσει πληροφορίες για τις τεχνικές κατασκευής, τα κράματα κατασκευής, τα προϊόντα διάβρωσης, αλλά και τις περιβαλλοντικές συνθήκες των αντικειμένων.

Βάσει των αποτελεσμάτων και της μελέτης για τη διάβρωση του χαλκού και των κραμάτων του σχεδιάστηκαν και εφαρμόστηκαν δοκιμές καθαρισμού σε ορισμένα από τα νομίσματα με την εφαρμογή γελών (gel) στην επιφάνειά τους και έγινε αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Σχεδιάστηκε η μεθοδολογία της συντήρησης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των δοκιμών καθαρισμού, η οποία στόχο είχε οι επεμβάσεις συντήρησης που θα πραγματοποιηθούν, να εξασφαλίζουν την προστασία και την ανάδειξη των αντικειμένων.

Έγινε επιφανειακός καθαρισμός με μαλακό πινέλο και αιθανόλη για τις μαλακές επικαθίσεις, οι οποίες είναι εύκολες στην αφαίρεση, πάντα κάτω από στερεοσκοπικό μικροσκόπιο για πιο σωστή παρατήρηση και ασφάλεια.

Επόμενο βήμα ήταν ο μηχανικός καθαρισμός με νυστέρι, πιο σκληρό πινέλο και αιθανόλη, πάλι με τη βοήθεια στερεοσκοπικού μικροσκοπίου.

Για τη σταθεροποίηση των νομισμάτων εφαρμόστηκε κυστεΐνη, η οποία είναι ένα αμινοξύ και χρησιμοποιήθηκε ως αναστολέας διάβρωσης.

## 7. Συμπεράσματα – Συζήτηση

Στόχος της πτυχιακής αυτής εργασίας ήταν η μελέτη, η καταγραφή και ο σχεδιασμός μιας επιστημονικά τεκμηριωμένης μεθοδολογίας στη συντήρηση αρχαίων ανασκαφικών νομισμάτων από κράμα χαλκού από το Ξώμπουργο της Τήνου. Αφού πρώτα έγινε μακροσκοπική και μικροσκοπική παρατήρηση, τέθηκαν ερωτήματα που αφορούσαν τα αντικείμενα και την κατάσταση διατήρησής τους, ερωτήματα που χρησιμεύουν για την επιλογή της μεθοδολογίας που πρέπει να εφαρμοσθεί για την ασφαλέστερη συντήρησή τους. Με τη βοήθεια των διαγνωστικών τεχνικών εξέτασης και ανάλυσης αντλήθηκαν περαιτέρω πληροφορίες για τα νομίσματα που ήταν χρήσιμες για τα στάδια των δοκιμών καθαρισμού και της συντήρησης.

Σαν πρώτη αναλυτική μέθοδος, μη καταστρεπτική, εφαρμόστηκε η ραδιογραφία ακτινών Χ, όπου έγινε ακτινογράφιση στα αντικείμενα με ψηφιακό ακτινογραφικό σύστημα και αποτυπώθηκε η επιφάνεια κάτω από τις περιβαλλοντικές επικαθίσεις και τα προϊόντα διάβρωσης. Αποτυπώθηκαν διακοσμητικές λεπτομέρειες, αλλά και το ποσοστό του συμπαγούς μεταλλικού πυρήνα, σημεία τα οποία έχουν φθορές όπως αποκόλληση τμημάτων, ρωγμάτωση και υποβάθμιση του πυρήνα του κράματος χαλκού. Ανάλογα της έντασης της ακτινοβολίας, αποτυπώθηκαν και διαφορετικές λεπτομέρειες. Σε ορισμένα από αυτά, όσο μεγαλύτερη ήταν η ακτινοβολία, τόσο πιο εμφανή ήταν τα σχέδια που υπήρχαν στην επιφάνεια.

Μετά την ακτινογράφιση, επόμενο βήμα ήταν η μέθοδος της φασματοσκοπίας φθορισμού ακτίνων Χ (XRF) που στην κατανόηση της τεχνολογίας κατασκευής των νομισμάτων, προσδιορίζοντας την κραματική σύσταση των αντικειμένων, αλλά μπορεί να προσδιορίσει και τις περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της κατάχωσης των αντικειμένων.

