

ACAWA-GR Conference Proceedings

Τόμ. 1, Αρ. 1 (2024)

Συντηρητές σε Ψηφιακό Περιβάλλον



ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΤΩΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ
& ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΩΝ/ΗΜΕΡΙΔΩΝ

Συντηρητές
σε **Ψηφιακό**
Περιβάλλον

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ
ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ
ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΔΙΑΦΥΛΑΞΗ
ΑΞΙΕΣ
ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑ
ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ
ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ

14.5.2021
15.5.2021

Συντηρητές σε Ψηφιακό Περιβάλλον

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

ΔΙΑΦΥΛΑΞΗ

ΑΞΙΕΣ

ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑ

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ
ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ

14.9.2021
19.9.2021

Disclaimer - Δήλωση Αποποίησης Ευθύνης

Ο παρών τόμος πρακτικών περιλαμβάνει άρθρα και εκτεταμένες περιλήψεις που προέρχονται από ομιλίες και αναρτήσεις (posters) που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια της Διημερίδας με τίτλο "Συντηρητές σε Ψηφιακό Περιβάλλον" ,η οποία διοργανώθηκε από τον Σύλλογο Συντηρητών Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης (ΣΣΑΕΠΤΕ) και διεξήχθη διαδικτυακά τον Μάιο του 2021.

Το υλικό της έκδοσης περιλαμβάνει διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών για τη διαχείριση, καταγραφή, αποτύπωση, οπτικοποίηση και ανάλυση της πληροφορίας στη συντήρηση και αποκατάσταση, καθώς και την ανάδειξη της υλικής Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Σημειώνεται ότι το υλικό που παρουσιάζεται συλλέχθηκε το καλοκαίρι του 2021, μετά το πέρας της Διημερίδας, και ως εκ τούτου αντικατοπτρίζει τις εξελίξεις και την επικρατούσα κατάσταση των διαφορετικών τομέων ή περιπτώσεων εκείνη την χρονική περίοδο.

Η έκδοση έχει δημιουργηθεί από την σχετική ομάδα έκδοσης του ΣΣΑΕΠΤΕ. Η ομάδα έκδοσης και ο ΣΣΑΕΠΤΕ δεν φέρουν καμία ευθύνη για τυχόν λάθη ή παραλείψεις στο περιεχόμενο των άρθρων και των εκτεταμένων περιλήψεων. Η ευθύνη για την ακρίβεια, την πληρότητα και τη νομιμότητα του περιεχομένου βαρύνει αποκλειστικά τους συγγραφείς.

Η παρούσα έκδοση είναι ανοιχτής πρόσβασης (open-access).

Το πλαίσιο άδειας χρήσης της παρούσας έκδοσης είναι τα "Creative Commons Attribution-Non-Commercial-NoDerivatives 4.0 International License" (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)



Εκδόθηκε τον Ιούλιο του 2024

ISSN: 2945-1701

ISBN: 978-618-86894-1-1

Πρόλογος

Σήμερα περισσότερο από ποτέ, η τεκμηρίωση, διαχείριση και επανάχρηση της πληροφορίας ωφελούνται σημαντικά από τη χρήση ψηφιακού εξοπλισμού, εφαρμογών βάσεων γνώσης και εφαρμογών ψηφιακής σχεδίασης και απεικόνισης. Στο πλαίσιο αυτό, οι ψηφιακές τεχνολογίες διευκολύνουν την εργασία του συντηρητή, δίνοντας νέες δυνατότητες για την υποστήριξη και ανάδειξη των διαδικασιών συντήρησης και αποκατάστασης της Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

Έχοντας επίγνωση των εξελίξεων και λειτουργώντας ως αρωγός στην ενημέρωση επαγγελματιών του χώρου γύρω από τρέχοντα ζητήματα, ο Σύλλογος Συντηρητών Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης διοργάνωσε τον Μάιο του 2021 Διημερίδα με θέμα τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών και την προσαρμογή τους στις απαιτήσεις της Συντήρησης.

Η Διημερίδα οργανώθηκε σε τρεις βασικές θεματικές ενότητες:

1. Οργάνωση και διαχείριση πληροφορίας στη συντήρηση

Περιλαμβάνει θέματα σχετικά με την ορολογία στη συντήρηση, χρήση μοντέλων μεταδεδομένων και τεχνολογιών σημασιολογικού ιστού, αξιοποίηση πληροφοριακών συστημάτων/βάσεων δεδομένων, ζητήματα διαμοιρασμού-αναζήτησης και ανάκτησης πληροφορίας της συντήρησης.

2. Καταγραφή, αποτύπωση, οπτικοποίηση και ανάλυση της πληροφορίας στη συντήρηση

Περιλαμβάνει την αξιοποίηση των τεχνολογιών που περιλαμβάνουν συστήματα αισθητήρων/μετρήσεων περιβαλλοντικών συνθηκών συλλογών ή μνημείων, των νέων τεχνολογιών στον χαρακτηρισμό των υλικών ή/και της κατάστασης διατήρησης, την οπτικοποίηση και διαχείριση της πληροφορίας κατά την γραφική τεκμηρίωση της τεχνολογίας κατασκευής ή/και κατάστασης διατήρησης αντικειμένων και μνημείων (2D-3D graphics) μέσω γραφικού περιβάλλοντος και εργαλείων επισημείωσης (annotation tools).

3. Αποκατάσταση και ανάδειξη αντικειμένων και μνημείων

Αφορά στην ψηφιακή αισθητική αποκατάσταση/συμπλήρωση αντικειμένων και μνημείων (σε εικονικό περιβάλλον), την αξιοποίηση του ψηφιακού σχεδιασμού για την αποκατάσταση των φυσικών αντικειμένων με χρήση εκτυπωτών 3D καθώς και την ευρύτερη παρουσίαση πληροφορίας συντήρησης με ψηφιακά μέσα ως μέσο καταγραφής ή για την ανάδειξή της στο κοινό.

Με το πέρας της Διημερίδας η Ομάδα Έκδοσης του ΣΣΑΕΤΤΕ προσκάλεσε τους ομιλητές και τους συμμετέχοντες με αναρτήσεις, να παρουσιάσουν γραπτώς το έργο τους. Ως εκ τούτου, στον παρόντα τόμο παρουσιάζονται έντεκα (11) άρθρα που αντιστοιχούν σε ομιλίες και επτά (7) εκτεταμένες περιλήψεις που αντιστοιχούν σε αναρτήσεις της Διημερίδας.

Τα άρθρα έχουν οργανωθεί σε τρεις ενότητες, όπως παρουσιάστηκαν και στην Διημερίδα, ενώ οι εκτεταμένες περιλήψεις συγκεντρώνονται σε μια ξεχωριστή ενότητα στο τέλος του τόμου.

Οργανωτική Επιτροπή

Αθανάσιος Βέλιος

Συντηρητής Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, FIIC, Ph.D Computers in Conservation, Μέλος του ΣΣΑΕΤΤΕ

Κανέλλη Κολυβοδιάκου

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, MA Συντήρησης, Μέλος του ΔΣ του ΣΣΑΕΤΤΕ

Κασσιανή Μάνδρου

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, MSc Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Μέλος του ΣΣΑΕΤΤΕ

Ευθυμία Μωραΐτου

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, MA Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας, Υποψήφια Διδάκτωρ Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας-Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μέλος του ΣΣΑΕΤΤΕ

Ζωή Σακκή

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, MA Μουσειακές Σπουδές, Ph.D Διαχείριση Συλλογών – Μουσειολογία, Μέλος του ΔΣ του ΣΣΑΕΤΤΕ

Αμαλία Σιάτου

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, MSc Χημεία και Τεχνολογία Υλικών, Υποψήφια Διδάκτωρ Imaging and Artificial Vision, UBFC-France, Μέλος του ΔΣ του ΣΣΑΕΤΤΕ, Μέλος του ΔΣ της ECCO

Στη διοργάνωση βοήθησαν οι:

Φωτεινή Αλεξοπούλου

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, MSc Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες, Μέλος του ΣΣΑΕΤΤΕ

Ελευθερία Μαυρομάτη

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, MA Συντήρησης, Μέλος του ΔΣ του ΣΣΑΕΤΤΕ

Χριστίνα Σακελλαρίου

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, MA Διοίκηση Πολιτισμικών Μονάδων, MA Συντήρησης πολιτιστικής κληρονομιάς, Μέλος του ΣΣΑΕΤΤΕ

Ομάδα Έκδοσης

Κανέλλη Κολυβοδιάκου

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, MA Συντήρησης, Μέλος του ΔΣ του ΣΣΑΕΤΤΕ

Ευθυμία Μωραΐτου

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, MA Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας, Υποψήφια Διδάκτωρ Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας-Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μέλος του ΣΣΑΕΤΤΕ

Ζωή Σακκή

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, MA Μουσειακές Σπουδές, Ph.D Διαχείριση Συλλογών – Μουσειολογία, Μέλος του ΔΣ του ΣΣΑΕΤΤΕ

Πίνακας Περιεχομένων

Ενότητα 1: Οργάνωση και διαχείριση πληροφορίας στη συντήρηση

- 01 Ν. Σαρρής, Ζ. Γκιννή**
Δημιουργώντας συνδέσεις: Η τεκμηρίωση της διατήρησης στην Εθνική Βιβλιοθήκη της Ελλάδος (σελ. 10 - 22)
- 02 Α. Στασινού, Π. Μπάνου**
Ψηφιακή εποχή: Ευκαιρία διάχυσης και επαναπροσδιορισμού των επεμβάσεων συντήρησης (σελ. 24 - 31)
- 03 Ι. Χριστοδούλου, Ε. Μωραΐτου**
Αξιοποίηση Τεχνολογιών Σημασιολογικού Ιστού στη Διαχείριση Πληροφορίας Συντήρησης (σελ. 32 - 41)

Ενότητα 2: Καταγραφή, αποτύπωση, οπτικοποίηση και ανάλυση της πληροφορίας στη συντήρηση

- 04 Ι. Λελοβίτη, Ι. Σοφρώνης**
Ψηφιακές τεχνολογίες, προληπτική συντήρηση και ενεργειακά αποδοτικές πρακτικές στο Ιστορικό Αρχείο του Πολιτιστικού Ιδρύματος Ομίλου Πειραιώς (σελ. 44 - 49)
- 05 Α. Σιάτου, Α. Παπανικολάου, Ε. Σαΐτη**
Διεπιστημονική προσέγγιση με χρήση πολυτροπικών μεθόδων για την παρακολούθηση αλλαγών σε αντικείμενα πολιτιστικής κληρονομιάς (σελ. 50 - 57)
- 06 Δ. Κυροπούλου**
Ιστοπική Γεωχημεία: Ένα Εργαλείο Τεκμηρίωσης και Χαρτογράφησης Φθορών στα Ιστορικά Μνημεία (σελ. 58 - 64)
- 07 Θ. Ανδρουλάκη, Π. Παρθένιος**
Σύγχρονες τεχνικές συντήρησης και αναπαράστασης της Πολιτιστικής Κληρονομιάς μέσω νέων ψηφιακών εργαλείων τρισδιάστατης μοντελοποίησης (σελ. 66 - 78)

Ενότητα 3: Αποκατάσταση και ανάδειξη αντικειμένων και μνημείων

- 08 Δ. Καρολίδης**
Παραγωγή αντιγράφων αρχαίων μαρμάρινων γλυπτών με τρισδιάστατη σάρωση και αυτόματη μηχανική αντιγραφή: η μετάβαση από τις παραδοσιακές στις σύγχρονες τεχνικές αντιγραφής αρχαιοτήτων (σελ. 82 - 93)
- 09 Ε. Καρτάκη, G. Earl**
Η χρήση των τεχνολογιών Προσθετικής Κατασκευής για την αισθητική αποκατάσταση κεραμικών και γυάλινων αντικειμένων (σελ. 94 - 103)

- 10 Π. Ξηραδάκη, Ε. Κυριακοπούλου, Ν. Κουρλής**
Η ψηφιακή τεκμηρίωση των έργων graffiti και street art σε συνάρτηση με το χρόνο και την τοποθεσία: Η περίπτωση της πλατφόρμας Urban Layers (σελ. 104 - 112)
- 11 Ε. Καβαλιεράτου**
«Συντήρηση για παιδιά» - Ψηφιακή εφαρμογή για τη συντήρηση των έργων τέχνης της Εθνικής Πινακοθήκης (σελ. 114 - 119)

Αναρτήσεις Διημερίδας

- 12 Δ. Καραμουζάς**
Η Αρέθουσα τεκμηριώνει τις εργασίες συντήρησης των εκθεμάτων της (σελ. 122-123)
- 13 Ε. Λαϊνίδου, Μ. Δάρρα, Ε. Σέγλια, Ι. Κουκή, Α. Χριστοφόρου, Ε. Γκουντάκου, Χ. Αραμπατζής**
Η χρυσή προτομή του Σεπτίμιου Σεβήρου στο Αρχαιολογικό Μουσείο Κομοτηνής. Η τρισδιάστατη ψηφιακή αποτύπωσή της και οι προβληματισμοί που προέκυψαν. (σελ. 124)
- 14 Ε. Μαντά, Ε. Καραντώνη**
Ψηφιακά μέσα και συντήρηση στο Αρχαιολογικό Μουσείο Αλεξανδρούπολης (σελ. 125)
- 15 Π. Μάστορα, Μ. Κυρανούδη, Γ. Ζαχαροπούλου, Μ. Σταυρόπουλος**
Ψηφιακή Βάση Δεδομένων για την καταγραφή εντοιχίων ψηφιδωτών της Εφορείας Αρχαιοτήτων Πόλης Θεσσαλονίκης (σελ. 126 - 127)
- 16 Τ. Πομόνης, Ε. Καρδάρá**
Πρότυπο Σχήμα Βάσης Δεδομένων για την Υποστήριξη του Κύκλου Ζωής Έργων Συντήρησης (σελ. 128)
- 17 Α. Πούλια, Ι. Λιούγκος, Α. Παϊπέτης**
Διερεύνηση φορητών εικόνων της Ηπείρου με τεχνικές φασματοσκοπίας (σελ. 129)
- 18 Ε. Μαυρίκας, Μ. Καρατζά**
CollectionCare: Ένα καινοτόμο σύστημα για τον τομέα της Προληπτικής Συντήρησης (σελ. 130 - 131)

Ενότητα 1

Οργάνωση και διαχείριση πληροφορίας στη συντήρηση



ΔΗΜΙΟΥΡΓΩΝΤΑΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ: Η ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

N. Σαρρής¹, Z. Γκιννή¹

¹ Εθνική Βιβλιοθήκη της Ελλάδος, Λεωφ. Συγγρού 364, 17664, Αθήνα

Περίληψη

Η τεκμηρίωση στο πλαίσιο συντήρησης περιλαμβάνει το σύνολο των αρχείων που προκύπτουν κατά την εξέταση, την ανάλυση, τις δοκιμές, τη συντήρηση, την έκθεση και τη φύλαξη ενός αντικειμένου ή μίας συλλογής. Σε ιδρύματα όπως οι βιβλιοθήκες και τα αρχεία, οι συντηρητές καλούνται να συνεργαστούν με βιβλιοθηκονόμους, αρχειονόμους και ιστορικούς, προκειμένου να αναπτύξουν πολιτικές και πρακτικές για την οργάνωση και τη μόνιμη διατήρηση των αρχείων της τεκμηρίωσης εντός του Υπηρεσιακού Αρχείου του Φορέα. Η ανακοίνωση αυτή παρουσιάζει το σύστημα διαχείρισης των εργασιών διατήρησης και ψηφιακής τεκμηρίωσης (Conservation Documentation System) που χρησιμοποιείται στο εργαστήριο συντήρησης της Εθνικής Βιβλιοθήκης της Ελλάδος (ΕΒΕ).

1. ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ

Το 2017 υπήρξε μια ιστορική χρονιά για την Εθνική Βιβλιοθήκη της Ελλάδος, καθώς μετά από έναν περίπου αιώνα λειτουργίας της στο Βαλλιάνειο κτήριο, επί της οδού Πανεπιστημίου στο κέντρο της Αθήνας, μεταφέρθηκε στο Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος. Η μετάβαση αυτή αποτέλεσε μια μεγάλη ευκαιρία για τον εκσυγχρονισμό και την ανάπτυξη της ΕΒΕ σε πολλούς τομείς, ώστε να μπορέσει να ανταποκριθεί στο ρόλο μιας Εθνικής Βιβλιοθήκης τον 21ο αιώνα. Η Υπηρεσία Συντήρησης δε θα μπορούσε να απέχει από αυτό το εγχείρημα, δεδομένου ότι στις νέες εγκαταστάσεις δημιουργήθηκαν σύγχρονα εργαστήρια καταλλήλως εξοπλισμένα. Επιπρόσθετα, στελεχώθηκε με νέο προσωπικό, αριθμώντας πλέον εννέα υπαλλήλους εξειδικευμένους στη συντήρηση βιβλίων και αρχειακού υλικού.

Στο πλαίσιο της μετάβασης της ΕΒΕ και των δράσεων εκσυγχρονισμού, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην ανάπτυξη των ψηφιακών υποδομών της. Η Υπηρεσία Συντήρησης είχε τη δυνατότητα να υλοποιήσει καινοτόμα ψηφιακά εργαλεία για την τεκμηρίωση και τη διαχείριση των εργασιών των υπαλλήλων της, υποστηρίζοντας τρέχουσες καθώς και μελλοντικές προκλήσεις.

2. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΟΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ (CONSERVATION DOCUMENTATION SYSTEM - CDS)

Με δωρεά του Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος το 2017 στο πλαίσιο της μετάβασης της ΕΒΕ, έγινε δυνατή η προμήθεια και η παραμετροποίηση εξειδικευμένου λογισμικού, ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης της τεκμηρίωσης των εργασιών συντήρησης (Conservation Documentation System).

Η υλοποίηση αυτού του έργου ανατέθηκε στην ελληνική εταιρεία Connect IT¹, η οποία διαθέτει πολυετή παρουσία στην ανάπτυξη λογισμικών και υπηρεσιών στο χώρο του πολιτισμού. Η εταιρεία αυτή έχοντας συνεργαστεί στο παρελθόν με συντηρητές χαρτιού και βιβλίων, ανέπτυξε το BiblioConserv©² ένα εμπορικά διαθέσιμο λογισμικό, εξειδικευμένο στην τεκμηρίωση βιβλίων και αρχειακού υλικού, η προμήθεια του οποίου αποτέλεσε τη βάση για το

λογισμικό που αναπτύχθηκε για την Υπηρεσία Συντήρησης της ΕΒΕ. Σημαντικό κριτήριο για την επιλογή του συγκεκριμένου λογισμικού ήταν η δυνατότητα παραμετροποίησής του στις ειδικές ανάγκες της ΕΒΕ και η διασύνδεσή του με άλλες δομές της, όπως οι ηλεκτρονικοί της κατάλογοι.

Η παραμετροποίηση του λογισμικού στόχευε κυρίως σε δύο κατηγορίες: α) στην προσθήκη όρων και την τροποποίηση πεδίων καταγραφής στις καρτέλες των δελτίων συντήρησης και β) στον αναλυτικό καθορισμό των δράσεων της Υπηρεσίας Συντήρησης, την αποτύπωσή τους με ακρίβεια και εν συνεχεία τη διαμόρφωση των ροών εργασιών σύμφωνα με αυτές. Οι δράσεις αφορούν κατά κύριο λόγο την προληπτική και την επεμβατική συντήρηση των συλλογών της ΕΒΕ. Στις δράσεις αυτές συμπεριλαμβάνονται: η χρήση ανοξίας³ με επιτόπου παραχθέν άζωτο για την καταπολέμηση των επιβλαβών οργανισμών, η μαζική κατασκευή κουτιών με το μηχάνημα Zünd Digital Cutfter S3 M-1600 και η παρακολούθηση και καταγραφή των περιβαλλοντικών συνθηκών με τη χρήση τηλεμετρικών καταγραφικών συσκευών. Επομένως, τα επιμέρους πεδία καταγραφής ήταν απαραίτητο να αντικατοπτρίζουν τις εξειδικευμένες εργασίες που λαμβάνουν χώρα με βάση τον νέο εξοπλισμό και τις δυνατότητες της Υπηρεσίας Συντήρησης.

Επιπλέον, σημαντικό μέρος των υπηρεσιών που παρέχουν οι συντηρητές της ΕΒΕ αφορά σε δράσεις υποστήριξης των αναγνώστων, της ψηφιοποίησης, του δανεισμού και των εκθέσεων τεκμηρίων, ενώ συχνές είναι οι εκπαιδευτικές δράσεις, εντός της βιβλιοθήκης, ή είτε προς το ευρύτερο κοινό. Παράλληλα, στο πλαίσιο συνεργασιών με τρίτους φορείς προγραμματίζονται αυτοψίες και συμβουλευτική υποστήριξη για τη διατήρηση των συλλογών τρίτων φορέων. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό, το σύνολο των δράσεων αυτών, που ενέχει διαβάθμιση ενεργειών και πολυπλοκότητα, να μπορεί να εισαχθεί και να διαχειρίζεται μέσα από το λογισμικό.

Κατόπιν στενής συνεργασίας της Υπηρεσίας Συντήρησης με την ανάδοχο εταιρεία, η παραμετροποίηση του λογισμικού το κατέστησε λειτουργικό ήδη από το 2018, αποτελώντας βασικό εργαλείο των συντηρητών στις καθημερινές τους εργασίες.

2.1 Τεκμηρίωση και Αρχαιολογία του Βιβλίου

Η τεκμηρίωση είναι αναπόσπαστο μέρος των διαδικασιών συντήρησης, βάσει των διεθνών προτύπων και του κώδικα δεοντολογίας του επαγγέλματος του συντηρητή. Η μεθοδολογία, η έκταση και τα πεδία καταγραφής που επιλέγονται από τους συντηρητές για: (α) την τεκμηρίωση της κατάστασης διατήρησης, (β) την περιγραφή της δομής των τεκμηρίων και (γ) των εργασιών συντήρησης, εντάσσονται σε μια σύνθετη διαδικασία, η οποία εξετάζει την πληθώρα εναλλακτικών επιλογών βάσει των αναγκών του εκάστοτε φορέα.

Ο πλούτος, η σημασία και οι ιδιαιτερότητες των τεκμηρίων της ΕΒΕ, ενισχύουν τη σημαντικότητα της έρευνας σχετικά με την υλική υπόσταση των τεκμηρίων. Η μελέτη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών κατασκευής ενός βιβλίου και της σύνδεσής του με τον τόπο, τον χρόνο και τις συνθήκες κατασκευής του, αποτελεί την κεντρική θεματολογία με την οποία ασχολείται η αρχαιολογία του βιβλίου, μια επιστήμη που έχει καταφέρει να καθιερωθεί διεθνώς στο χώρο του βιβλίου τις τελευταίες δεκαετίες. Η συλλογή στοιχείων γύρω από την υλική υπόσταση των βιβλίων είναι καταλυτική για την επιστήμη αυτή, γεγονός που τη συνδέει άμεσα με τον τομέα της συντήρησης.

³Ο θάλαμος ανοξίας EXPM-6 της Υπηρεσίας Συντήρησης εξυπηρετεί στην μαζική απεντόμωση και αντιμετώπιση βιολογικών φθορών καθώς έχει τη δυνατότητα θεραπείας μεγάλου όγκου βιβλίων και αρχειακού υλικού ταυτόχρονα. Παράλληλα το σύστημα Veloxly που διαθέτει η Υπηρεσία Συντήρησης επιτρέπει τις εργασίες με χρήση ανοξίας άμεσα στο χώρο αποθήκευσης ή συντήρησης των τεκμηρίων με τη δημιουργία μεμονωμένων θυλάκων.

¹Connect IT, www.connectit.gr

²BiblioConserv©, www.biblioconserv.com

Στην Υπηρεσία Συντήρησης της ΕΒΕ, κατανοώντας τη σημαντική συμβολή που έχει η επιστήμη της αρχαιολογίας του βιβλίου στις βιβλιολογικές μελέτες και γενικότερα στη διεύρυνση των γνώσεων γύρω από το βιβλίο και την ιστορία του, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη διαδικασία της τεκμηρίωσης. Για το λόγο αυτό, κατά την τεκμηρίωση, εμπεριέχεται η δυνατότητα για αναλυτική περιγραφή των βιβλιοδετικών και κατασκευαστικών στοιχείων των βιβλίων, συνεισφέροντας στο ερευνητικό ενδιαφέρον.

2.2 Παραγόμενα Δεδομένα Τεκμηρίωσης

Στο πλαίσιο της τεκμηρίωσης, τα πρωτογενή δεδομένα που προκύπτουν ως βήματα της ερευνητικής μεθοδολογίας, δηλαδή η γνώση μέσω της παρατήρησης, της διάγνωσης και της ανάλυσης, εισάγονται στη Βάση ως κείμενο ή / και προεπιλεγμένο πεδίο. Παράλληλα με τα πρωτογενή δεδομένα, προκύπτουν και τα δευτερογενή, τα οποία περιλαμβάνουν όλα εκείνα τα αρχεία που προκύπτουν κατά την εξέταση και την έρευνα. Από το σύνολο των αρχείων αυτών, στη Βάση αναρτάται ενδεικτικό τμήμα τους, προκειμένου να υποστηριχθεί η τεκμηρίωση των πρωτογενών δεδομένων. Σημειώνεται ότι, ανεξαρτήτως της αρχικής τους μορφής, τα συνοδευτικά αρχεία μετατρέπονται και αναρτώνται στο λογισμικό σε μορφή .pdf ή .jpeg, σε μέγεθος που δεν ξεπερνά τα 5MB. Τα αρχεία αυτά προέρχονται από την τεκμηρίωση στο πλαίσιο των ακόλουθων ενεργειών:

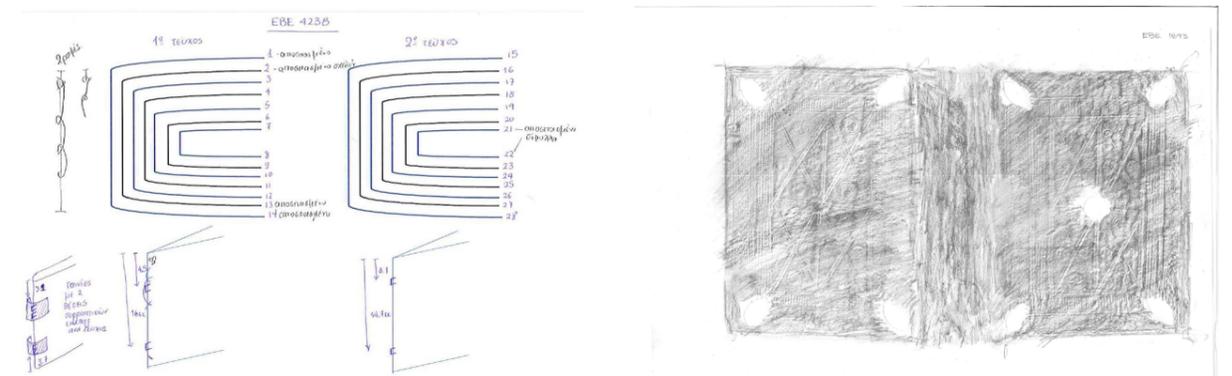
- **Διαγνωστικές τεχνικές.** Αυτές περιλαμβάνουν την εξέταση με μικροσκοπία και τη φωτογράφιση των αντικειμένων. Η Υπηρεσία Συντήρησης διαθέτει τέσσερα στερεοσκοπικά μικροσκόπια, (Leica DM1000 με διπλούς προσοφθάλμιους φακούς, Lynx EVO με οθόνη και δύο φορητά μικροσκόπια DINO LITE, για εξέταση στο ορατό, στο IR (940nm) και στο UV (395nm). Επιπλέον, το οπτικό μικροσκόπιο παρέχει τη δυνατότητα παρατήρησης δειγμάτων (π.χ. ινών και μυκήτων) σε διερχόμενο φωτισμό. Όλα τα μικροσκόπια έχουν δυνατότητα ψηφιακής φωτογράφισης (Εικόνα 1). Επιπλέον, πραγματοποιείται συχνά η τεκμηρίωση των χρωμάτων, μέσω μετρήσεων με σπεκτροφωτόμετρο και καταγραφής των τιμών $L^*a^*b^*$, καθώς και μετρήσεις του pH του χαρτιού.
- **Επεμβατική συντήρηση.** Εδώ περιλαμβάνονται κυρίως αρχεία που προκύπτουν κατά τη φωτογραφική τεκμηρίωση με ψηφιακή μηχανή στο ορατό, σε φυσικό φωτισμό αλλά και με χρήση φωτιστικών πηγών, με πλάγιο, διερχόμενο και εφαπτομενικό φωτισμό (Εικόνα 2). Επιπλέον, η τεκμηρίωση πριν και κατά τη διάρκεια των εργασιών συντήρησης συχνά περιλαμβάνει πλήθος αρχείων που αφορούν τη σχεδιαστική απεικόνιση, ψηφιακή ή μη, η οποία μπορεί να αφορά κατασκευαστικές λεπτομέρειες, δομή, φθορές, διακοσμητικά στοιχεία, frottis κ.ά. (Εικόνα 3).
- **Προληπτική συντήρηση.** Η συλλογή των περιβαλλοντικών δεδομένων των συνθηκών που αφορούν στις τιμές σχετικής υγρασίας, θερμοκρασίας, έντασης του φωτός και επίπεδα UV ακτινοβολίας στους χώρους φύλαξης και των αναγνωστηρίων της Βιβλιοθήκης, γίνεται μέσω τηλεμετρικών συστημάτων της Hanwell. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τα 11 συνολικά καταγραφικά, αποθηκεύονται και επεξεργάζονται από το αντίστοιχο λογισμικό της εταιρείας. Αρχεία με γραφιστικές απεικονίσεις (διαγράμματα) ή δεδομένα μετρήσεων, μετατρέπονται σε μορφή .pdf και αρχειοθετούνται. Επιπλέον, προωθούνται στην Υπηρεσία από την εταιρεία που το διαχειρίζεται το BMS του κτηρίου αρχεία .xlsx και .pdf των δεδομένων που συλλέγονται από τις μετρήσεις των τιμών του CO2. Προς το παρόν, το σύνολο των αρχείων καταγραφής των περιβαλλοντικών και των συνθηκών φύλαξης των συλλογών δεν αναρτάται στη Βάση και δεν διασυνδέεται με αντικείμενα.



