

## ACAWA-GR Conference Proceedings

Τόμ. 1, Αρ. 1 (2024)

Συντηρητές σε Ψηφιακό Περιβάλλον



Παραγωγή αντιγράφων αρχαίων μαρμαρίνων γλυπτών με τρισδιάστατη σάρωση και αυτόματη μηχανική αντιγραφή: η μετάβαση από τις παραδοσιακές στις σύγχρονες τεχνικές αντιγραφής αρχαιοτήτων

Δ. Καρολίδης

doi: [10.12681/acawa-grcp.7199](https://doi.org/10.12681/acawa-grcp.7199)

# ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΝΤΙΓΡΑΦΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΜΑΡΜΑΡΙΝΩΝ ΓΛΥΠΤΩΝ ΜΕ ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΑΡΩΣΗ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗ: Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ

**Δ. Καρολίδης<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Τμήμα Συντήρησης, Χημικών και Φυσικών Ερευνών και Αρχαιομετρίας,  
Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης

## Περίληψη

*Η παραγωγή αντιγράφων αρχαίων μνημείων αποτελεί πρακτική που εφαρμόζεται σε φορείς διοίκησης πολιτιστικής κληρονομιάς εδώ και πολλές δεκαετίες. Ολόκληρα λίθινα γλυπτά ή τμήματα αυτών αναπαράγονται με σκοπό την έκθεσή τους σε μουσεία ή αρχαιολογικούς χώρους, την αντικατάσταση φθαρμένων αυθεντικών μνημείων, για εκπαιδευτικούς σκοπούς αλλά ακόμα και για την εμπορική εκμετάλλευσή τους σε πωλητήρια φορέων διοίκησης πολιτιστικών αγαθών.*

*Σε αυτήν την εργασία παρουσιάζεται η μετάβαση από τις παραδοσιακές τεχνικές παραγωγής αντιγράφων αρχαίων μαρμάρινων γλυπτών στις σύγχρονες. Για την ακρίβεια, συζητείται η παραγωγή αντιγράφων λίθινων μνημείων στο Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης (ΑΜΘ) ως μια ολιστική προσέγγιση για την κατανόηση της συλλογής λίθινων του μουσείου, η οποία περιλαμβάνει τη μελέτη, τεκμηρίωση και κατανόηση της συλλογής των γλυπτών του μουσείου, την διερεύνηση και αξιολόγηση των διαθέσιμων μεθόδων και πρακτικών παραγωγής αντιγράφων, και τέλος τη μετάβαση, υιοθέτηση και εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων για την παραγωγή αντιγράφων αρχαίων μαρμάρινων γλυπτών.*

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα μνημεία της Ακρόπολης, η τεχνική της παραγωγής χυτών αντιγράφων χρησιμοποιήθηκε πριν από 180 χρόνια για να λύσει το ζήτημα της αντικατάστασης των γλυπτών που αποσπάρστηκαν και απομακρύνθηκαν για να μεταφερθούν στο Βρετανικό Μουσείο [1]. Ήταν η περίοδος κατά την οποία το έργο της «εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας» και της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας αφορούσε στην προσπάθεια να παραχθούν αντίγραφα των Ελγινείων μαρμάρων από το Βρετανικό μουσείο και να σταλούν στην Ελλάδα, ώστε να δημιουργηθεί και να παρουσιαστεί ένα σύνολο, αυθεντικού και μη, υλικού που θα αντανάκλα την υψηλή αισθητική και καλλιτεχνική αξία αλλά και τη σπουδαιότητα των αυθεντικών γλυπτών [1].

Με το πέρασ του χρόνου, και καθώς η ατμοσφαιρική ρύπανση στα μεγάλα αστικά κέντρα άρχισε να αυξάνεται με δυσανάλογα γρήγορους ρυθμούς από την δεκαετία του 1960, οι πρωτογενείς ρύποι, δηλαδή αυτοί που εκλύονται απευθείας από κάποια πηγή όπως είναι η βιομηχανία, τα οχήματα και η κεντρική θέρμανση, αλλά και οι δευτερογενείς ρύποι, δηλαδή αυτοί που δημιουργούνται στην ατμόσφαιρα μέσω χημικών διεργασιών όπως είναι η όξινη βροχή, άρχισαν να επηρεάζουν τα εκτεθειμένα στο περιβάλλον μνημεία [2]. Έτσι, διεργασίες όπως η επιταχυνόμενη επιφανειακή διάβρωση των γλυπτών μνημείων σε εξωτερικούς χώρους, οδήγησαν στην εφαρμογή μεθοδολογίας και πρακτικών για την παραγωγή αντιγράφων με σκοπό την αντικατάσταση σπουδαίων μνημείων, την απομάκρυνσή τους από την έκθεση στις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος και την επιβράδυνση της φθοράς τους.

Τέλος, καθώς ο ρόλος των μουσείων αναπροσαρμόζεται διαρκώς και ο καθορισμός της

αποστολής, των στόχων και της πολιτικής τους συμπεριλαμβάνει αναβαθμισμένες υπηρεσίες όπως η εκπαίδευση του κοινού αλλά και η προώθηση πολιτιστικών αγαθών στους επισκέπτες - καταναλωτές και στο περιβάλλον της αγοράς τους (π.χ. τοπικό, εγχώριο, εκτός συνόρων) [3, 4], ολόκληρα λίθινα γλυπτά ή τμήματα αυτών αναπαράγονται για εκπαιδευτικούς σκοπούς αλλά και για εμπορική εκμετάλλευση σε πωλητήρια φορέων διοίκησης πολιτιστικών αγαθών.