Επόμενο βήμα, αφού αξιολογήθηκαν τα διαγνωστικά αποτελέσματα και απαντήθηκαν τα αρχικά ερωτήματα σχετικά με την τεχνολογία (κράματα και χημική σύσταση) και την κατάσταση (φύση επικαθίσεων), ήταν οι δοκιμές καθαρισμού σε επιλεγμένα αντικείμενα, παρασκευάζοντας και εφαρμόζοντας δύο είδη γέλης. Η διαδικασία των δοκιμών απαιτούσε αρκετό χρόνο καθώς αποκαλύπτονταν σταδιακά τα στρώματα των προϊόντων διάβρωσης για να εμφανισθεί η αυθεντική επιφάνεια του μετάλλου.

Μετά τη χρονοβόρα διαδικασία των δοκιμών, καθορίστηκαν τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν και η μεθοδολογία συντήρησης των νομισμάτων, εφαρμόζοντας μηχανικό καθαρισμό, με υποβοήθηση νυστεριού και μικροσκοπική παρατήρηση. Η διαδικασία αυτή απαιτούσε μεγάλο χρόνο, αλλά και μεγάλη προσοχή, καθώς πρόκειται για ένα μαλακό μέταλλο, το οποίο φέρει πάνω του πέρα από πολύ μικρές διακοσμητικές λεπτομέρειες και αρκετά προϊόντα διάβρωσης,

Είναι πολύ εύκολο να γίνει οποιοδήποτε λάθος και να αφαιρεθεί επιθυμητό στρώμα διάβρωσης, δηλαδή η 'ευγενής' πατίνα και να εμφανιστεί στην επιφάνεια καθαρό μέταλλο. Η χρήση του νυστεριού έγινε με μεγάλη προσοχή πάντα και μόνο με τη χρήση μικροσκοπίου, με απαλές, ήρεμες και σταθερές κινήσεις, καθώς με μία λάθος κίνηση θα μπορούσε να γίνει σοβαρή, μη αντιστρεπτή φθορά, χάνοντας έτσι πληροφορίες ή ακόμα και να καταστεί ενεργή σε περαιτέρω φθορά η μεταλλική επιφάνεια. Το αποτέλεσμα του ενδεδειγμένου μηχανικού καθαρισμού ήταν η μεγάλη επιφανειακή διαφοροποίηση του κάθε νομίσματος ξεχωριστά, καθώς εμφανίστηκαν πολλά διακοσμητικά σχέδια, όπως κεφαλές και γράμματα, τα οποία είναι πολύτιμες πληροφορίες που εντάσσουν τα νομίσματα στην εποχή τους και τον τόπο τους.

Κατά την έναρξη της διαδικασίας καθαρισμού, η λεπίδα του νυστεριού πρέπει να είναι καινούργια για να μπορεί να αφαιρέσει σωστά ανεπιθύμητα προϊόντα διάβρωσης και επικαθίσεις, χωρίς να ασκείται περαιτέρω πίεση στην επιφάνεια του νομίσματος. Επίσης, δεν πρέπει να αλλάζεται αρκετά συχνά, καθώς έτσι είναι πιο εύκολο να γίνουν εκδορές στην πατίνα και να εμφανιστεί το καθαρό μέταλλο. Πρόκειται για μια επιφάνεια που φέρει διακόσμηση και μία λάθος κίνηση μπορεί να σημαδέψει ή/και να αφαιρέσει σημαντικές πληροφορίες, όπως για παράδειγμα ένα γράμμα που μπορεί να φέρει το νόμισμα από επιγραφή. Όταν παρατηρηθεί ότι η λεπίδα αρχίζει να μην κόβει αρκετά καλά, τότε γίνεται επέμβαση με το νυστέρι σε σημεία όπου υπάρχουν περιοχές με εσοχές για να αναδειχθεί η ανάγλυφη διακόσμηση, το σχέδιο και το σχήμα περιμετρικά. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα, εφαρμόζεται στην επιφάνεια αιθανόλη με πινέλο για τον καθαρισμό της επιφάνειας και την αξιολόγησή της, αφού σε κάθε σημειακό καθαρισμό που γίνεται εμφανίζονται και νέες πληροφορίες. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί κατά τον καθαρισμό ένα πινέλο με αρκετά κοντή και σκληρή τρίχα για να φύγουν πιο εύκολα, σκληρές και ανεπιθύμητες επικαθίσεις. Πέρα από το πινέλο αυτό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και απαλά μια υαλόβουρτσα, η οποία ρίχνει τον 'τόνο' του μαλαχίτη και δίνει ένα πιο ομοιόμορφο αποτέλεσμα στην επιφάνεια, εμφανίζοντας την πατίνα του νομίσματος. Ο κάδος υπερήχων βοηθάει αρκετά στο να μαλακώσουν οι σκληρές επικαθίσεις, οι οποίες σε άλλη περίπτωση αν αφαιρεθούν μόνο με νυστέρι μπορεί να προκληθούν ανεπιθύμητες εγχαράξεις. Σε σημεία των εσοχών που έχουν αρκετό χώμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί απαλά και βαμβακοφόρος στυλεός με αιθανόλη. Στο μαλαχίτη, με νυστέρι και υαλόβουρτσα, αφαιρούνται τα επιφανειακά στρώματα, ώστε να διατηρηθεί ένα στρώμα πράσινου σκούρου που είναι ένα επιθυμητό αποτέλεσμα και παραπέμπει σε μια ομοιόμορφη πατίνα.