Εικόνα 1: EBE 2759. Λεπτομέρεια μικρογραφίας Θεοτόκου. Φωτογράφιση με DINO LITE σε ορατό, IR και UV, 20X. (© Ζ. Γκιννή, ΕΒΕ)



Εικόνα 2: EBE 473. Φωτογράφιση σε διερχόμενο φωτισμό. (© Ζ. Γκιννή, ΕΒΕ)



Εικόνα 3: (α) EBE 4238. Σχέδιο της δομής των τευχών του χειρογράφου συνοδευόμενο με παρατηρήσεις για τη ραφή του. (© Ζ. Γκιννή, ΕΒΕ), (β) EBE 1893, Frottis από τη διακόσμηση της επένδυσης του καλύμματος (© Ν. Σαρρής, ΕΒΕ)

2.3 Ροές εργασιών για τη συντήρηση τεκμηρίων

Η παραμετροποίηση του λογισμικού βάσει των αναγκών της Υπηρεσίας Συντήρησης, παρείχε μια ευκαιρία ώστε να επαναπροσδιοριστούν οι βασικές ροές εργασιών του σε σχέση με τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η διαχείριση του υλικού που εισάγεται στο εργαστήριο προς συντήρηση, οι αναθέσεις των εργασιών, η τεκμηρίωση και η παρακολούθηση των εργασιών συντήρησης.

Οι ροές των εργασιών δομήθηκαν με βάση τις ανάγκες, τον ρόλο και τις αρμοδιότητες της Υπηρεσίας, τη δυναμική του προσωπικού αλλά και της συνεργασίας με τα άλλα τμήματα της ΕΒΕ. Οι διάφορες ενέργειες και εργασίες στο πλαίσιο της συντήρησης εντάχθηκαν σε ξεχωριστές ροές και διαδικασίες για την παρακολούθηση και τη διεκπεραίωσή τους εντός του λογισμικού. Η μεθοδική διαχείριση όλων των σταδίων, από τη στιγμή της επιλογής ενός τεκμηρίου προς συντήρηση έως την επιστροφή του στους χώρους φύλαξης, είναι ιδιαίτερα σημαντική, όπως και η διατήρηση αρχείου των επεμβάσεων και των ενεργειών που αφορούν το εκάστοτε αντικείμενο στο πέρασμα του χρόνου και της μετακίνησής του εντός και εκτός της ΕΒΕ.

Στην περίπτωση εργασιών συντήρησης, η τεκμηρίωση μέσω του λογισμικού BiblioConserve® αφορά στα ακόλουθα στάδια:

- **Αίτημα προς Υπηρεσία Συντήρησης.** Οι Υπεύθυνοι των συλλογών της ΕΒΕ, (π.χ. Συλλογή Χειρογράφων, Συλλογή Σπανίων και Πολυτίμων, Γενική Συλλογή ή Συλλογή Αρχείων), έχουν τη δυνατότητα να επιλέξουν συγκεκριμένα τεκμήρια και να αιτηθούν την συντήρησή τους, μέσω του εργαλείου διαχείρισης αιτημάτων (Request Management Tool) που διαθέτει το λογισμικό. Η αποδοχή του αιτήματος εξαρτάται από την αναγκαιότητα των εργασιών, τον απαιτούμενο χρόνο και το πλάνο εργασίας της Υπηρεσίας.
- **Παράδοση-παραλαβή.** Η διαδικασία της παράδοσης και της παραλαβής του φυσικού τεκμηρίου διεκπεραιώνεται ηλεκτρονικά μέσω σύνδεσης (sign-in) των εμπλεκόμενων μελών στο λογισμικό.
- **Αναθέσεις εργασιών συντήρησης.** Η διαχείριση των εργασιών εντός της Υπηρεσίας Συντήρησης γίνεται σε ένα δεύτερο στάδιο αιτημάτων και αναθέσεων. Κατά το στάδιο αυτό, ο υπεύθυνος της Υπηρεσίας Συντήρησης (διαχειριστής) αναθέτει το έργο της συντήρησης του εκάστοτε τεκμηρίου σε έναν από τους συντηρητές (χρήστης), προσδιορίζοντας τον εκτιμώμενο χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών. Στη συνέχεια ο χρήστης αποδέχεται ή όχι την ανάθεση. Ο χρήστης καταθέτει πρόταση εργασιών για τη συντήρηση του αντικειμένου, η οποία γίνεται ολικώς ή μερικώς αποδεκτή από τον διαχειριστή, με τις ανάλογες τροποποιήσεις και αιτιολόγηση.
- **Εκτέλεση εργασιών.** Πέρα από την τεκμηρίωση της κατάστασης διατήρησης και της συντήρησης ενός τεκμηρίου, ως μέρος της ροής εργασιών, τεκμηριώνεται το πλαίσιο και οι στόχοι των εργασιών συντήρησης (π.χ. ετοιμασία για έκθεση), η εκτίμηση του βαθμού δυσκολίας, οι πόροι που μπορεί να απαιτούνται και η προτεραιότητα που λαμβάνει μια εργασία.
- **Ποιοτικός έλεγχος:** Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών συντήρησης, ο χρήστης αιτείται τον έλεγχο του συντηρημένου αντικειμένου. Ο υπεύθυνος της Υπηρεσίας Συντήρησης εξετάζει την επιτυχή/αναμενόμενη έκβασή των εργασιών, βάσει των στόχων που είχαν τεθεί στις προτάσεις συντήρησης κατά το στάδιο της ανάθεσης. Όταν ο έλεγχος ολοκληρωθεί το αίτημα κλείνει. Σε αντίθετη περίπτωση ζητούνται επιπλέον επεμβάσεις ή ενέργειες από τον χρήστη, έως ότου ολοκληρωθεί επιτυχώς η διαδικασία.
- **Παράδοση του τεκμηρίου.** Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών και του ελέγχου, ακολουθεί διαδικασία όμοια με αυτή της παραλαβής για την επιστροφή του τεκμηρίου στην εκάστοτε συλλογή προέλευσης της ΕΒΕ.

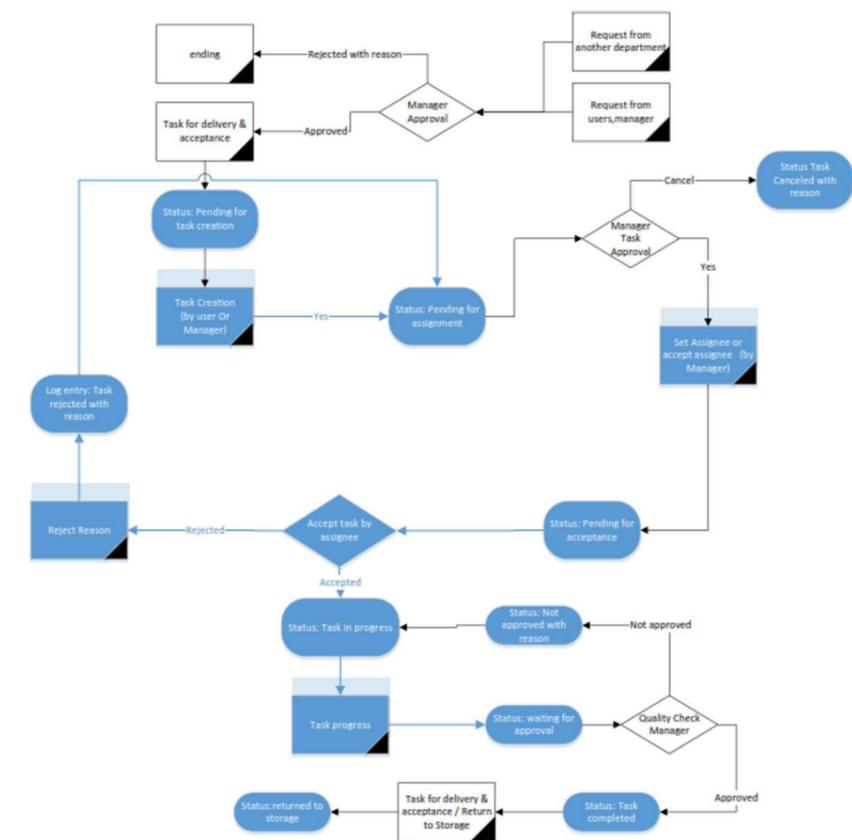
Όπως αποτυπώνεται στο διάγραμμα της ροής εργασιών (Εικόνα 4), είναι απαραίτητη η διαχείριση των εργασιών που σχετίζονται με άλλα τμήματα ή υπηρεσίες της βιβλιοθήκης όπως τα Αναγνωστήρια, η Υπηρεσία Ψηφιοποίησης και οι επιμέρους Συλλογές τεκμηρίων. Η συνεργασία με την Υπηρεσία Συντήρησης είναι συνεχής και ουσιαστική καθώς υποστηρίζει τη μακροχρόνια διατήρηση των τεκμηρίων και τις δράσεις τους.

Σκοπός του λογισμικού, είναι να ανταποκριθεί στις ανάγκες τεκμηρίωσης, να συλλέξει δεδομένα προς μελλοντική έρευνα και να καλύψει τις ανάγκες διαχείρισης των χρηστών του, εξασφαλίζοντας τη διασύνδεσή τους εσωτερικά της ΕΒΕ με τα υπόλοιπα τμήματα ή με εξωτερικούς συνεργάτες. Η παραμετροποίησή του επομένως, κατευθύνθηκε με γνώμονα τη λειτουργία του ως μια ενοποιημένη πλατφόρμα καταγραφής της εκτέλεσης των ροών εργασίας της Υπηρεσίας Συντήρησης και ως μέσο καταγραφής των αιτημάτων από τις υπόλοιπες υπηρεσίες της ΕΒΕ. Έτσι, μέσα από την τεκμηρίωση εργασιών και αντικειμένων, δίνεται η δυνατότητα για την καλύτερη οργάνωση των εργασιών μέσω:

- Δημιουργίας αιτημάτων προς την Υπηρεσία Συντήρησης.
- Δημιουργίας ηλεκτρονικών πρωτοκόλλων για την παράδοση και παραλαβή τεκμηρίων.
- Οργάνωσης εσωτερικών αναθέσεων εργασιών.
- Προβολής αναφορών εργασιών συντήρησης.
- Παρακολούθησης «κατάστασης» (status) των τεκμηρίων υπό συντήρηση.

Αλλά και της διαχείρισης της διατήρησης των συλλογών, μέσω:

- Αναζήτησης της τεκμηρίωσης και του ιστορικού συντήρησης σε τεκμήρια.
- Στατιστικές αναλύσεις.
- Κατάταξη προτεραιοτήτων των αναγκών συλλογών/ τεκμηρίων προς συντήρηση.
- Κατανομή υλικού προς συντήρηση βάσει συλλογής προέλευσης.
- Διαχείριση διαθέσιμων πόρων και χρόνου για την εκτέλεση των εργασιών από την Υπηρεσία Συντήρησης.



Εικόνα 4: Ροή εργασιών για τη συντήρηση τεκμηρίων στην ΕΒΕ.

2.3 Ορολογία

Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα κατά την τεκμηρίωση των αντικειμένων και των ενεργειών διατήρησης είναι η ομοιόμορφη περιγραφή τους, η οποία περιλαμβάνει όρους αποδεκτούς τόσο στον χώρο της συντήρησης, όσο και στις συνεργαζόμενες ειδικότητες. Ένα από τα συχνά προβλήματα είναι οι διαφορές στην ορολογία της περιγραφής των βιβλιοδεσιών, η οποία δυσχεραίνει την τήρηση της ελάχιστης ομοιογένειας που απαιτείται κατά τις καταγραφές της τεκμηρίωσης. Οι όροι που περιγράφουν τις βιβλιοδεσίες διαφοροποιούνται τόσο με την πάροδο του χρόνου, όσο και μεταξύ επαγγελματιών διαφορετικών ειδικοτήτων, γεγονός που οδηγεί σε ασυμφωνίες στη χρήση τους [1]. Προκειμένου να αποφευχθεί ο κατακερματισμός των διαθέσιμων πληροφοριών, που καθιστά δύσκολη την ευρετηρίαση και κατ' επέκταση την πρόσβαση στο περιεχόμενό τους, η ανάπτυξη της Βάσης βασίστηκε σε καθιερωμένες διεθνείς ορολογίες.