## **2. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΝΤΙΓΡΑΦΩΝ ΣΤΟ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΙ ΜΕΡΟΣ ΜΙΑΣ ΟΛΙΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΛΙΘΙΝΩΝ ΤΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ**

### **2.1 Γνωρίζοντας τη συλλογή λίθινων του μουσείου**

Η συλλογή λίθινων του Αρχαιολογικού Μουσείου Θεσσαλονίκης είναι από τις πλουσιότερες και πλέον σημαντικές στην Ελλάδα. Αποτελείται από περίπου 4500 αντικείμενα/μνημεία που μαρτυρούν την ακμή της αρχαίας Θεσσαλονίκης, καθώς και της ευρύτερης περιοχής της, πριν από την ίδρυση της πόλης [5-7]. Σε αυτά τα μνημεία περιλαμβάνονται αναθηματικά ανάγλυφα από ιερά θεών, πορτρέτα και ανδριάντες, αρχιτεκτονικά μέλη δημόσιων κτιρίων, τμήματα από τη γλυπτή διακόσμηση του ανακτορικού συγκροτήματος του Γαλερίου, ταφικά μνημεία και εργαστηριακής χρήσης κατασκευές, καθώς και μεγάλο αριθμό επιγραφών [5-7].

Τα αρχεία του ΑΜΘ και η διαθέσιμη βιβλιογραφία παρέχουν γραπτά στοιχεία και πολύτιμες πληροφορίες για τις εργασίες επεμβατικής συντήρησης στα γλυπτά της συλλογής του μουσείου που περιλαμβάνουν και την παραγωγή αντιγράφων. Ήδη, από τον πρώτο καιρό της λειτουργίας του μουσείου το 1953, φαίνεται πως η παραγωγή αντιγράφων λίθινων μνημείων αποτελούσε κοινή πρακτική, κυρίως για την αποκατάσταση αποσπασματικά σωζόμενων γλυπτών [8-12].

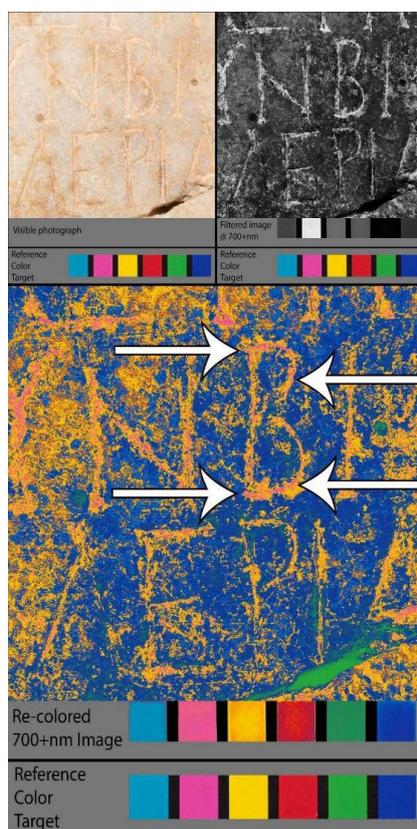
Το έτος 2013, και στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης της δημοσίευσης του συνόλου της συλλογής των γλυπτών του Αρχαιολογικού Μουσείου Θεσσαλονίκης, ξεκίνησε μια συστηματική διεπιστημονική ερευνητική μελέτη των λίθινων μνημείων του μουσείου [13]. Σε αυτή περιλαμβάνεται και η αξιολόγηση των διαθέσιμων (παραδοσιακών και πιο σύγχρονων) τεχνικών παραγωγής αντιγράφων αρχαίων μαρμάρινων γλυπτών. Συγκεκριμένα, η έρευνα στόχευε στη μελέτη, τεκμηρίωση και κατανόηση της συλλογής των γλυπτών του μουσείου και την διερεύνηση και αποτύπωση της κατάστασης διατήρησης τους. Σε δεύτερο χρόνο, τα αποτελέσματα της έρευνας θα χρησιμοποιούνταν, μεταξύ άλλων, στην αποτίμηση των επεμβατικών πρακτικών σε λίθινα μνημεία, στις οποίες εντάσσεται και η παραγωγή αντιγράφων των γλυπτών μνημείων καθώς το ΑΜΘ δέχεται συνεχώς αιτήματα από ιδιώτες και δημόσιους φορείς για την παραγωγή αντιγράφων αντικειμένων που ανήκουν στις συλλογές του και περιλαμβάνουν λίθινα μνημεία, κυρίως για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Από την πρώτη κιόλας προσεκτική και συστηματική μακροσκοπική παρατήρηση στα λίθινα μνημεία της συλλογής, διαπιστώθηκε ότι όλα φέρουν ορατά κατάλοιπα ζωγραφικής διακόσμησης, η διατήρηση της οποίας πρέπει να οφείλεται σε δύο καθοριστικούς παράγοντες: α) στις κατάλληλες ή μη ταφονομικές συνθήκες διατήρησης και β) στην έλλειψη συνεπούς εφαρμογής διεθνών προδιαγραφών προληπτικής και επεμβατικής συντήρησης, κατά την εποχή της έκθεσης των γλυπτών στο παλιό Αρχαιολογικό Μουσείο της πόλης (Γενί Τζαμί) το έτος 1953, αλλά και στο νέο Αρχαιολογικό Μουσείο το έτος 1962 [14].

Το γεγονός ότι τα ελληνικά και ρωμαϊκά μαρμάρινα γλυπτά ήταν πολύχρωμα, αποτελεί σπουδαίο θέμα έρευνας και συζήτησης μεταξύ των μελετητών της αρχαίας ελληνορωμαϊκής τέχνης, το οποίο ξεκίνησε στις αρχές του 19ου αιώνα και συνεχίζεται μέχρι σήμερα [15]. Η πολυχρωμία των αρχαίων γλυπτών είναι μία από τις όψεις της αρχαίας τέχνης που έχει κατανοηθεί λιγότερο, καθώς η φθορά και απώλεια του χρώματος από την επιφάνεια των

γλυπτών που σώζονται σήμερα, οδήγησε πολλούς από τους μελετητές να πιστεύουν ότι οι αρχαίοι καλλιτέχνες δεν ολοκλήρωναν τα γλυπτά τους με χρώματα [16]. Σήμερα, είναι γενικά αποδεκτό ότι τα περισσότερα - αν όχι όλα - ελληνορωμαϊκά μαρμάρινα γλυπτά και αρχιτεκτονικά μνημεία δέχονταν κάποια μορφή επιφανειακής επίστρωσης, η οποία συμπεριλάμβανε τη χρήση χρώματος, με σκοπό την τροποποίηση, βελτίωση και ενίσχυση της επιφάνειάς τους [17-18]. Αυτή η επιφανειακή κατεργασία, που αναγνωρίζεται πλέον ως αναπόσπαστο στάδιο της γλυπτικής τεχνικής και της τεχνολογίας κατασκευής, επιδρούσε στο συνολικό αισθητικό αποτέλεσμα και αντίκτυπο των αρχαίων γλυπτών και αρχιτεκτονικών μνημείων [19-20].