Μετά τον καθαρισμό, έγινε η παρασκευή και η εφαρμογή ενός αναστολέα διάβρωσης, καθώς όλα τα αντικείμενα έφεραν ενδείξεις ενεργού διάβρωσης. Άρα, για την αποφυγή μεγαλύτερης φθοράς και για την προστασία των αντικειμένων, η χρήση ενός αναστολέα διάβρωσης στην επιφάνεια του χαλκού θα έδινε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ως αναστολέας διάβρωσης επιλέχθηκε η κυστεΐνη, η οποία εξασφαλίζει βάσει βιβλιογραφικών πηγών την καθοδική προστασία της επιφάνειας και επέφερε καλά αισθητικά αποτελέσματα στην επιφάνεια.

Μετά την εφαρμογή της επιλεγμένης μεθοδολογίας συντήρησης, παρατηρήθηκαν μεγάλες αλλαγές στα σημεία του μαλαχίτη, ενώ στα σημεία του κυπρίτη αναδείχθηκε η διαστρωμάτωση του. Επιπροσθέτως, η κάθε όψη ήταν πιο καθαρή και ήταν πλέον εύκολα αντιληπτή η διακόσμηση, ανάλογα τον τύπο του κάθε νομίσματος.

Το τελευταίο στάδιο της συντήρησης περιλαμβάνει την ορθή και κατάλληλη αποθήκευσή τους. Επιλέχθηκε να γίνει προσωρινή αποθήκευση σε σακουλάκια πολυαιθυλενίου, καθώς η μελέτη των νομισμάτων βρίσκεται σε εξέλιξη άρα χρειάζεται να είναι εύκολα προσβάσιμα.

## Βιβλιογραφία

- Αλεξοπούλου Αγοράνου Α., Χρυσουλάκης Γ., «Θετικές επιστήμες και Έργα Τέχνης», Εκδόσεις Γκόννη, Αθήνα 1993 σσ. 208, 222
- Αργυροπούλου Β., Σημειώσεις από «Συντήρηση Μεταλλικών Αντικειμένων. Ενότητα 4: Χαλκός και κράμματα». Έκδοση: 1.0., Αθήνα 2014
- Γιαννουλάκη Μαρία «Αρχαία μεταλλουργική τεχνολογία και θέματα συντήρησης σιδερένιων και χάλκινων αντικειμένων από την Αρχαία Μεσσήνη» Α΄ ΜΕΡΟΣ, Διδακτορική Διατριβή, Βόλος 2013
- Δεοντολογία | ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΤΩΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ & ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ (ssaette.gr)
- Δρακάκη Ε., Διδακτορική Διατριβή, «Αλληλεπίδραση Ακτινοβολίας Λέιζερ με Βιολογικά Συστήματα και Μεταλλικά Αντικείμενα», Αθήνα 2010
- Κοντολέων Ν., «Ευρήματα εκ Τήνου και Χίου» Αρχαιολογική Εφημερίς, Περιοδικόν της εν Αθήναις Αρχαιολογικής εταιρίας 1939-1941, εν Αθήναις 1948 σσ. 23-26.
- Κοντολέων Ν., «Ανασκαφή εν Τήνω» Πρακτικά της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρίας του έτους 1949, εν Αθήναις 1951 σσ. 122-134.
- Κοντολέων Ν., «Ανασκαφή εν Τήνω» Πρακτικά της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρίας του έτους 1950, εν Αθήναις 1951 σσ.Κοντολέων Ν., «Ανασκαφή εν Τήνω» Πρακτικά της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρίας του έτους 1952, εν Αθήναις 1955 σσ. 531-546.
- Κοντολέων Ν., «Ανασκαφή εν Τήνω» Πρακτικά της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρίας του έτους 1953, εν Αθήναις 1956 σσ. 258-267.
- Κοντολέων Ν., «Ανασκαφή εν Τήνω» Πρακτικά της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρίας του έτους 1955, εν Αθήναις 1960 σσ. 258-263.
- Κοντολέων Ν., «Ανασκαφή Τήνου» Πρακτικά της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρίας του έτους 1958, εν Αθήναις 1965 σσ. 220-227.
- Κουή Μ., Χειλάκου Ε., Θεοδωρακέας Π., Δρίτσα Β., Αυδελίδης Ν., «Μη Καταστρεπτικές και Φασματοσκοπικές Μέθοδοι Εξέτασης Των Υλικών», Σύνδεσμος Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr), 2015 σσ.169-186.
- Κούρου Νότα, *Τήνος Ιστορία και πολιτισμός*, Σύντομη επισκόπηση της ιστορίας της αρχαίας Τήνου, Δήμος Εξώμβουργου Τήνου, Αναπτυξιακή Δημοτική Επιχείρηση, Τήνος 2005, σσ.93.
- Κούρου Νότα, Δέκατο Επιστημονικό Συμπόσιο «Ανασκαφή και Έρευνα, Χ: από το Ερευνητικό Έργο του Τομέα Αρχαιολογίας και Ιστορίας της Τέχνης», Πρόγραμμα και Περιλήψεις Ανακοινώσεων, Αθήνα 2015.