Το λογισμικό σχεδιάστηκε εξ αρχής ως δίγλωσσο, στην ελληνική και την αγγλική, με αυτόματη μετάβαση από τη μια γλώσσα στην άλλη, τόσο για το περιβάλλον λειτουργικότητας, όσο και για την ορολογία στα πεδία τιμών. Η λειτουργία του λογισμικού στα αγγλικά ήταν απαραίτητη καθώς παρέχει τη δυνατότητα χρήσης του στο πλαίσιο διεθνών συνεργασιών και εκθέσεων και επιτρέπει το διαμοιρασμό δεδομένων με τη διεθνή κοινότητα της συντήρησης. Στα ανοικτά πεδία, η γλώσσα εισαγωγής των πληροφοριών επιλέγεται ανάλογα με το πλαίσιο εργασίας. Το λογισμικό αναπτύχθηκε πρώτα στην αγγλική γλώσσα και υιοθετήθηκε ευρέως διαδεδομένη ορολογία. Σε ό,τι αφορά στους όρους περιγραφής των τεκμηρίων χρησιμοποιήθηκαν διεθνώς καθιερωμένοι Θησαυροί όρων με κυριότερους το Language of Bindings Thesaurus του Ligatus Research Centre [2] που εξειδικεύεται σε βιβλιοδετικούς όρους καλύπτοντας όλο το φάσμα της ιστορίας και της τυπολογίας της βιβλιοδεσίας και το Art & Architecture Thesaurus [3] του Getty Research Institute, με μεγάλο εύρος όρων για υλικά κατασκευής και τεχνικές για την περιγραφή έργων τέχνης, τέχνηργων και έργων αρχιτεκτονικής. Σε ό,τι αφορά τους όρους συντήρησης χρησιμοποιήθηκε διεθνής αγγλική βιβλιογραφία.

Προς το παρόν εκκρεμεί η επιμέλεια και ο εμπλουτισμός των μεταφρασμένων από τα αγγλικά ελληνικών όρων. Η επικαιροποίηση της ορολογίας για την περιγραφή των βιβλίων και σταχώσεων θα χρησιμοποιήσει εκτός από την ελληνική βιβλιογραφία, όρους από τη Βάση της Ορολογίας Σταχώσεων [4] που δημοσιεύθηκε το 2020 από το Ινστιτούτο Ιστορικών Ερευνών και η οποία για πρώτη φορά κάνει διαθέσιμο στο ερευνητικό κοινό ένα θησαυρό ελληνικών όρων για την περιγραφή των Βυζαντινών και μεταβυζαντινών βιβλίων. Επιπλέον, για τους όρους συντήρησης θα χρησιμοποιηθούν όροι από την ελληνική βιβλιογραφία. Η αντιστοίχιση των αγγλικών με τους ελληνικούς όρους είναι μία ιδιαίτερως σημαντική και χρονοβόρα διαδικασία, που θα πρέπει να γίνει διεξοδικά προκειμένου να διασφαλιστεί η επιστημονική ακρίβεια της τεκμηρίωσης.

3. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ BIBLIOCONSERV®

3.1 Γενικά χαρακτηριστικά της Βάσης δεδομένων

Η Βάση δεδομένων του λογισμικού BiblioConserve® είναι χτισμένη σε MySQL, ένα πολύ διαδεδομένο σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων ανοικτού κώδικα, ενώ χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία ανάπτυξης λογισμικού «Ταχεία Ανάπτυξη Εφαρμογών» (Rapid Application Development – RAD). Πρόκειται για μία εύκολα παραμετροποιήσιμη μεθοδολογία ανάπτυξης λογισμικού που παρέχει ένα σύνολο καθορισμένων διαδικασιών για τον προσδιορισμό και τη διαχείριση των εργασιών από την εταιρεία ανάπτυξης λογισμικού και τους συνεργάτες του έργου. Το λογισμικό έχει αναπτυχθεί ως μία τοπικά εγκατεστημένη εφαρμογή στους διακομιστές (servers) της ΕΒΕ. Συνδέεται και αλληλεπιδρά μέσω Διαπαφής Προγραμματισμού Εφαρμογών (Application Programming Interface – API) με άλλα συστή-

ματα της βιβλιοθήκης, όπως είναι το Koha, ο βιβλιοθηκονομικός ηλεκτρονικός κατάλογος της βιβλιοθήκης, και το λογισμικό ανοικτού κώδικα AtoM (Access to Memory) για την καταγραφή και διαχείριση του αρχειακού υλικού. Παράλληλα, χρησιμοποιεί το Ενιαίο Σύστημα Ταυτοποίησης Χρηστών (Single Sign On-SSO) της ΕΒΕ, ώστε οι χρήστες να έχουν πιστοποιημένη πρόσβαση σύμφωνα με τους κανονισμούς της βιβλιοθήκης, με διαβαθμισμένα δικαιώματα πρόσβασης σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με την ιδιότητά τους: α) διαχειριστής/ές Υπηρεσίας Συντήρησης, β) συντηρητές, γ) διαχειριστές συλλογών και δ) αναγνώστες χωρίς δυνατότητα επεξεργασίας. Η δυνατότητα σύνδεσης των χρηστών μέσω SSO διευκολύνει την πρόσβαση στο λογισμικό, η οποία εντός του δικτύου της βιβλιοθήκης γίνεται από διαφορετικούς εγκατεστημένους τερματικούς σταθμούς, ή πλήρως απομακρυσμένα, μέσω VPN και μέσω του διαδικτύου με ορισμένους περιορισμούς λειτουργιών.

Το λογισμικό αποτελεί ένα ιδιαίτερα σύνθετο εργαλείο λόγω της πληθώρας των πεδίων και των καρτελών καταγραφής που διαθέτει. Κάθε ενέργεια ή εργασία των συντηρητών αναπτύσσεται διαφορετικά για κάθε είδος ή μορφή τεκμηρίου (βιβλίο, ειλητάριο, λυτό έγγραφο, έργο τέχνης, φωτογραφία, κτλ) με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πολλές διαφορετικές εξειδικευμένες φόρμες καταγραφής (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Κατηγορίες δράσεων/ εργασιών και τύποι τεκμηρίων που αποτυπώνονται στις φόρμες καταγραφής του BiblioConserve®

Τύποι τεκμηρίων	Ενέργειες / Εργασίες
Βιβλία (χειρόγραφα ή έντυπα)	Περιγραφή τεκμηρίων
Λυτά έγγραφα/ αρχειακό υλικό	Κατάσταση Διατήρησης
Έργα τέχνης σε χαρτί	Εργασίες Επεμβατικής Συντήρησης
Φωτογραφικό υλικό	Πρωτοβάθμιες ενέργειες συντήρησης
Άλμπουμ	Προληπτική Συντήρηση
Εφημερίδες/ περιοδικά	Υπηρεσίες Συντήρησης
Ειλητάρια	
Πάπυροι	

Ως αποτέλεσμα, στο λογισμικό αριθμούνται περί τις 250 καρτέλες καταγραφής, στις οποίες περιλαμβάνονται περίπου 4.000 πεδία καταγραφής και άνω των 20.000 τιμών πεδίων (option values) σε αναπτυσσόμενες λίστες (drop-down fields).

3.2 Περιγραφή τεκμηρίων και τεκμηρίωση κατάστασης διατήρησης

Ο σχεδιασμός, το περιεχόμενο και η δομή των καρτελών της τεκμηρίωσης των κωδικών και βιβλίων στο BiblioConserve® ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό τη μεθοδολογία καταγραφής βιβλίων που σχεδιάστηκε και δημοσιεύθηκε το 2004 από τον καθηγητή Nicholas Pickwoad, τότε Διευθυντή του Ligatus Research Center [5]. Ένα σημαντικό πρόγραμμα που ώθησε στην ανάπτυξη αυτής της μεθοδολογίας, ήταν το St Catherine's Library Conservation Project, που περιελάμβανε την καταγραφή των χειρογράφων και των παλαιούπων της Ιεράς Μονής Αγίας Αικατερίνης στο Σινά. Κατά τη διάρκεια του έργου, καταγράφηκαν αναλυτικά περί τα 4.000 χειρόγραφα και 1.500 παλαιούπα βιβλία από μια ομάδα 30 εξειδικευμένων συντηρητών. Το έργο ολοκληρώθηκε το 2008 και έκτοτε τυγχάνει διεθνούς αναγνώρισης λόγω της σημαντικής συνεισφοράς του στο χώρο της συντήρησης και της αρχαιολογίας του βιβλίου, ενώ η μεθοδολογία καταγραφής του καθ. N. Pickwoad έχει υιοθετηθεί από πολλά πολιτιστικά ιδρύματα και κέντρα συντήρησης διεθνώς.

Δύο σημαντικά χαρακτηριστικά του λογισμικού αφορούν στον σχεδιασμό του με άξονα:

1. τη δυνατότητα προσθήκης πολλαπλών (ν) γραμμών καταγραφής (περιγραφής) για το ίδιο δομικό μέρος ενός τεκμηρίου. Παραδειγματος χάρη, δίνεται η δυνατότητα προσθήκης πολλαπλών εγγραφών για το «σώμα βιβλίου», με δεδομένο ότι υπάρχει η πιθανότητα το σώμα ενός βιβλίου να περιλαμβάνει δύο ή και περισσότερα μέρη διαφορετικής προέλευσης, χρονολόγησης, κλπ. Ομοίως, η αριστερή από τη δεξιά πινακίδα, ή το άνω από το κάτω κεφαλάρι μπορεί να φέρουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, τα οποία περιγράφονται αρτιότερα μέσα από ξεχωριστές εισαγωγές. Με τη λογική αυτή μπορούν να περιγράφουν και τα διάφορα στάδια της βιβλιοδετικής ιστορίας του τεκμηρίου, διακρίνοντας τα υλικά κατασκευής ή τα δομικά στοιχεία από διαφορετικές βιβλιοδετικές επεμβάσεις, που απαντώνται κυρίως σε επαναβιβλιοδετημένα ή αποκατεστημένα τεκμήρια.
2. τη διατήρηση της ιστορίας των επεμβάσεων και της καταγραφής της κατάστασης διατήρησης ενός τεκμηρίου σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Κάθε τεκμήριο υπάγεται σε μια δυναμική κατάσταση όπου μπορούν προστεθούν απεριόριστες εργασίες καταγραφής ή επεμβάσεις, συνθέτοντας το αρχείο της σύγχρονης ιστορίας του, με κάθε ενέργεια να είναι διακριτή και εύκολα αναζητήσιμη. Επιπλέον, μέσω της προσθήκης νέων καταγραφών της κατάστασης διατήρησης, διευκολύνεται η σύγκριση και η παρακολούθηση των αλλαγών που επιφέρονται σε ένα τεκμήριο.

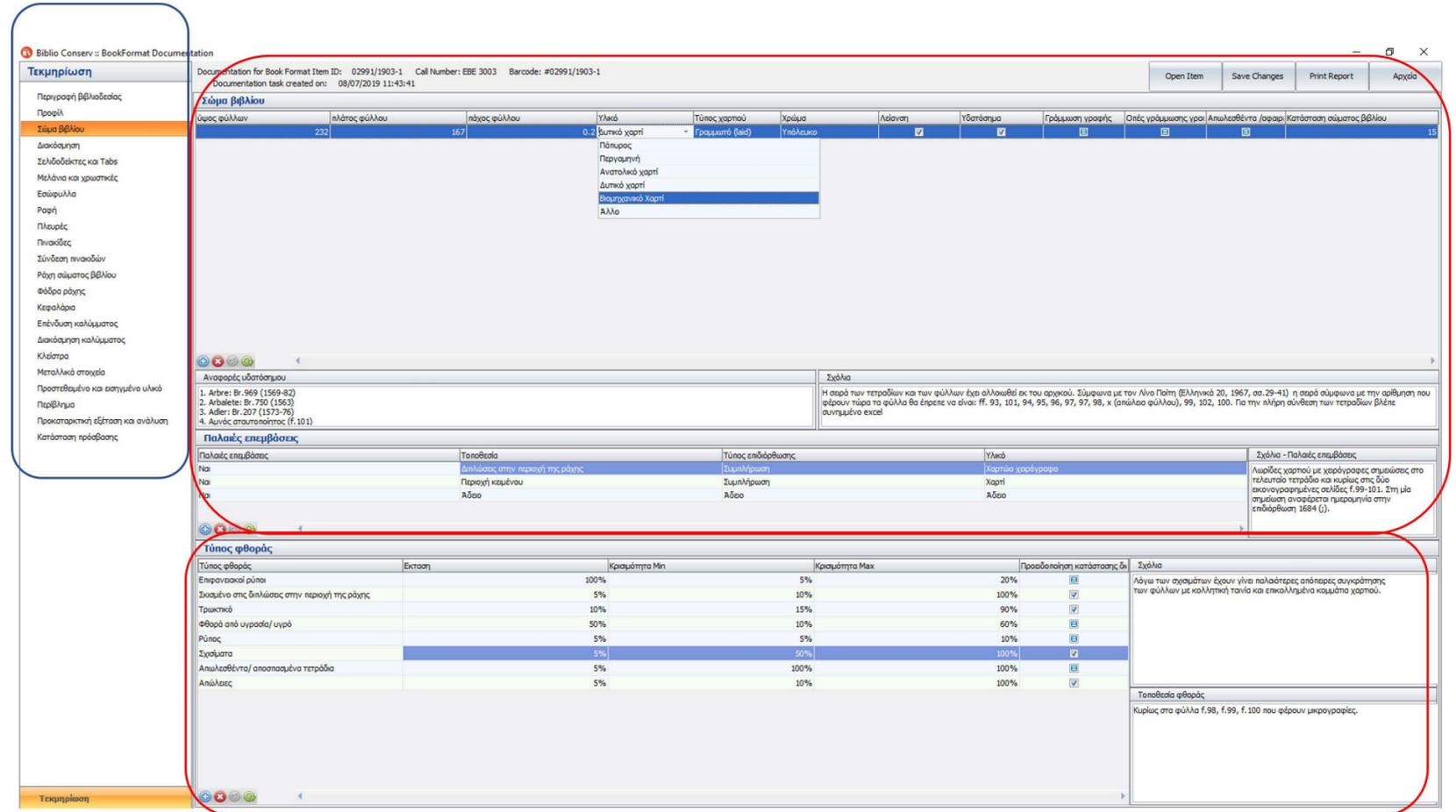
Χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας φόρμας καταγραφής είναι η καρτέλα Τεκμηρίωσης για την περιγραφή και την κατάσταση διατήρησης ενός βιβλίου, είτε αυτό είναι χειρόγραφο είτε έντυπο (Εικ.2). Η καρτέλα αυτή περιέχει 22 υπο-καρτέλες για την περιγραφή των επιμέρους δομικών στοιχείων ενός βιβλίου, όπως το σώμα, τα μελάνια, τα εσώφυλλα, η ραφή, τα κεφαλάρια, η επένδυση καλύμματος, η διακόσμησή του, κ.τ.λ. που βρίσκονται σε λίστα στο αριστερό τμήμα της. Η κάθε υπο-καρτέλα χωρίζεται σε δύο, διακριτά, μέρη. Στο άνω μέρος περιλαμβάνεται η ενότητα της περιγραφής του κάθε δομικού στοιχείου ως προς τα υλικά κατασκευής, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα τυπολογικά στοιχεία. Στο κάτω μέρος περιλαμβάνεται η ενότητα της περιγραφής των φθορών και της κατάστασης διατήρησης που αντιστοιχεί στο εκάστοτε επιλεγμένο δομικό στοιχείο.