Η προσπάθειά του επιστημονικού προσωπικού του ΑΜΘ για την καλύτερη κατανόηση της συλλογής των γλυπτών του μουσείου και την διερεύνηση και αξιολόγηση της κατάστασης διατήρησής τους, κορυφώθηκε στο πλαίσιο της υλοποίησης της πρότασης χρηματοδότησης της δράσης «ΑΝΟΙΧΤΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΣΤΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟ» του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ)» του ΕΣΠΑ 2014 – 2020 με τίτλο «Η Θεσσαλονίκη της εποχής του Γαλέριου: αναβιώνοντας μια λαμπρή ιστορική περίοδο της πόλης, με οδηγούς τη διεπιστημονική έρευνα και τις τεχνολογίες αιχμής». Στα παραδοτέα αυτής της δράσης, περιλαμβάνεται και η δημιουργία και ανάπτυξη ειδικών αλγορίθμων οι οποίοι με τη βοήθεια πολυφασματικής φωτογράφισης ανακαλύπτουν περιοχές στην επιφάνεια των λίθινων μνημείων όπου η στατιστική πιθανότητα για ύπαρξη καταλοίπων χρωστικής είναι πολύ μεγάλη [21] (Εικόνα 1).



**Εικόνα 1:** Απεικόνιση επιγραφής με ίχνη κόκκινου χρώματος μετά από ειδική επεξεργασία μέσω αλγορίθμων. Πηγή @ ΑΜΘ.

Αυτή η μεθοδολογική προσέγγιση αποκάλυψε ίχνη χρώματος ή επιφανειακής κατεργασίας (που συμπεριλάμβανε τη χρήση χρώματος) σε όλα τα γλυπτά μνημεία της συλλογής του ΑΜΘ που διερευνήθηκαν μέχρι σήμερα. Το γεγονός αυτό μας έκανε περισσότερο σκεπτικούς στην εφαρμογή επεμβατικών πρακτικών στα λίθινα της συλλογής του μουσείου, καθώς πιστεύουμε πλέον ότι όλα φέρουν κάποιου είδους επιφανειακή κατεργασία, τα πιθανά ίχνη της οποίας κινδυνεύουν να χαθούν από τοπικές ή εκτεταμένες επεμβάσεις και λανθασμένους χειρισμούς.

## 2.2 Η μετάβαση από τις παραδοσιακές στις σύγχρονες τεχνικές παραγωγής αντιγράφων

Αν θεωρήσουμε πως η διερεύνηση που έγινε στο πλαίσιο της καλύτερης κατανόησης των συλλογών μας και αποκάλυψε ίχνη χρώματος στην πλειονότητα των γλυπτών του μουσείου μας έκανε σκεπτικούς για τη χρήση οποιασδήποτε επεμβατικής πρακτικής στα λίθινα μνημεία του ΑΜΘ, τότε η αφορμή για να ψάξουμε εναλλακτικές λύσεις για την κατασκευή αντιγράφων πέρα από τις παραδοσιακές μεθόδους, μας δόθηκε κατά τη διοργάνωση της περιοδικής έκθεσης του μουσείου με τίτλο **«Μεσογειακά παλίμψηστα: τρία αινίγματα φθοράς και αφθαρσίας»** που εντάχθηκε στην 4η Μπιενάλε Σύγχρονης Τέχνης Θεσσαλονίκης το έτος 2013. Στην έκθεση συμμετείχε το έργο του καλλιτέχνη Δημήτρη Ξόνογλου με τίτλο «Σταυρός» για το οποίο κατασκευάστηκε αντίγραφο του θωρακοφόρου ανδριάντα που αποδίδεται στον αυτοκράτορα Αδριανό με παραδοσιακές τεχνικές παραγωγής αντιγράφων, δηλαδή δια της χυτεύσεως γύψου σε εκμαγείο.

Η παραγωγή χυτών γύψινων εκμαγείων, δηλαδή πιστών ομοιωμάτων αντικειμένων, είναι μια τεχνική για την κατασκευή αντιγράφων αντικειμένων που χρησιμοποιείται ήδη από την αρχαιότητα και φτάνει μέχρι τις μέρες μας [22]. Σύμφωνα με τον Πλίνιο τον Πρεσβύτερο (Φυσική Ιστορία, Τόμος 35, Κεφάλαιο 44), η αντιγραφή των αγαλμάτων με τη λήψη εκμαγείων τους, είχε εφευρεθεί ήδη κατά την κλασική περίοδο από τον Λυσίστρατο από τη Σικυώνα, ο οποίος ήταν αδελφός του διάσημου γλύπτη Λύσιππου και δραστηριοποιήθηκε τον 4ο αιώνα π.Χ. [23].

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες της γύψου την καθιστούν ιδιαίτερα κατάλληλη για την αντιγραφή τρισδιάστατων έργων τέχνης με μεγάλη ακρίβεια αφού είναι εύχρηστη σαν υλικό όταν είναι υγρή και υδαρής, ρέει εύκολα σε όλες τις γωνίες όταν χυτεύεται σε καλούπι και τέλος σκληραίνει γρήγορα αλλά με ελεγχόμενο ρυθμό [22]. Επιπλέον, το πρωτογενές υλικό (δηλαδή η ορυκτή γύψος -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ήταν εύκολα διαθέσιμο ανά τους αιώνες και συνάμα φθινό στη χρήση του [24]. Αυτό υπονοείται σε αρχαία κείμενα σχετικά με τις πηγές της γύψου και μπορεί να συναχθεί από τις μεγάλες ποσότητες του υλικού που χρησιμοποιούνταν, για παράδειγμα, ως σοβάς τοίχων στην αρχαία Αίγυπτο αλλά και για διακοσμήσεις τύπου Stucco στην ελληνική και ρωμαϊκή περίοδο [25].