- Οξενκιουν – Πετροπούλου Μ., «Φασματομετρικές Μέθοδοι» – Φυσικές Μέθοδοι Ανάλυσης, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 2012 σσ. 225-226.
- Σαμαρά Κλεοπάτρα, Διδακτορική Διατριβή «Μελέτη της πατίνας αρχαίων κραμάτων χαλκού – καθαρισμός & συντήρηση», Αθήνα 2008
- Ahmad N. Abu-Baker, Jordan Ian D. MacLeod, A Comparative Study Of Salicylaldoxime, Cysteine And Benzotriazole As Inhibitors For The Active Chloride-Based Corrosion Of Copper And Bronze Artifacts, European Scientific Journal November 2013 edition vol.9, No.33 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 228
- Barclay, L., R., Dignard, C. & Selwyn, L. (2021). Caring for metal objects. Διαθέσιμο στο:<https://www.canada.ca/en/conservationinstitute/services/preventiveconservation/guidelines-collections/metal-objects.html#a1a1>. (Ημερομηνία πρόσβασης: 1/2/2023).
- Chase W. T., ‘Chinese Bronzes: Casting, finishing, patination and corrosion’, in Ancient and Historic Metals, Conservation and Scientific Research, ed. D. A. Scott, J. Podany and B.B Considine, California, Getty Conservation Institute 1994
- English Heritage. (2006). Guidelines on the X-radiography of archaeological metalwork. Διαθέσιμο στο: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/x-radiography-of-archaeological-metalwork/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 3/02/2023).
- Etienne R., Ν. Κούρου & Ε. Μπουρνιά, *Η αρχαία Τήνος*, Αθήνα 2013.
- Etienne R., *Ténos II. Ténos et les Cyclades du milieu du IVe siècle avant J.-C. au milieu du IIIe siècle après J.-C.* . In: *L'antiquité classique*, Tome 61, 1992. pp. 661-665.
- Gmelin, Gmelins Handbich der anorganischen Chemie, Vol. B, sect 3, s.v Kupfer: Systemnummer 60 Bd, Cu, [B]-, Germany 1965
- Gravgaard Mari & Jettie van Lanschota, Cysteine as a non-toxic corrosion inhibitor for copper alloys in conservation, Journal of the Institute of Conservation, Volume 35, Issue 1, 2012
- Logan, J. (2007). Recognizing Active Corrosion – Canadian Conservation Institute (CCI) Notes 9/1. Διαθέσιμο στο: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/recognizing-active-corrosion.html>. (Ημερομηνία πρόσβασης: 1/02/2023).
- Paterakis, A. B. (2018). Conservation of Metals. The Encyclopedia of Archaeological Sciences, Watkinson 2010, 1–6. Διαθέσιμο στο: <https://doi.org/10.1002/9781119188230.saseas0120> Ημερομηνία πρόσβασης: 10/02/2023).
- Scott A. David, «Copper and bronze in art» , corrosion, colorants, conservation, Getty Publications, Los Angeles 2002
- Selwyn, L., Metals and Corrosion. A Handbook for the Conservation Professional. Canada, Canadian Conservation Institute 2004
- Zarrouk A., B. Hammouti, A. Dafali, H. Zarrok. L-Cysteine methyl ester hydrochloride: A new corrosion inhibitor for copper in nitric acid, Scholars Research Library, Der Pharma Chemica, 2011, 3 (4): 266-274