3.3 Προσδιορισμός φθορών

Η ενότητα της καταγραφής της κατάστασης διατήρησης έχει σχεδιαστεί με γνώμονα την ακριβή και ομοιόμορφη περιγραφή των φθορών που εντοπίζονται σε κάθε δομικό στοιχείο ενός τεκμηρίου. Για τη διευκόλυνση των χρηστών και για λόγους ομοιογένειας στη χρήση όρων, οι τύποι φθορών που εμφανίζονται συχνότερα επιλέγονται από αναπτυσσόμενες λίστες πεδίων που συνοδεύονται από ανοικτά πεδία για σχόλια και παρατηρήσεις.

Ο τρόπος προσδιορισμού της έντασης των περιγραφόμενων φθορών ακολουθεί το μοντέλο της μεθοδολογίας του Ligatus Research Centre, όπου η βασική του ιδιαιτερότητα είναι η χρησιμοποίηση δύο παραμέτρων: της έκτασης (extent) και της κρισιμότητας (severity) των φθορών σε ποσοστιαία μέτρηση επί της εκατό (%) [5]. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αυτή, ως έκταση προσδιορίζεται το εύρος ή η συχνότητα που εμφανίζεται μια φθορά σε σχέση τον συνολικό όγκο ή την επιφάνεια του μέρους του τεκμηρίου που περιγράφεται. Η κρισιμότητα αφορά στην εκτίμηση του συντηρητή σχετικά με την ένταση της φθοράς ή/και της επίπτωσης που μπορεί αυτή να έχει μακροπρόθεσμα στη διατήρηση του τεκμηρίου, ασχέτως της έκτασής της τη στιγμή της εξέτασης.

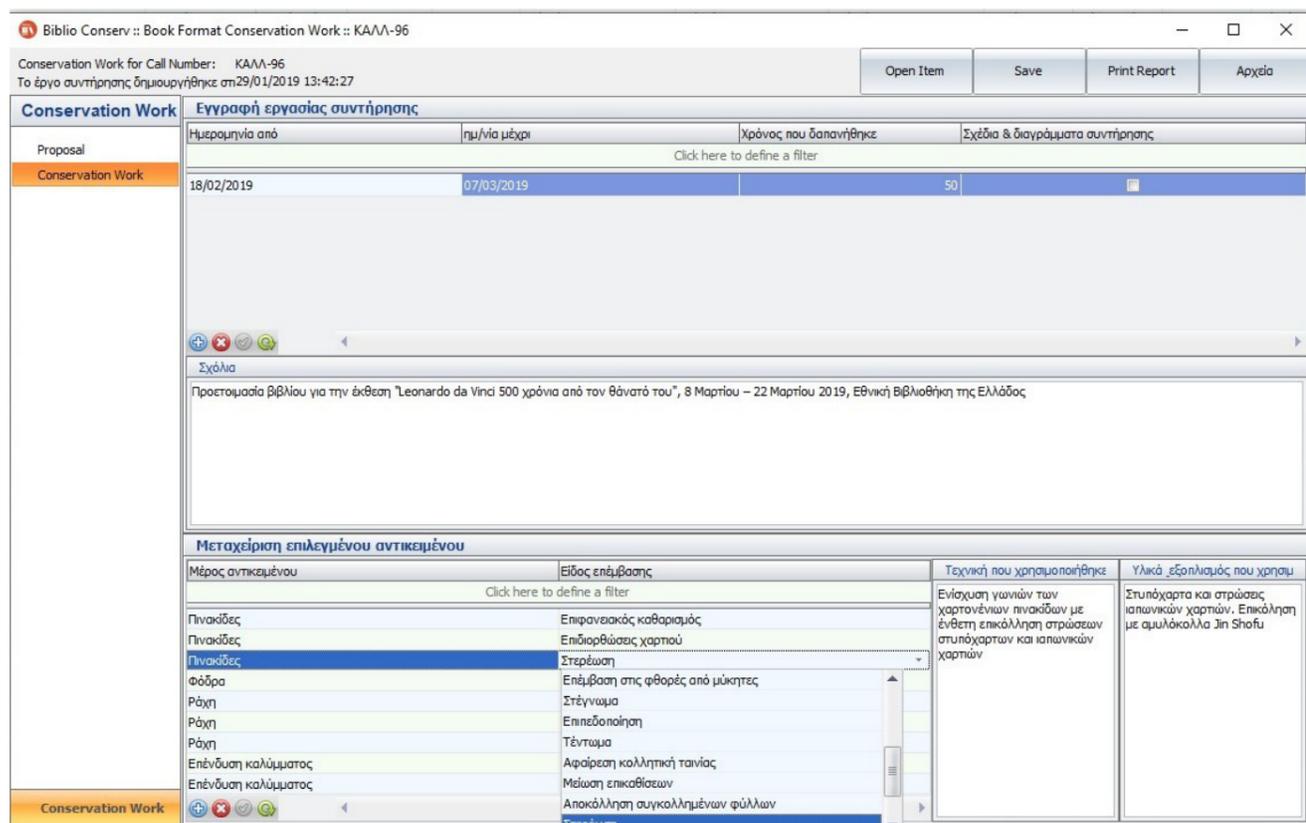
Έτσι, για παράδειγμα, μια κηλίδα διαβροχής σε ένα βιβλίο μπορεί να καλύπτει το μισό συνολικό όγκο του σώματος του βιβλίου, επομένως η έκταση της φθοράς εκτιμάται στο 50%, αλλά η κρισιμότητα της φθοράς που έχει προκληθεί μπορεί να κυμαίνεται από 10% (ελάχιστη κρισιμότητα για ελαφρούς δυσχρωματισμούς) σε ορισμένα φύλλα έως 80% σε άλλα (μέγιστη κρισιμότητα).



Εικόνα 5: EBE 3003. Καρτέλα περιγραφής και τεκμηρίωσης της κατάστασης διατήρησης του βιβλίου

3.4 Τεκμηρίωση προληπτικής και επεμβατικής συντήρησης

Η τεκμηρίωση των εργασιών προληπτικής και επεμβατικής συντήρησης περιγράφεται σε ξεχωριστές φόρμες καταγραφής ανάλογα με το είδος του κάθε τεκμηρίου. Στην επεμβατική συντήρηση, η περιγραφή των επεμβάσεων πραγματοποιείται ανά δομικό μέρος του αντικειμένου (π.χ. σώμα βιβλίου, πινακίδες, ράχη, κτλ). Σε κάθε μέρος αντιστοιχεί αναπτυσσόμενη λίστα πεδίων με τις συνηθέστερες επεμβάσεις συντήρησης, επιτρέποντας έτσι την ομοιογένεια και τη συνέπεια των περιγραφών των συντηρητών. Παράλληλα, κάθε επιλεγμένο πεδίο επέμβασης συνοδεύεται από δύο ελεύθερα πεδία κειμένου: «τεχνικές εφαρμογής» και «υλικά και εξοπλισμός».



Εικόνα 6: Καρτέλα καταγραφής των επεμβάσεων συντήρησης

Οι εργασίες προληπτικής συντήρησης και οι πρωτοβάθμιες ενέργειες συντήρησης (Primary Care Work), εμφανίζονται ως ξεχωριστές αναθέσεις. Εδώ περιλαμβάνεται ενδεικτικά η κατασκευή αρχειακών κουτιών και φακέλων φύλαξης, ο επιφανειακός καθαρισμός, η απεντόμωση με τη μέθοδο ανοξίας και η φύλαξη τεκμηρίων σε μικροκλίμα χαμηλού οξυγόνου (low-oxygen housing).

3.5 «Ανάλυση Δεδομένων» και «Σύνθετη Αναζήτηση»

Από τα βασικότερα πλεονεκτήματα της τεκμηρίωσης σε μια βάση δεδομένων είναι τα πολλαπλά οφέλη της επεξεργασίας και της ανάλυσης των δεδομένων μέσω σύνθετων αναζητήσεων. Καθώς η καταχώρηση δεδομένων αυξάνεται διαρκώς στην Υπηρεσία Συντήρησης, οι δυνατότητες αναλύσεων και η αξία των αποτελεσμάτων τους αρχίζουν ήδη να διαφαίνονται.

Ενδεικτικά, υπάρχει μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον από το προσωπικό της EBE και από εξωτερικούς ερευνητές, για τη μελέτη των βιβλιοδεσιών τεκμηρίων της EBE, της ομαδοποίησής τους και της ταυτοποίησης βιβλιοδετικών εργαστηρίων. Μεγάλη σημασία έχει επίσης η ανάλυση δεδομένων σχετικά με θέματα διατήρησης των συλλογών, όπως ο προσδιορισμός του είδους, του εύρους, της συχνότητας και της έκτασης των φθορών που απαντώνται ανά συλλογή και η ομαδοποίηση των τύπων φθορών για την καλύτερη αντιμετώπισή τους.

Η ανάλυση στοιχείων όπως η συχνότητα των επεμβάσεων συντήρησης που εκτελούνται, καθώς και η στατιστική αξιολόγηση του αριθμού και του είδους των τεκμηρίων που συντηρούνται ανά συλλογή από την Υπηρεσία Συντήρησης είναι επίσης σημαντικές πληροφορίες για τη διαχείριση των εργασιών. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να βοηθήσουν μελλοντικά στη διαμόρφωση κριτηρίων επιλογής των τεκμηρίων προς συντήρηση, στη δημιουργία προτεραιοτήτων, στην κατανομή του χρόνου των συντηρητών και στον τρόπο με τον οποίο θα γίνεται ο γενικότερος σχεδιασμός της βιβλιοθήκης σχετικά με τη συντήρηση τεκμηρίων. Η αξιολόγηση των δεδομένων αυτών μας οδηγεί σε ένα νέο πεδίο έρευνας και διαχείρισης της συντήρησης των συλλογών της EBE.

3.6 Μελλοντική Ανάπτυξη και Αναβάθμιση

Κατά τη χρήση του τα τελευταία τρία χρόνια είναι ήδη προφανές πως το λογισμικό BiblioConserv® αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για τη διασφάλιση της ποιότητας και της ομοιομορφίας στην τεκμηρίωση και την αποδοτικότερη διαχείριση των εργασιών της Υπηρεσίας Συντήρησης. Εμφανείς είναι παράλληλα και οι δυνατότητες βελτίωσης σε περιορισμένες ελλείψεις και η ανάπτυξη και η διασύνδεση του λογισμικού σε επιμέρους τομείς που συμβάλλουν στην τεκμηρίωση, όπως για παράδειγμα, το φλέγον ζήτημα της ορολογίας. Επομένως, εξετάζονται οι εξελίξεις στη διαμόρφωση νέων θησαυρών και η δυνατότητα της συμβολής τους στην ορολογία που χρησιμοποιείται στο λογισμικό. Πέρα από την υπάρχουσα υιοθέτηση όρων από τους διαθέσιμους καθιερωμένους θησαυρούς, υπάρχει ο στόχος δημιουργίας άμεσης διασύνδεσης τους με τους όρους του λογισμικού μέσω URI (π.χ., Language of Bindings και Getty AAT).

Επιπλέον, στους μελλοντικούς στόχους περιλαμβάνεται επίσης η ανάπτυξη και η ενσωμάτωση εφαρμογών εντός του BiblioConserv® για την καταγραφή στοιχείων που υποστηρίζονται από μεμονωμένα ερευνητικά εργαλεία, όπως η καταγραφή των εμπιεστών σφραγίδων των διακοσμημένων δερματόδετων βιβλιοδεσιών [6] και η καταγραφή υδατοσήμων σε έντυπα ή χειρόγραφα βιβλία και αρχειακό υλικό, για τα οποία έχουν εδραιωθεί αξιόλογες διεθνείς προσπάθειες διασυνδεδεμένων λογισμικών τεκμηρίωσης⁴.

Τέλος, η Υπηρεσία Συντήρησης υποστηρίζει τη συνεχή έρευνα και τις συνεργασίες, με στόχο τη βελτίωση των παροχών της. Το διάστημα αυτό, εξετάζονται δύο διεθνείς συνεργασίες με το δίκτυο Linked Conservation Data [8] και το Ligatus Research Centre, με στόχο την εξέλιξη του λογισμικού BiblioConserv® ώστε να διαθέτει διασυνδεδεμένα δεδομένα από την τεκμηρίωση της συντήρησης, κάτι που θα επιτρέψει μακροπρόθεσμα το διαμοιρασμό τους και τη διευκόλυνση της συνεργασίας της EBE με σημαντικούς διεθνείς φορείς.