Η πλειονότητα των χυτών γύψινων αντιγράφων από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα παράγεται με τη μέθοδο - τεχνική του «σπαστού καλουπιού» (piece mold), ενώ άλλες μέθοδοι που έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης, είναι η μέθοδος του «θυσιαζόμενου καλουπιού» (waste mold), του «καλουπιού ζελατίνης» (gelatin mold) και του «κέρινου καλουπιού» (wax mold) [26]. Κατά την πιο δημοφιλή και καθιερωμένη μέθοδο κατασκευής χυτών γύψινων αντιγράφων από αρχαία γλυπτικά μέλη, δηλαδή την τεχνική του «σπαστού καλουπιού» (piece mold), το καλούπι δημιουργείται από διάφορα κομμάτια γύψου τα οποία παίρνουν το αποτύπωμα της επιφάνειας του αντικειμένου που πρόκειται να αναπαραχθεί. Τα κομμάτια αυτά τοποθετούνται δίπλα - δίπλα, προσαρμόζονται προσεκτικά μεταξύ τους ώστε να ταιριάζουν τέλεια με τα διπλανά τους τμήματα και σχηματίζουν το πλήρες καλούπι στο οποίο χυτεύεται η γύψος σε υδατικό διάλυμα. Τέλος, τα κομμάτια συγκρατούνται μεταξύ τους και στην τελική θέση τους με ξεχωριστό περιβλήμα από γύψο (σάρπα).

Ένα στάδιο αυτής της μεθόδου - τεχνικής που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από τη σκοπιά της επιστήμης της συντήρησης αρχαιοτήτων και έργων τέχνης, είναι η υποχρεωτική εφαρμογή ενός διαχωριστικού μέσου στην επιφάνεια του αντικειμένου που πρόκειται να αναπαραχθεί [27]. Η χρήση του διαχωριστικού μέσου στο αντικείμενο είναι εξαιρετικά σημαντική καθώς διασφαλίζει την επιτυχία της διαδικασίας εκμάγευσης αφού βοηθά τα κομμάτια του σπαστού καλουπιού να αποκολλώνται εύκολα από το αυθεντικό αντικείμενο μετά την κατασκευή τους, μειώνοντας αισθητά τον κίνδυνο να παρασύρουν μέρος αυθεντικού υλικού κατά την απομάκρυνσή τους. Υλικά τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα

(και χρησιμοποιούνται ακόμα) ως διαχωριστικά μέσα με τη μορφή επίστρωσης στην επιφάνεια του αυθεντικού αντικειμένου περιλαμβάνουν: ζωικό λίπος (λαρδί), έλαια (λάδι ελιάς), σάπωνες (πράσινο σαπούνι ελαιόλαδου), σελάκη (γομαλάκα), στεαρίνη (στεατικό οξύ), βαζελίνη (γέλη πετρελαίου), κερι (παραφίνης και μικροκρυσταλλικό), τεχνητά πολυμερή (πολυβινυλική αλκοόλη) [28]. Η εφαρμογή αυτών των διαχωριστικών υλικών (μέσων) αποτελεί κατά κάποιον τρόπο ένα οξύμωρο, αφού, ενώ χρησιμοποιούνται για τη μόνωση της αυθεντικής επιφάνειας του γλυπτού μνημείου ώστε να αποφευχθεί όσο το δυνατό η πρόκληση περαιτέρω φθοράς στο αντικείμενο, αυτά καθαυτά τα διαχωριστικά μέσα μπορεί να προκαλέσουν φθορά. Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή τους πρέπει να συνοδεύεται από την άμεση απομάκρυνσή τους μετά το πέρας της εκμάγευσης, καθώς αν παραμείνουν στην επιφάνεια του αντικειμένου αφήνουν λιπαρές κηλίδες και απορροφώνται και εισχωρούν στους πόρους του μνημείου από όπου και απομακρύνονται πολύ δύσκολα [29-30]. Η απομάκρυνση τους γίνεται συνδυαστικά με μηχανικό και χημικό καθαρισμό (συνήθως τρίψιμο με πινέλα εμποτισμένα με διαλύματα – υγρά σαπουνία και οργανικούς διαλύτες), πρακτική που μπορεί να απομακρύνει ίχνη αρχαίας επιφανειακής κατεργασίας που ίσως να διασώζονται (και η οποία περιλαμβάνει κατάλοιπα χρώματος) [31].

Επίσης, για την κατασκευή χυτών γύψινων αντιγράφων, τα γλυπτά μνημεία μεταφέρονται από την αρχική τους θέση (π.χ. έκθεσιακός χώρος, αποθήκες αρχαιοτήτων), αποσπώνται από τις βάσεις στήριξής τους, περιστρέφονται στους άξονές τους και δέχονται μηχανικές καταπονήσεις, λόγω τάσεων που οφείλονται στους χειρισμούς κατά την μετακίνηση όπως είναι η περιόδισή τους με ιμάντες, η μετακίνησή τους και η περιστροφή τους. Όλα αυτά αποτελούν δυνητικούς παράγοντες φθοράς, ειδικά σε γλυπτά λίθινα μνημεία που έχουν υποστεί επεμβατικές εργασίες συντήρησης που περιλαμβάνουν συγκολλήσεις σπασμένων κομματιών και συμπληρώσεις.

Η εμπειρία της κατασκευής του χυτού γύψινου αντιγράφου του θωρακοφόρου ανδριάντα του Αρχαιολογικού Μουσείου Θεσσαλονίκης το έτος 2013, σε συνδυασμό με τη συστηματική μελέτη των λίθινων μνημείων του μουσείου και τα αποτελέσματά της, κατέδειξε τις αδυναμίες που σχετίζονται με την εφαρμογή παραδοσιακών μεθόδων εκμάγευσης στις συλλογές του μουσείου. Καθώς το Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης δέχεται διαρκώς αιτήματα από ιδιώτες αλλά και δημόσιους φορείς για την κατασκευή αντιγράφων μνημείων που ανήκουν στις συλλογές του, αυτή η εμπειρία με το αντίγραφο του θωρακοφόρου μας οδήγησε να ξεκινήσουμε μια συζήτηση γύρω από τα αντίγραφα υπό το πρίσμα των σύγχρονων τεχνολογικών εξελίξεων.