⁴Εξαιρετικό παράδειγμα αποτελεί η πλατφόρμα καταγραφής υδατοσήμων Bernstein, The Memory of Paper [7]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Ζ. Γκιννή, Α. Στασινού και Ν. Τσιρώνη, Η τεκμηρίωση των ιστορικών βιβλιοδεσιών: Ο ρόλος του συντηρητή και η ανάγκη για ένα κοινό κώδικα επικοινωνίας, Ετήσιο Συνέδριο Συντηρητών Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, 2014, Αθήνα, Πανελλήνια Ένωση Συντηρητών Αρχαιοτήτων

[2] Ligatus Research Centre-University of the Arts London, Language of Bindings Thesaurus, <https://www.ligatus.org.uk/lob/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)

[3] Getty, Art & Architecture Thesaurus, <https://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/aat/> (τελευταία πρόσβαση 11/04/2024)

[4] Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Ορολογία Σταχώσεων, 2020, Αθήνα, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, <https://bookbinding-terms.anavathmis.eu/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)

[5] N. Pickwoad, The condition survey of the manuscripts in the monastery of Saint Catherine on Mount Sinai, The Paper Conservator, 2004, 28: pp.33-61

[6] EINBANDDATENBANK, <https://www.hist-einband.de/en/> (τελευταία πρόσβαση 11/04/2024)

[7] Memory of paper, <https://www.memoryofpaper.eu/> (τελευταία πρόσβαση 11/04/2024)

[8] A. Velios and K. St.John, Linked Conservation Data: the Adoption and Use of Vocabularies in the Field of Heritage Conservation for Publishing Conservation Records as Linked Data, Knowledge Organization, 2021, 48 (4): pp. 282-290

[9] Ν. Σαρρής, Η συλλογή παπύρων της Εθνικής Βιβλιοθήκης της Αιγύπτου: Βάσεις δεδομένων στην προληπτική συντήρηση, Η Επιστήμη της Προληπτικής Συντήρησης στα Έργα Τέχνης, επιμ. Καρύδης, Κουλουμπή, Σακελλαρίου, 2013, Αθήνα, Time Heritage

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΟΧΗ: ΕΥΚΑΙΡΙΑ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Α. Στασινού¹, Π. Μπάνου¹

¹Τμήμα Συντήρησης και Διατήρησης αρχαικού υλικού και βιβλίων, Κεντρική Υπηρεσία των Γενικών Αρχείων του Κράτους, Δάφνης 61, 15452, Ψυχικό

Περίληψη

Οι συντηρητές συνήθως καταγράφουν με λεπτομέρεια τα δομικά και τεχνικά στοιχεία κατασκευής των πολιτιστικών αγαθών και την κατάσταση διατήρησής τους. Επιπλέον, τα υλικά και οι επεμβάσεις συντήρησης που εφαρμόζονται παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της μελλοντικής τους κατάστασης διατήρησης. Οι δυνατότητες που παρέχει η ψηφιακή εποχή μπορούν να αποτελέσουν έναυσμα για τον επαναπροσδιορισμό των επεμβάσεων συντήρησης σε μια προσπάθεια διατήρησης των αυθεντικών χαρακτηριστικών, των υλικών κατασκευής και των αποτυπωμάτων της τεχνικής που έχει χρησιμοποιηθεί για την εκπόνηση των πολιτιστικών αγαθών. Η διάχυση των στοιχείων που συγκεντρώνονται από τους συντηρητές, παράλληλα με την κριτική θεώρηση της προσέγγισης των επεμβάσεων συντήρησης μπορεί να συνεισφέρει στην επιστημονική έρευνα, αλλά μπορεί επίσης να παίξει καταλυτικό ρόλο στην συλλογική εκτίμηση και διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εξελισσόμενη ψηφιακή εποχή και η αδιάλειπτη δημιουργία νέων ψηφιακών μέσων παρουσιάζουν ιδανικές ευκαιρίες για την ανάπτυξη, τη διαχείριση και τη διάχυση του περιεχομένου που προκύπτει από το πολυδιάστατο αντικείμενο ενασχόλησης των συντηρητών αρχαιοτήτων και έργων τέχνης, αλλά και τη δυνατότητα επαναπροσδιορισμού της προσέγγισης συντήρησης του πολιτιστικού αγαθού, σε ειδικές περιπτώσεις τεκμηρίων ή κατηγορίες υλικού.

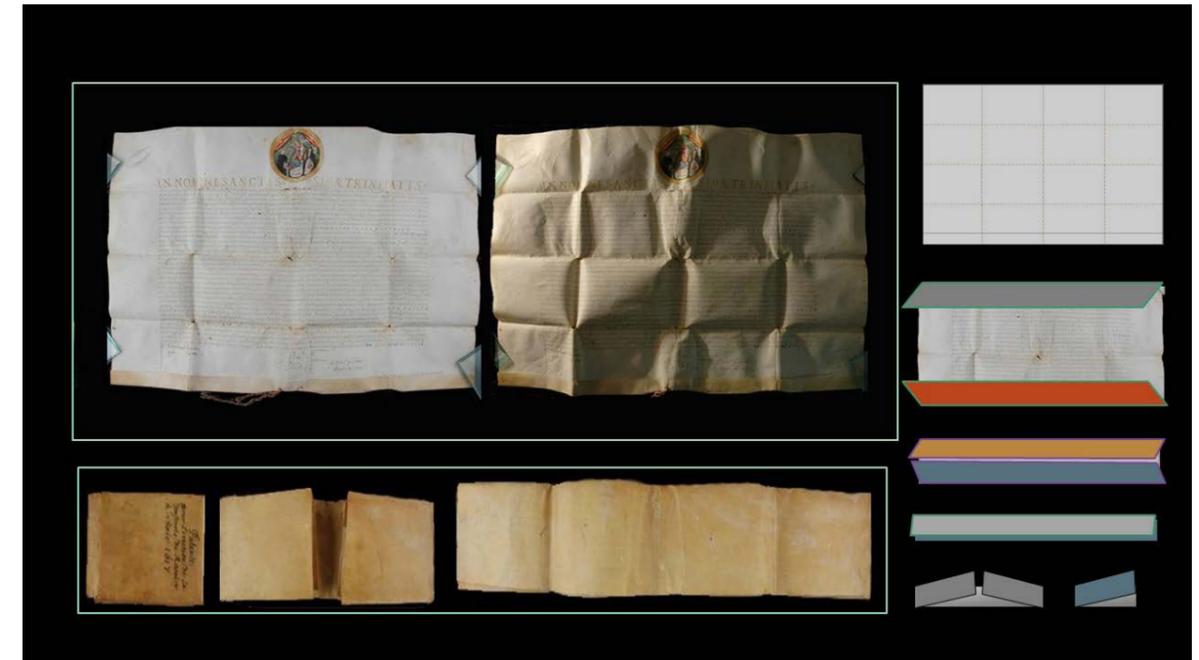
Η διάθεση του ψηφιακού περιεχομένου που συγκεντρώνουν οι συντηρητές για τεκμήρια, έργα τέχνης και αρχαιότητες κατά τη μελέτη και την εξέλιξη της διαδικασίας ενός προγράμματος συντήρησης, και οι επιλογές διάχυσής του, θα πρέπει να διερευνηθούν σε σχέση με το όφελος της διάχυσης της πληροφορίας για τους συντηρητές, την επιστημονική κοινότητα και το ευρύ κοινό, αλλά και τα ζητήματα που τυχόν προκύπτουν.

Καθώς οι συγγραφείς του παρόντος άρθρου ειδικεύονται στη συντήρηση βιβλίων, αρχαικού υλικού και έργων τέχνης σε χαρτί και περγαμηνή, τα παραδείγματα που θα αναφερθούν αφορούν τις συγκεκριμένες κατηγορίες υλικού. Κατ'επέκταση, παρόμοιες προτάσεις μπορούν να βρουν εφαρμογή και σε άλλους τύπους πολιτιστικού αγαθού.

2. ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΤΗΣ “ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ” ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

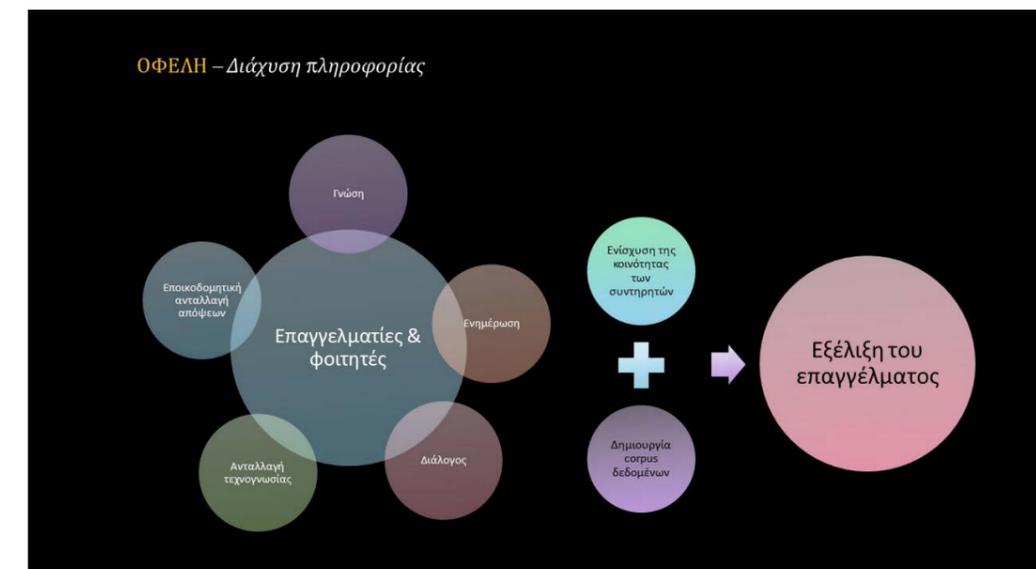
Οι πληροφορίες που συγκεντρώνουν οι συντηρητές στις περιπτώσεις σπάνιων εγγράφων και κωδίκων είναι τα στοιχεία αναγνώρισης (στοιχεία ταυτότητας, σήματα ιδιοκτησίας, σφραγίδες, κτητορικές σημειώσεις), τα φυσικά και δομικά χαρακτηριστικά των τεκμηρίων (τα υλικά κατασκευής και τα ειδικά χαρακτηριστικά τους), που συμπληρώνονται με φωτογραφίες, σχέδια και αποτυπώσεις που καταγράφουν την τεχνική κατασκευής, τη μέθοδο και τα υλικά σύνδεσης των διαφόρων τμημάτων, τη μέθοδο προσάρτησης των επιμέρους στοιχείων, τη δίπλωση του υποστρώματος, τη διακόσμησή τους, κ.α. (Εικόνα 1). Σε ορισμένες περιπτώσεις συνοδεύονται από τα αποτελέσματα εφαρμογής διαφόρων μεθόδων εξέτασης και αναλυτικών τεχνικών για τη σύσταση των υλικών ή την τεχνική κατασκευής, ενώ συχνά μπορεί να περιλαμβάνουν πληροφορίες για μεταβολές χρήσης ή για στοιχεία που δεν είναι

ευδιάκριτα, την κατάσταση διατήρησής τους, με αναφορά στα είδη φθοράς, τη θέση τους, την ένταση και την έκτασή τους, φωτογραφίες και σχέδια για τη χαρτογράφηση τους και τέλος, τις επεμβάσεις και το αποτέλεσμα των εργασιών.



Εικόνα 1: Φωτογραφίες και σχέδια που καταγράφουν την δίπλωση περγαμηνού εγγράφου

Τα οφέλη από τη διάχυση της πληροφορίας που συγκεντρώνουν οι συντηρητές έχουν πολλαπλούς αποδέκτες και πλεονεκτήματα. Για τους επαγγελματίες συντηρητές και τους φοιτητές των Τμημάτων Συντήρησης και Διατήρησης, η επαφή με τις εργασίες άλλων συναδέλφων ή ομάδων συντηρητών και η πρόσβαση στα αποτελέσματα εφαρμογής υλικών ή τεχνικών σε συγκεκριμένες κατηγορίες υλικού, νέων μεθόδων και υλικών, πιλοτικών εφαρμογών, συστηματικών και τεκμηριωμένων εργασιών ή προγραμμάτων συντήρησης, θα συνεισέφερε στην ενημέρωση, καθώς η πρόσβαση στις εξελίξεις δεν είναι πάντα εύκολη, στον εποικοδομητικό διάλογο και στην ανταλλαγή τεχνογνωσίας, αλλά και στην ενίσχυση και την προώθηση της γνώσης. Σε δεύτερο επίπεδο, θα συντελούσε στην ενίσχυση της κοινότητας των συντηρητών και στη δημιουργία corpus δεδομένων, συνεπώς, στην εξέλιξη του επαγγέλματος (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Σχηματική παράσταση των οφελών της διάχυσης της πληροφορίας

Για την επιστημονική κοινότητα που σχετίζεται με την έρευνα του πολιτισμικού αγαθού, θα συνεισέφερε στη διάθεση πληροφοριών που είναι χρήσιμες για τη μελέτη τεκμηρίων σε άλλες ειδικότητες, π.χ. σε κωδικολόγους, παλαιογράφους, ιστορικούς τέχνης, ιστορικούς του βιβλίου και τους επιστήμονες της συντήρησης. Επιπροσθέτως, θα προσέφερε πρόσβαση σε στοιχεία και περιοχές των τεκμηρίων που δεν είναι ορατά μετά τις επεμβάσεις συντήρησης, όπως π.χ. τα υποστηρίγματα ραφής και τα περάσματα τους στις πινακίδες ενός χειρόγραφου κώδικα, αλλά και στην ανάπτυξη διεπιστημονικού διαλόγου και συνεργασιών. Αναμφισβήτητα, η διάχυση της πληροφορίας θα συνέβαλε στην ανταλλαγή δεδομένων και στην εξέλιξη των επιστημών.