Αυτή η συζήτηση εστιάζει στις ψηφιακές αναπαραγωγές όπως είναι η φωτογραμμετρία, η τριδιάστατη σάρωση και η τριδιάστατη εκτύπωση και τα νέα υλικά που χρησιμοποιούνται σε αυτές και μας οδήγησε στο να επικαιροποιήσουμε τη στρατηγική και τις πολιτικές του μουσείου, πατώντας στα βήματα άλλων μουσείων, ώστε να συμβαδίσουμε με τις σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες για την τεκμηρίωση και την αναπαραγωγή αρχαιοτήτων και έργων τέχνης [32].

Μια τεχνολογική εξέλιξη που σχετίζεται με την κατασκευή αντιγράφων αρχαίων γλυπτών μνημείων είναι η χρήση εργαλειομηχανών στέρεο-παντογράφων (CNC - Computer numerical control cutter) [33]. Πρόκειται λοιπόν για την αυτόματη μηχανική αντιγραφή, όχι δια της χυτεύσεως κονιάματος σε εκμαγείο, αλλά δια της λαξεύσεως και αφαιρέσεως της ύλης, δηλαδή την γλυπτική απόδοση σε υλικό παρόμοιο με το πρωτότυπο υλικό κατασκευής του αυθεντικού λίθινου μνημείου. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στον τομέα της διοίκησης πολιτιστικής κληρονομιάς το έτος 2000 για την κατασκευή αντιγράφων από δύο διαβρωμένες ανάγλυφες στήλες στο Garden Temple of Ince Blundell Hall, στην κομητεία Merseyside της βορειοδυτικής Αγγλίας [34] (Εικόνα 2).



**Εικόνα 2:** Κατασκευή αντιγράφου με αυτόματη μηχανική αντιγραφή διαβρωμένης ανάγλυφης στήλης στο Garden Temple of Ince Blundell Hall, στην κομητεία Merseyside της βορειοδυτικής Αγγλίας. Πηγή @ Stephen Fowles, 2000.

Άλλο σπουδαίο παράδειγμα της εφαρμογής της αυτόματης μηχανικής αντιγραφής για την αναπαραγωγή αρχαιοτήτων αποτελεί η αντιγραφή του κολοσσιαίου πορτραίτου ύψους 3 μέτρων του αυτοκράτορα Κωνσταντίνου στα Μουσεία Καπιτωλίου στη Ρώμη. Λόγω της ευθραυστότητας των μαρμάρινων επιφανειών του μνημείου, αποφεύχθηκε η παραδοσιακή τεχνική χύτευσης κονιάματος σε σπαστό καλούπι και χρησιμοποιήθηκαν εργαλειομηχανές στέρεο-παντογράφων για να σκαφτεί η κεφαλή σε 520 ώρες σε ένα τεράστιο μπλοκ λευκού μαρμάρου τύπου Carrara βάρους 25 τόνων [35] (Εικόνα 3).



**Εικόνα 3:** Το αντίγραφο του κολοσσιαίου πορτραίτου ύψους 3 μέτρων του αυτοκράτορα Κωνσταντίνου στην έκθεση με τίτλο "Emperor Constantine's Dream" στην De Nieuwe Kerk στο Άμστερνταμ το έτος 2016. Πηγή @ Amsterdam's Nieuwe Kerk 2016.

Η πρώτη εφαρμογή της τεχνικής της αυτόματης μηχανικής αντιγραφής στο Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης έγινε το έτος 2017 για την κατασκευή αντιγράφου του μαρμάρινου, ενεπίγραφου και αναθηματικού ανάγλυφου με αριθμό καταγραφής ΜΘ 888 του ΑΜΘ, κατόπιν αιτήματος ιδιώτη με σκοπό την έκθεσή του στο μουσείο του ιδρύματος Real Maestranza de Caballería de Ronda, στη Ρόντα της Ισπανίας (Εικόνα 4). Το μνημείο ΜΘ 888 είναι ένα ενεπίγραφο αναθηματικό ανάγλυφο στον ήρωα Ίππαλκμο, το οποίο χρονολογείται στο 200-150 π.Χ. και φέρει παράσταση έφιππου άνδρα που επιτίθεται εναντίον ταύρου. Αν και διατηρείται σε σχετικά καλή κατάσταση, φέρει ρωγμές στην επιφάνεια του, μικρά σπασίματα και απολεπίσεις σε διάφορα σημεία της πλαισίωσης και αρκετά διαβρωμένα επιφάνεια. Για αυτούς τους λόγους, αποφασίστηκε η αντιγραφή του να γίνει με την τεχνική της αυτόματης μηχανικής αντιγραφής.



**Εικόνα 4:** Το μαρμάρينو, ενεπίγραφο, αναθηματικό ανάγλυφο με αριθμό καταγραφής ΜΘ 888 του ΑΜΘ. Πηγή @ ΑΜΘ.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την κατασκευή του αντιγράφου είναι:

1. Τριδιάστατη σάρωση του μνημείου χωρίς επαφή. Το ΑΜΘ διαθέτει δύο τριδιάστατους σαρωτές: α) έναν σαρωτή τεχνολογίας δέσμης δομημένου φωτός της εταιρείας Scan in a box™ και β) έναν σαρωτή τεχνολογίας laser της εταιρείας Einscan™. Για τη σάρωση των γλυπτών μνημείων της συλλογής του ΑΜΘ χρησιμοποιείται ο τριδιάστατος σαρωτής τεχνολογίας laser επειδή μπορεί να επιτύχει τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια αποτύπωσης της τοπογραφίας της επιφάνειας του αντικειμένου και είναι πιο εύχρηστος καθώς είναι χειροκίνητος και δεν απαιτεί για τη λειτουργία του σε σταθερή βάση όπως ο άλλος σαρωτής που χρησιμοποιεί δέσμη δομημένου φωτός [36].
2. Επεξεργασία του ψηφιακού μοντέλου που προέκυψε από τη τριδιάστατη σάρωση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, από όπου λήφθηκε τύπος αρχείου (.STL) που είναι κατάλληλος για την παραγωγή του αντιγράφου με CNC cutter.
3. Παραμετροποίηση του αρχείου .STL σε λογισμικό τύπου CAD/ CAM ώστε να είναι συμβατό με το λογισμικό της εργαλειομηχανής στέρεο-παντογράφου (CNC - Computer numerical control cutter) που θα χρησιμοποιηθεί για την σμίλευση του μαρμάρου και την κατασκευή του αντιγράφου.
4. Έναρξη της σμίλευσης με εκτέλεση του λογισμικού και κατασκευή του αντιγράφου σε λευκό μάρμαρο τύπου Κοζάνης. Για την επίτευξη του τελικού αποτελέσματος χρειάστηκαν 8 ώρες συνεχούς λειτουργίας του στέρεο-παντογράφου (Εικόνα 5). Στη συνέχεια έγινε τεχνική επιφανειακή κατεργασία παλαιώσης ώστε το αντίγραφο να ομοιάζει στο αυθεντικό.



**Εικόνα 5:** Το μαρμάρينو αντίγραφο του ανάγλυφου με αριθμό καταγραφής ΜΘ 888 του ΑΜΘ. Πηγή @ ΑΜΘ.

Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου λογίζονται: α) η ελάχιστη επαφή με το αυθεντικό αντικείμενο, β) η ελάχιστη μεταχείρισή του, γ) η αποφυγή χρήσης οποιουδήποτε υλικού στην επιφάνεια του αντικειμένου, δ) η λεπτομερής αποτύπωση της επιφάνειας που είναι ίδιας ποιότητας με αυτήν που επιτυγχάνεται με παραδοσιακά υλικά αντιγραφής όπως είναι η γύψος και το λάστιχο σιλικόνης, ε) η απουσία αναγκαιότητας φύλαξης ή απόρριψης των κομματιών του σπαστού καλουπιού, στ) η ευκολία μεταφοράς και ανταλλαγής των ψηφιακών αρχείων .STL για τη δημιουργία νέων φυσικών αντιγράφων, ζ) η αποφυγή χρήσης παλαιών εκμαγείων (αν υπάρχουν) τα οποία συχνά χρίζουν επισκευής διότι παραμορφώνονται λόγω της γήρανσης τους με τα χρόνια (π.χ. λάστιχο σιλικόνης) ή φέρουν ρωγμές και θραύσεις (π.χ. γύψος), και η) η συμμόρφωση με την τροποποίηση του άρθρου 2 του ν. 3028/2002 (Α' 153) το έτος 2016, σύμφωνα με την οποία « Ως αντίγραφο νοείται οποιαδήποτε άλλη αναπαράσταση του πρωτότυπου εκτός από τα ακριβή αντίγραφα. Το αντίγραφο αυτό απαγορεύεται να φέρει τη σφραγίδα του Τ.Α.Π., πρέπει να έχει διαφορετικές από το πρωτότυπο διαστάσεις ή χρώμα, να μην αποδίδει αυστηρά τις λεπτομέρειες ούτε τις φθορές ή να φέρει ακόμα και συμπληρώσεις». Η επεξεργασία των ψηφιακών μοντέλων που λαμβάνονται από την τριδιάστατη σάρωση, μπορεί να πετύχει ακριβώς αυτό: να μειωθούν επιλεκτικά κατά τι οι διαστάσεις ενός αντιγράφου στους τρεις άξονες x, y, z, πράγμα που είναι αδύνατον να επιτευχθεί με τις παραδοσιακές μεθόδους εκμάγευσης. Τέλος, θα πρέπει σε αυτό το σημείο να γίνει μια αναφορά στο κόστος ευκαιρίας που σχετίζεται με τη μέθοδο, δηλαδή στο «κόστος» που προκύπτει από την θυσία ή απόρριψη των παραδοσιακών μεθόδων κατασκευής αντιγράφων και στην εφαρμογή της τεχνικής της αυτόματης μηχανικής αντιγραφής. Ενώ η τελευταία μέθοδος είναι ακόμα ιδιαίτερα δαπανηρή και ακριβή στην εφαρμογή της, αξίζει κανείς να επενδύσει σε αυτήν καθώς τα οφέλη από την εφαρμογή της φαίνεται να είναι ιδιαίτερης βαρύτητας σε σχέση με την εφαρμογή των παραδοσιακών μεθόδων εκμάγευσης.

Άλλα παραδείγματα εφαρμογής της αυτόματης αυτόματης μηχανικής αντιγραφής στο ΑΜΘ περιλαμβάνουν τα αντικείμενα με αριθμούς καταγραφής: ΜΘ 1255: Μαρμάρινο ακέφαλο άγαλμα στον τύπο της Μεγάλης Ηρακλειώτισσας (2ος αι. μ.Χ.), ΜΘ 6976: Μαρμάρινος ταφικός βωμός με ανάγλυφη παράσταση γυναικείας μορφής στον τύπο της Ίσιδας Πελαγίας (2ος/3ος αι. μ.Χ.), ΜΘ 6978: Μαρμάρινος ταφικός ενεπίγραφος βωμός ιερέα, ΜΘ 6973: Μαρμάρινος ενεπίγραφος ταφικός βωμός με ανάγλυφη παράσταση ήρωα-ιππέα (τελευταίο τέταρτο 2ου αι. μ.Χ.), ΜΘ 6975: Μαρμάρινος ταφικός βωμός με ανάγλυφη παράσταση οπλίτη (3ος αι. μ.Χ.) (Εικόνα 6) και ΜΘ 1232: Μαρμάρινη κεφαλή αγάλματος της θεάς Τύχης (Αρχές 2ου αι. μ.Χ.) (Εικόνα 7).



**Εικόνα 6:** Τα μαρμάρινα αντίγραφα των μνημείων με αριθμούς καταγραφής ΜΘ 1255, ΜΘ 6976, ΜΘ 6978, ΜΘ 6973, ΜΘ 6975 και ΜΘ 1232. Πηγή @ ΑΜΘ.



**Εικόνα 7:** Το μαρμάρινο αντίγραφο της κεφαλής με αριθμό καταγραφής ΜΘ 1232. Πηγή @ ΑΜΘ.

Επίσης, έχει προγραμματιστεί η αντιγραφή μαρμάρινου λέοντα με αριθμό καταγραφής ΜΘ 7639 για λογαριασμό του Δήμου Βόλβης, δύο αγαλμάτων του Ασκληπιού με αριθμό καταγραφής ΜΘ 947 και ΜΘ 1165, μιας μαρμάρινης κεφαλής του Ασκληπιού με αριθμό καταγραφής ΜΘ 1018 και ενός γυναικείου αγάλματος με αριθμό καταγραφής ΜΘ 224 για λογαριασμό του Αρχαιολογικού Μουσείου Κιλκίς. Τέλος, στο πλαίσιο της υλοποίησης της πρότασης χρηματοδότησης της δράσης «ΑΝΟΙΧΤΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΣΤΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟ» του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ)» του ΕΣΠΑ 2014 – 2020 με τίτλο «Η Θεσσαλονίκη της εποχής του Γαλέριου: αναβιώνοντας μια λαμπρή ιστορική περίοδο της πόλης, με οδηγούς τη διεπιστημονική έρευνα και τις τεχνολογίες αιχμής», προγραμματίζεται η κατασκευή μιας σειράς αντιγράφων από λίθινα μνημεία που συμμετέχουν στο έργο για εκπαιδευτικούς σκοπούς (π.χ. εκπαιδευτικά προγράμματα και παιχνίδια – παζλ) και περιλαμβάνουν μαρμαροθετήματα, μαρμάρινα κιονόκρανα και μαρμάρινο τόξο.

### 3. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Από την εποχή της κατασκευής του αντιγράφου του ανάγλυφου του Ίππαλκμου μέχρι και σήμερα, όλα τα αιτήματα για παραγωγή αντιγράφων που ανήκουν στις Συλλογές Λίθινων, Τοιχογραφιών και Ψηφιδωτών του ΑΜΘ αλλά και στις συλλογές Κεραμικής, Μεταλλοτεχνίας και Μικροτεχνίας, εξυπηρετούνται με τις σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην τεκμηρίωση και την αναπαραγωγή αρχαιοτήτων και έργων τέχνης και περιλαμβάνουν την τριδιάστατη σάρωση, την αυτόματη μηχανική αντιγραφή και την τριδιάστατη εκτύπωση. Η μετάβαση από τις παραδοσιακές τεχνικές εκμάγευσης στις σύγχρονες τεχνικές αντιγραφής στο Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης δεν έγινε χωρίς σχεδιασμό και προγραμματισμό. Αντίθετα, ξεκίνησε από τη συστηματική προσπάθειά μας να κατανοήσουμε καλύτερα τα αρχαία λίθινα μνημεία που αποτελούν τις συλλογές του μουσείου, να αποτυπώσουμε και να τεκμηριώσουμε την κατάσταση διατήρησής τους, και να χρησιμοποιήσουμε αυτή τη γνώση ώστε να εφαρμόσουμε πρακτικές (που περιλαμβάνουν και τις τεχνικές κατασκευής αντιγράφων), οι οποίες σύμφωνα με τον Κώδικα Δεοντολογίας του ICOM για τα Μουσεία (ICOM, 2009) θα συμβάλλουν στη καλύτερη διοίκηση της φυσικής και πολιτιστικής μας κληρονομιάς και θα διαφυλάξουν τις συλλογές μας προς όφελος της κοινωνίας και της ανάπτυξής της.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Β. Μανιδάκη, Η αντικατάσταση των γλυπτικών αρχιτεκτονικών μελών στα μνημεία της Ακρόπολης. Εκμαγεία, αντίγραφα και αυθεντικά μέλη, Πρακτικά Ημερίδας «Τεχνικές Αναστήλωσης, υλικά και προβλήματα εφαρμογής», 2010, Θεσσαλονίκη
- [2] N.S. Price, M.K. Talley and A.M. Vaccaro, Historical and Philosophical issues in the Conservation of Cultural Heritage, 1996, Los Angeles, CA: Getty Conservation Institute
- [3] J. Sandahl, The museum definition as the backbone of ICOM, Museum International, 2019, 71(1-2), vi-9
- [4] Γ. Κορρές, Οικονομία του Πολιτισμού, Τόμος Α', Οικονομική Διαχείριση, 2002, ΕΑΠ, Πάτρα
- [5] G. Despinis, Th. Stefanidou-Tiveriou and E. Voutiras, Catalogue of Sculptures in the Archaeological Museum of Thessaloniki I, 1997, Thessaloniki: National Bank Cultural Foundation
- [6] G. Despinis, Th. Stefanidou-Tiveriou and E. Voutiras, Catalogue of Sculptures in the Archaeological Museum of Thessaloniki II, 2003, Thessaloniki: National Bank Cultural Foundation
- [7] G. Despinis, Th. Stefanidou-Tiveriou and E. Voutiras, Catalogue of Sculptures in the Archaeological Museum of Thessaloniki II, 2010, Thessaloniki: National Bank Cultural Foundation
- [8] Bulletin de correspondance hellénique, 1954, Volume 78, p. 137
- [9] Αρχαιολογικόν Δελτίον 1963, Τόμος 18, Μέρος Β'2. σελ. 193
- [10] Αρχαιολογικόν Δελτίον 1965, Τόμος 20, Μέρος Β'2. σελ. 412
- [11] Αρχαιολογικόν Δελτίον 1969, Τόμος 24, Μέρος Β'2. σελ. 291
- [12] Γ. Δεσπίνης, Η επανέκθεσις των γλυπτών εις το Μουσείον Θεσσαλονίκης, ΑΑΑ, Τόμος 2, 1969, σελ. 175. Μακεδονικά 1969, Τόμος 9, Αρχαιολογικά Χρονικά, σελ. 136 (πιν.17-18)
- [13] G. Despinis and Th. Stefanidou-Tiveriou, Catalogue of Sculptures in the Archaeological Museum of Thessaloniki IV, 2020, Thessaloniki: National Bank Cultural Foundation
- [14] Π. Αδάμ-Βελένη, Κ. Τζαναβάρη, Χ. Κατσίφας, Δ. Καρολίδης και Ο. Κουράκης, Πιλοτική μελέτη ταυτοποίησης χρωστικών σε γλυπτά της Συλλογής του Αρχαιολογικού Μουσείου Θεσσαλονίκης, Αρχαιολογικό Έργο στη Μακεδονία και Θράκη, 28, 2014, Θεσσαλονίκη
- [15] V. Brinkmann, The Polychromy of Ancient Greek Sculpture, In eds. R. Panzanelli, E. D. Schmidt, and K. Laratin: The Colour of Life: Polychromy in Sculpture from Antiquity to the Present. 18–39. 2008, Malibu, CA, Getty Publications
- [16] M. Bradley, The importance of colour on ancient marble sculpture, Art history, 2009, 32(3), 427-457
- [17] B.S. Ridgway, Prayers in Stone: Greek Architectural Sculpture (c. 600-100 BCE), 1999, Vol. 63, California, University of California Press
- [18] J.S. Østergaard, V. Brinkmann, O. Primavesi and M. Hollein, The Polychromy of Antique Sculpture: A Challenge to Western Ideals, In Circumlitio: The Polychromy of Antique and Mediaeval Sculpture, 2010, 78-107
- [19] B. Bourgeois and P. Jockey, The polychromy of hellenistic marble sculpture in delos". In Circumlitio. The Polychromy of Antique and Medieval Sculpture, 2010, 224-239