Για το ευρύ κοινό, η εξοικείωση με το αντικείμενο και τους σκοπούς της συντήρησης θα ενθάρρυνε τον διάλογο και την επικοινωνία με τους συντηρητές και θα συνέβαλε στην κατανόηση του σκοπού των εργασιών συντήρησης και στην καλλιέργεια μιας οπτικής λιγότερο επεμβατικής. Επιπλέον, θα ενίσχυε τον σεβασμό, την εκτίμηση και την κατανόηση του αντικειμένου, μέσω δεδομένων που θα αναδεικνύουν και θα τεκμηριώνουν την αξία του. Τέλος, θα συνέβαλε στη διατήρηση, καθώς τα ψηφιακά αντίγραφα που συνοδεύονται με εμπλουτισμένες πληροφορίες είναι δυνατόν να αποτρέψουν την ανάγκη πρόσβασης στο αυθεντικό αντικείμενο, που σε περιπτώσεις αντικειμένων όπως το αρχαιακό υλικό δεν είναι εύκολο να περιοριστεί (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Σχηματική παράσταση των οφελών της διάχυσης της πληροφορίας στο ευρύ κοινό

Αναμφισβήτητα δεν προτείνεται η διάθεση πληροφοριών για κάθε αντικείμενο που υποβάλλεται σε εργασίες συντήρησης, αλλά σε επιλεγμένες περιπτώσεις που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

3. ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Οι επιλογές για την ένταξη και ανάρτηση ψηφιακού περιεχομένου που συγκεντρώνεται από τους συντηρητές αρχαιοτήτων και έργων τέχνης, και τους επαγγελματίες σχετικών ειδικοτήτων, είναι σήμερα πολυάριθμες.

Πρώτη επιλογή αποτελούν οι βάσεις διάθεσης ψηφιακού υλικού, όπως οι βάσεις ψηφιοποίησης αρχαιακού υλικού και βιβλίων ή οι διαδικτυακοί κατάλογοι αρχείων και βιβλιοθηκών, μέσω των οποίων είναι δυνατόν να επιτύχουν διάχυση σε ευρύτερο κοινό. Το σχετικό περιεχόμενο είτε πλαισιώνει ψηφιακά αντίγραφα τεκμηρίων, είτε είναι προσβάσιμο μέσω links με τις βάσεις

περιγραφής, π.χ. σε εθνικές βάσεις που παρουσιάζουν ψηφιακά αντίγραφα χειρογράφων όπως η Manus on Line στην Ιταλία περιλαμβάνει την ενότητα special projects με ενδιαφέρουσες αναρτήσεις, ενώ η βάση Manuscripta.at στην Αυστρία συνδέεται με την εθνική βάση υδατοσήμων και τη διεθνή βάση υδατοσήμων Bernstein, ενώ σύντομα θα υπάρχει διασύνδεση με βάση δεδομένων που περιέχει αποτελέσματα μη καταστρεπτικού ελέγχου και ανάλυσης για τα ψηφιοποιημένα τεκμήρια [1,2]. Εκτενείς παρουσιάσεις αποτελεσμάτων μελέτης, τεκμηρίωσης και συντήρησης είναι επίσης διαθέσιμες σε ιστοσελίδες σημαντικών project, π.χ. Codex Sinaiticus [3].

Περιεχόμενο που αφορά τη συντήρηση συναντάμε στις ιστοσελίδες των φορέων που έχουν Τμήματα συντήρησης και διατήρησης, σε σχετικές ενότητες, π.χ. τα National Archives στη Μεγάλη Βρετανία και η Library of Congress στην Ουάσινγκτον των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής αναρτούν θέματα συντήρησης μηνιαίως ή ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ενώ υπάρχουν παράλληλα διαθέσιμα θέματα διατήρησης και έρευνας [4,5]. Αντίστοιχα, στην υπό εξέλιξη ιστοσελίδα των Γενικών Αρχείων του Κράτους (ΓΑΚ), του εθνικού αρχαιακού φορέα της Ελλάδας, υπάρχει ενότητα για τη συντήρηση και τη διατήρηση στην οποία αναφέρονται πληροφορίες για την αντιμετώπιση ειδικών περιπτώσεων τεκμηρίων και τη μελέτη τους [6].

Η πραγματοποίηση διαδικτυακών συνεδρίων που προέκυψε ως εναλλακτική λύση για να ανταπεξέλθει η επιστημονική κοινότητα στην απαγόρευση των μετακινήσεων και στην αποφυγή συγχρωτισμού για τον περιορισμό διασποράς της λοίμωξης COVID-19, αποτέλεσε αφορμή για την ανάρτηση των παρουσιάσεων των συνεδρίων στο διαδίκτυο, π.χ. πρόσφατα η οργανωτική επιτροπή του διεθνούς συνεδρίου Care and Conservation of Manuscripts 18 ανάρτησε παρουσιάσεις ομιλητών σε σχετικό κανάλι στο YouTube, έχοντας εξασφαλίσει τη σύμφωνη γνώμη τους. Το ίδιο ψηφιακό περιεχόμενο είναι δυνατόν να αναρτηθεί σε βάσεις με θεματολογία που σχετίζεται με το είδος ή την περίοδο εκπόνησης του αντικειμένου, π.χ. στην ιστοσελίδα Digital Medieval Webinar Repository οι ερευνητές μπορούν να αναρτήσουν παρουσιάσεις τους σε συγκεκριμένο format [7].

Ψηφιακό υλικό που συγκεντρώνεται κατά τη μελέτη, τεκμηρίωση και συντήρηση τεκμηρίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί υποστηρικτικά σε εκθέσεις (δια ζώσης και διαδικτυακές), για να πλαισιώσει την παρουσίαση ειδικών περιπτώσεων τεκμηρίων και να αναδειχθούν διαφορετικές απόψεις και λεπτομέρειες. Εναλλακτικά, θα μπορούσαν να παρουσιάζονται ανεξάρτητα σε ειδικές οθόνες ως μέρος του σεναρίου της έκθεσης, ως διαδραστική εφαρμογή.

Αναμφισβήτητα, για τη διάθεση της πληροφορίας και την πρόσβαση σε αυτή θα πρέπει να αντιμετωπιστούν διάφορα ζητήματα. Η ανάκτηση της πληροφορίας αποτελεί το σημαντικότερο πρόβλημα. Συντηρητές στο εξωτερικό προσάρτησαν σχετικό υλικό μαζί με ψηφιοποιημένα αντίγραφα, αλλά η πρόσβαση, ή η ανάκτησή τους προέκυψε προβληματική. Το απέδωσαν στην έλλειψη κοινής ορολογίας αλλά και στα πεδία περιγραφής-αναζήτησης, γεγονός που δεν αποτελεί έκπληξη, εάν αναλογιστούμε ότι για κάθε διαφορετικό τύπο αντικειμένου, ακόμα και σε συναφή αντικείμενα, τα πεδία περιγραφής είναι πολυάριθμα και διαφορετικά για τα υλικά κατασκευής και τις τεχνικές, τις φθορές και τις επεμβάσεις συντήρησης. Είναι, λοιπόν, πιθανή η ανάγκη κωδικοποίησης των πεδίων περιγραφής και η δημιουργία προεπιλογών για την ανάπτυξη ενός ομογενούς συστήματος αναζήτησης δεδομένων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα διαφορετικά δελτία που χρησιμοποιούνται στα ΓΑΚ για λυτά έγγραφα σε χαρτί και περγαμηνή, τα έργα τέχνης σε χαρτί, το σταχωμένο υλικό και τα βιβλία, τα οποία διαφέρουν σε περιεχόμενο και η πληθώρα της πληροφορίας που καταγράφεται είναι ιδιαίτερα σημαντική σε όγκο, συχνά σε ελεύθερο κείμενο.

Επιπλέον, ζητήματα που εγείρονται είναι η επιλογή του είδους της πληροφορίας που θέλουμε το κοινό να έχει πρόσβαση, η συνεργασία για την ένταξη νέων πεδίων σε προγράμματα π.χ. ψηφιοποίηση αρχαιακών συλλογών, αλλά και ο επιπλέον χρόνος εργασίας.

4. Η ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΠΑΝΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Οι δυνατότητες που παρέχει η ψηφιακή εποχή μπορούν να αποτελέσουν έναυσμα για τον επαναπροσδιορισμό των προγραμμάτων συντήρησης σε συγκεκριμένες κατηγορίες αντικειμένων, και ειδικότερα του βαθμού επέμβασης, αναλογιζόμενοι την πιθανή επίδραση τους σε αυτά, και έχοντας ως ουσιαστικό στόχο τη διατήρηση του συνόλου των στοιχείων και της πληροφορίας που φέρουν ως τεχνουργήματα συγκεκριμένης εποχής, προέλευσης και χρήσης. Ο σύγχρονος συντηρητής βρίσκεται πλέον μπροστά σε καιρία ερωτήματα όπως:

- Οι εργασίες συντήρησης επηρεάζουν την αυθεντικότητα των αντικειμένων;
- Είναι δυνατόν να διατηρηθούν όλα τα αυθεντικά στοιχεία και οι εγγενείς πληροφορίες ενός αντικειμένου αν εφαρμοστούν εκτεταμένες εργασίες αποκατάστασης;
- Μπορούν οι εργασίες συντήρησης να επηρεάσουν τη διανοητική και δομική ακεραιότητα ενός αντικειμένου;
- Οι εργασίες συντήρησης θα μπορούσαν να περιορίσουν την μελλοντική έρευνα;
- Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την εφαρμογή αναλυτικών τεχνικών μετά από εργασίες συντήρησης θα είναι ακριβή ή θα αλλοιωθούν από την χρήση υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη συντήρηση; Αναμφισβήτητα, η εφαρμογή αναλύσεων μετά την εφαρμογή εργασιών συντήρησης είναι πιθανόν να οδηγήσει σε προβληματικά αποτελέσματα.

Είναι γεγονός ότι το εύρος των εργασιών συντήρησης που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα αντικείμενο ποικίλουν, ανάλογα με την προσέγγιση που υιοθετείται από το προσωπικό ενός εργαστηρίου συντήρησης, ή υποδεικνύεται από τους επιμελητές μιας συλλογής, ή επιβάλλεται από το γούστο του ιδιοκτήτη ενός αντικειμένου στη περίπτωση που ανήκει σε ιδιωτική συλλογή.

Σε πολλές περιπτώσεις, κατά τη διάρκεια των εργασιών συντήρησης είναι δυνατόν να αποκαλυφθούν νέα στοιχεία για τα υλικά και την τεχνολογία κατασκευής του αντικειμένου υπό εξέταση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η προσέγγιση συντήρησης μιας βιβλιοδεσίας του 16ου αιώνα, σε ένα σπάνιο παλαιότυπο. Οι αυθεντικές ξύλινες πινακίδες, οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικές απώλειες και άλλες μηχανικές φθορές, φέρουν σημαντικές πληροφορίες των τεχνικών χαρακτηριστικών της βιβλιοδεσίας, καθώς διατηρούν ίχνη των περασμάτων των υποστηριγμάτων ραφής, των στερεώσεων των κεφαλαριών και κόκκινο χρώμα στις κεκλιμένες ακμές των πινακίδων, όπου σώζονται και οι στερεώσεις των κλείστρων (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Ιερόν Ευαγγέλιον, Βενετία, 1550. Πριν τη συντήρηση.

Για την επαναχρησιμοποίηση των πινακίδων απαιτούνται εκτεταμένες επεμβάσεις συμπλήρωσης των απωλειών, σύνδεσης σπασμένων τμημάτων και αφαίρεσης των στοιχείων της παλαιάς βιβλιοδεσίας, όπως των κλωστών στερέωσης κεφαλαριών και των σπάγκων σύνδεσης των πινακίδων. Παράλληλα, το παλαιό δερμάτινο κάλυμμα, θα πρέπει να συμπληρωθεί, να στερεωθεί και να επικολληθεί πάνω στις παλιές πινακίδες με χρήση κάποιου συγκολλητικού μέσου, με πολύ μικρές πιθανότητες αντιστρεψιμότητας. Όλες αυτές οι εργασίες θα έχουν ως αποτέλεσμα την απόκρυψη των στοιχείων της αυθεντικής βιβλιοδεσίας και αποτρέπουν οποιαδήποτε πρόσβαση για έρευνα των επιμέρους υλικών κατασκευής. Η συγκεκριμένη προσέγγιση εγείρει σημαντικά ηθικά ζητήματα.

Ως εναλλακτική μέθοδος θα μπορούσε να συζητηθεί η διατήρηση των στοιχείων της παλαιάς βιβλιοδεσίας, (πινακίδων, κεφαλαριών, δερμάτινου καλύμματος, υφάσματος ενίσχυσης της ράχης) σε ένα κουτί και η εφαρμογή των απαραίτητων εργασιών εξυγίανσης του σώματος του βιβλίου. Σε αυτές θα μπορούσε να περιλαμβάνεται η ραφή των τευχών του σύμφωνα με τα παλιά ίχνη της στάχωσης και η χρήση νέων πινακίδων στις οποίες θα επικολληθεί νέο δερμάτινο κάλυμμα αποφεύγοντας τη χρήση κόλλας στη ράχη. Ακόμα και η ραφή κεφαλαριών, ακολουθώντας τα στοιχεία των αυθεντικών κεφαλαριών θα μπορούσε να θεωρηθεί αποδεκτή, σε αντίθεση με την προσθήκη κλείστρων και άλλων μεταλλικών διακοσμητικών προσαρτήσεων, που θα βασιζόταν σε άλλες σύγχρονες βιβλιοδεσίες καθώς δεν υπάρχουν ικανοποιητικές ενδείξεις για τη μορφή τους.

Δεν λείπουν όμως και παραδείγματα αντικειμένων που τα αυθεντικά στοιχεία τους έχουν αλλοιωθεί ή παραποιηθεί, καθώς παραδοσιακά οι εργασίες συντήρησης περιλάμβαναν την εφαρμογή εργασιών αποκατάστασης ως αποδεκτή πρακτική, παρά το γεγονός ότι συχνά βασίζονταν σε αποσπασματικά στοιχεία και παράτολμες υποθέσεις της τεχνολογίας κατασκευής της εποχής. Είναι μια τέτοια πρακτική αποδεκτή σήμερα; Μήπως τα αποτελέσματα εκτενών εργασιών αποκατάστασης θα μπορούσαν να έχουν παραπλανητικές προεκτάσεις; Με τα μέσα που μας έχει προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία, υπάρχει πλέον η δυνατότητα οι επεμβάσεις συντήρησης να περιοριστούν στις πλέον αναγκαίες και απαραίτητες, για να διατηρηθούν όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία για μελλοντική μελέτη.