- [20] C. Blume, The role of stone in the polychrome treatment of Hellenistic sculpture". In *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone, Proceedings of the IX Association for the Study of Marbles and Other Stones in Antiquity (ASMOSIA) conference (Tarragona 2009)*, 2012, 754-762
- [21] O. Kourakis, D. Karolidis, E. Dotsika and D. Tzetzis, The use of sequential spectral filtering in digital multispectral imaging for identifying pigments on ancient sculpture, *CAA 2021, International Conference - Digital Crossroads. 14-18 June, 2021, Limassol, Cyprus*
- [22] R. Frederiksen, Plaster Casts in Antiquity, In *Plaster Casts: Making, Collecting and Displaying from Classical Antiquity to the Present*, 11 – 34, 2010, New York: De Gruyter
- [23] E. Eichholz, *Pliny's Natural History, Vol. IX: Books XXXIII–XXXV, With an English translation by H. Rackham, Loeb Classical Library, 1954, London Heinemann, 1952*
- [24] W. Kemp, *The Practical Plasterer, a compendium of plain and ornamental plasterwork, 1912, London: Crosby Lockwood and Son*
- [25] T. Turco, *Il Gesso. Lavorazione, Trasformazione, Impieghi. 2nd ed., 2008, Milano, Editore Ulrico Hoepli*
- [26] V. Risdonne, C. Hubbard, V.H. López Borges and C. Theodorakopoulos, Materials and Techniques for the Coating of Nineteenth-century Plaster Casts: A Review of Historical Sources, *Studies in Conservation*, 2021, 1-23
- [27] F. Frederick, *Plaster Casts and How they are Made, 1899, New York, Comstock*
- [28] L. de Jonge, *The Art of Doing: Plaster Techniques, 1985, Amsterdam: Van Dobbenburgh*
- [29] S. Koob, Obsolete fill materials found on ceramics, *Journal of the American Institute for Conservation*, 1998, 37(1), 49-67
- [30] J.P. Maish, Silicone rubber staining of terracotta surfaces, *Studies in conservation*, 1994, 39(4), 250-256
- [31] R. Dooijes, Keeping Alive the History of Restoration: Nineteenth Century Repairs on Greek Ceramics from the National Museum of Antiquities in Leiden. In *Glass and Ceramics Conservation*, 2007, 103-11
- [32] E.M. Payne, 3D imaging of the Parthenon sculptures: an assessment of the archaeological value of nineteenth-century plaster casts, *Antiquity*, 2019, 93(372), 1625-1642
- [33] V.A. Parfenov, Use of 3D laser scanning for digital reconstruction and physical replication of sculptural monuments, In *Proceedings SPIE 11058, Optics for Arts, Architecture, and Archaeology VII*, 2019, 110580K doi: 10.1117/12.2526163
- [34] P.S. Fowles, The Garden Temple at Ince Blundell: a case study in the recording and non-contact replication of decayed sculpture, *Journal of Cultural Heritage*, 2000, 1, 89-91
- [35] Das Konstantin Projekt, Ingenieurburo fur 3D – Vermessung & Softwareentwicklung, <https://www.arctron.de/references/2006-en/emperor-constantine/> (τελευταία πρόσβαση 11/04/2024)
- [36] N. Papas, K. Tsongas, D. Karolidis and D. Tzetzis, A comparison of laser and structured light scanning technologies for archaeological applications, *ModTech2021 International Conference - Modern Technologies in Industrial Engineering. June 23-26, 2021, Eforie Nord, Romania*
- [37] ICOM, *Code of ethics for museums, 2009 Paris: ICOM*

[38] Φ. Μαλλούχου-Tufano, Αναστηλώνοντας το Ερέχθειο. Περιρρέουσα ατμόσφαιρα και συνθήκες, προβληματισμοί, συζητήσεις, αποφάσεις, κριτική” στο Α. Παπανικολάου, Η αποκατάσταση του Ερεχθείου (1979-1987). Η απόδοση του έργου, (επιμ. Φ.Μαλλούχου - Tufano, Χ. Μπούρας), τομ. Ι-ΙΙ, 2012 ΕΣΜΑ/ΥΣΜΑ: Αθήνα 2012, σελ. 17-60