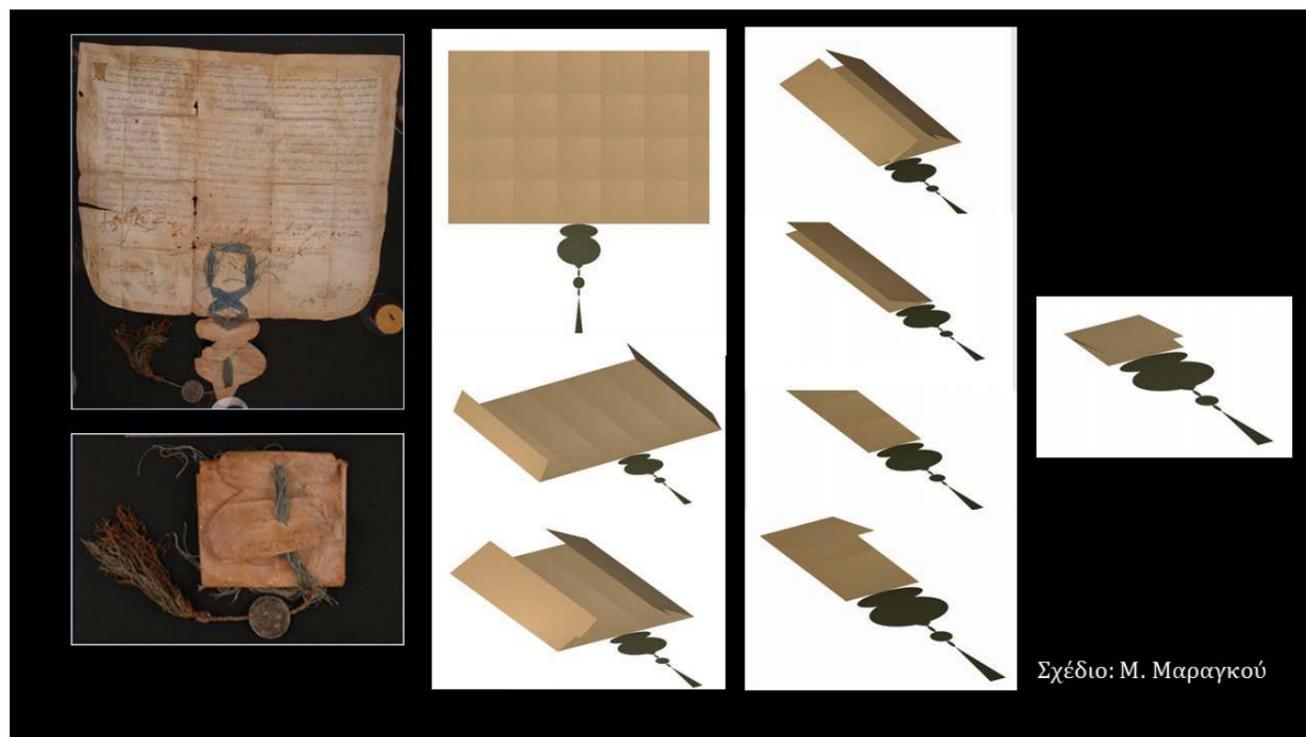
Η εφαρμογή VisColl αποτελεί ενδεικτικό παράδειγμα ψηφιακού εργαλείου ανοικτής πρόσβασης μέσω του οποίου είναι δυνατή η αντιστοίχιση των φύλλων ενός βιβλίου και η ψηφιακή ανασύσταση των τευχών από τα οποία απαρτίζεται το σώμα του [8]. Πρόσφατα παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα των εργασιών ψηφιακής απεικόνισης των τευχών του κώδικα Gr.VII, 22 της Μαρκιανής Βιβλιοθήκης, που έχει συντηρηθεί και αποκατασταθεί δύο φορές στο παρελθόν, με τη χρήση αυτού του ψηφιακού εργαλείου χωρίς να πραγματοποιηθεί η επίπονη διάλυση της στάχωσης και οι χρονοβόρες διαδικασίες της πραγματικής αντιστοίχισης των φύλλων του κώδικα στην πράξη [9].

Με τα μέσα που έχουν αναπτυχθεί στην ψηφιακή εποχή είναι δυνατόν πλέον να έχουμε μια πλήρη ψηφιακή εικόνα κωδίκων που είναι κατακερματισμένοι σε διάφορες βιβλιοθήκες, όπως π.χ ο σιναιτικός κώδικας (Βρετανική Βιβλιοθήκη, Πανεπιστήμιο Λειψίας, Μονή Αγ.Αικατερίνης Σινά, Εθνική Βιβλιοθήκη Ρωσίας στην Αγία Πετρούπολη). Σε ορισμένες περιπτώσεις ψηφιακών εικονογραφημένων χειρογράφων κωδίκων της Βρετανικής Βιβλιοθήκης, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ξεφυλλίζει το βιβλίο και να ακούει παράλληλα την αφήγηση του κειμένου του [10].

Με τα ψηφιακά μέσα που διαθέτει η σύγχρονη τεχνολογία είναι δυνατόν να δημιουργηθούν τρισδιάστατα μοντέλα κωδίκων, με τρισδιάστατες ψηφιακές αναπαραστάσεις της βιβλιοδεσίας.

Επιπλέον, στις περιπτώσεις που ορισμένες επεμβάσεις συντήρησης δεν μπορούν να αποφευχθούν, κυρίως για λόγους διατήρησης, όταν καθιστούν ορισμένα χαρακτηριστικά

λιγότερο εμφανή, θα πρέπει να επιβάλλεται η λεπτομερής φωτογραφική και σχεδιαστική καταγραφή αυτών, καθώς και η δημιουργία αντιγράφου-μοντέλου (γνωστό με τον αγγλικό όρο surrogate) για τη μελέτη του τεκμηρίου. Παράδειγμα αποτελεί η ψηφιακή απεικόνιση του τρόπου που ήταν διπλωμένο ένα περγαμηνό έγγραφο για το οποίο αποφασίστηκε η επιπεδοποίησή του με σκοπό τη διατήρηση της εικονογράφησης που απολεπιζόταν στην περιοχή των τσακίσεων (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Ψηφιακή απεικόνιση τρόπου διπλώσης περγαμηνού σιγιλλίου.

5. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Χωρίς αμφιβολία, η ψηφιακή τεχνολογία άνοιξε μια νέα προοπτική. Η ψηφιοποίηση προσφέρει εύκολη πρόσβαση στα πολιτιστικά αγαθά που φυλάσσονται σε φορείς και ιδρύματα σε όλο τον κόσμο. Είναι πλέον εμφανής η ανάγκη ενσωμάτωσης των στοιχείων, που συλλέγονται από τους συντηρητές με δυνατότητα πρόσβασης στους ενδιαφερόμενους μελετητές ή ερευνητές, αλλά ακόμα και στο ευρύ κοινό, πιθανώς μέσω ηλεκτρονικών συνδέσμων (links). Απαραίτητες προϋποθέσεις για την ανάκτηση των δεδομένων αποτελούν η προτυποποίηση της τεκμηρίωσης των χαρακτηριστικών και των επεμβάσεων συντήρησης.

Σε αυτό το πλαίσιο, θα πρέπει να επανεξεταστεί η επίδραση των επεμβάσεων συντήρησης στη μελέτη και ερμηνεία των αυθεντικών πληροφοριών που φέρει το αντικείμενο υπό το πρίσμα της διατήρησης της διανοητικής και δομικής ακεραιότητάς του, διασφαλίζοντας την απρόσκοπτη μελέτη και έρευνα τους.

Τέλος, η διάχυση των στοιχείων που συγκεντρώνονται από τους συντηρητές, παράλληλα με την κριτική θεώρηση της προσέγγισης των επεμβάσεων συντήρησης είναι δυνατόν να συνεισφέρει στην επιστημονική έρευνα, αλλά μπορεί επίσης να παίξει καταλυτικό ρόλο στην συλλογική εκτίμηση και διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] MANUS, <https://manus.iccu.sbn.it/progetti.php> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [2] Αυστριακή Ακαδημία των επιστημών, ενότητα για των αυστριακών μεσαιωνικών χειρογράφων <https://manuscripta.at/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [3] Σιναιϊκό Κώδικα, <https://www.codexsinaiticus.org/en/project/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [4] Εθνικό Αρχείο της Μεγάλης Βρετανίας, ενότητα φροντίδας των συλλογών, <https://www.nationalarchives.gov.uk/about/our-role/collection-care/heritage-science-research-and-development/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [5] Βιβλιοθήκη του Κογκρέσου των Ηνωμένων Πολιτειών, ενότητα διατήρησης <https://www.loc.gov/preservation/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [6] Κεντρική Υπηρεσία των Γενικών Αρχείων του Κράτους, ενότητα διαχείρισης αρχείων, <http://www.gak.gr/index.php/el/mathete-pos-diaxeirizomaste-ta-arxeia?id=456> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [7] Digital Medieval Webinar Repository (DMWR), <https://zenodo.org/communities/dmwr/?page=1&size=20> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [8] VisColl: Modeling and Visualizing the Physical Construction of Codex Manuscripts, <https://viscoll.org/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [9] C. Benvestito, A. Campagnolo and S. Kaklamais, Archaeological investigations into Code Marcianus, <https://www.youtube.com/watch?v=8GhD5T1ID6A&t=5s> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [10] Βρετανική Βιβλιοθήκη, <http://www.bl.uk/turning-the-pages/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Γ. Χριστοδούλου¹, Ε. Μωραΐτου¹

¹Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας & Επικοινωνίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Λόφος Πανεπιστημίου, Τ.Κ. 811 00, Μυτιλήνη

Περίληψη

Η παραγωγή και συλλογή πληροφορίας τεκμηρίωσης αποτελεί τη ραχοκοκαλιά της διαδικασίας συντήρησης, αφού οι πληροφορίες που εντοπίζονται ή καταγράφονται στο πλαίσιο της συντήρησης συνδέονται άμεσα με την εκτίμηση της κατάστασης του αντικειμένου συντήρησης και τη λήψη αποφάσεων για την αντιμετώπιση ζητημάτων συντήρησης και διατήρησής του. Ωστόσο, λόγω του μεγάλου βαθμού ετερογένειας που παρουσιάζει η τεκμηρίωση της συντήρησης σε επίπεδο καταγραφής, η ανάκτηση και ανταλλαγή δεδομένων τεκμηρίωσης υπόκειται ακόμη και σήμερα σε σημαντικούς περιορισμούς ανακνησιμότητας και προσβασιμότητας. Σε μια προσπάθεια να αντιμετωπίσει ζητήματα ενιαίας οργάνωσης, πρόσβασης και διασύνδεσης των δεδομένων τεκμηρίωσης, ο τομέας της Συντήρησης Πολιτιστικής Κληρονομιάς έχει στραφεί ερευνητικά προς τις τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού (ΣΙ), και ειδικότερα στις Οντολογίες Ιστού, ως μεθόδου αναπαράστασης, οργάνωσης και διαχείρισης δεδομένων. Στο παρόν παρουσιάζονται η φύση και οι δυνατότητες των τεχνολογιών ΣΙ, με έμφαση στις Οντολογίες Ιστού, μέσα από ενδεικτικά παραδείγματα που αναδεικνύουν τα δυνητικά οφέλη εφαρμογής των τεχνολογιών αυτών στην υπηρεσία του τομέα της Συντήρησης, προς δύο κατευθύνσεις: (α) την ομογενοποίηση και ενσωμάτωση των δεδομένων τεκμηρίωσης σε ένα κοινό πλαίσιο αναζήτησης και πρόσβασης, και (β) τη δημιουργία ψηφιακών υπηρεσιών υποστήριξης των διαδικασιών λήψης αποφάσεων συντήρησης.

1. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Η υλική Πολιτιστική Κληρονομιά (ΠΚ) περιλαμβάνει μνημεία, κτίρια, χώρους, αντικείμενα και συλλογές αντικειμένων με ιστορική, καλλιτεχνική, αισθητική, επιστημονική, εθνολογική ή ανθρωπολογική αξία, των οποίων τη διατήρηση αναλαμβάνουν τα διάφορα ιδρύματα και οργανισμοί της ΠΚ [1, 2]. Ένα σημαντικό μέρος της διατήρησης της υλικής ΠΚ έγκειται στη συντήρησή της, δηλαδή στον σχεδιασμό και την εφαρμογή μέτρων και δράσεων που αποσκοπούν στη διαφύλαξη της και στην εξασφάλιση της προσβασιμότητάς της για τις παρούσες και μελλοντικές γενιές [2].

Οι επαγγελματίες και επιστήμονες του τομέα της Συντήρησης ουσιαστικά προσπαθούν να κατανοήσουν την αρχική κατάσταση του εκάστοτε αντικειμένου συντήρησης σε αντιπαράβολή με την παρούσα κατάστασή του, ώστε να προσδιορίσουν τις ενέργειες που χρειάζεται να εκτελέσουν προκειμένου να αποσοβήσουν τις μη επιθυμητές αλλαγές και να διατηρήσουν τις αξίες του αντικειμένου συντήρησης [2, 3, 4]. Προκειμένου να το επιτύχουν αυτό, οι επαγγελματίες και επιστήμονες της Συντήρησης ακολουθούν μια διαδικασία η οποία σε γενικές γραμμές περιλαμβάνει έξι βασικά στάδια (βλ. Εικόνα 1) [2, 3]:

- *κατάρτιση του έργου συντήρησης*, όπου καθορίζονται τα προβλήματα του αντικειμένου συντήρησης, καθώς και οι απαιτήσεις και οι στόχοι του έργου συντήρησης,
- *εκτίμηση ρίσκου*, όπου αναγνωρίζονται πιθανοί κίνδυνοι που αφορούν σε ζητήματα υγείας και ασφάλειας στο πλαίσιο υλοποίησης των ενεργειών συντήρησης, στην καταλληλότητα των ενεργειών συντήρησης σε σχέση με το προς συντήρηση αντικείμενο κ.ά.

- *ταυτοποίηση, αξιολόγηση και επιλογή ενεργειών συντήρησης*, όπου προσδιορίζονται οι ενέργειες προληπτικής ή επεμβατικής συντήρησης και αποκατάστασης βάσει των απαιτήσεων και περιορισμών που έχουν καταγραφεί στα προηγούμενα στάδια,
- *ανάπτυξη και αποδοχή ενός συγκεκριμένου πλάνου*, όπου προσδιορίζεται ένα πλάνο δράσης και γίνεται αποδεκτό από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη,
- *εφαρμογή του αποδεκτού πλάνου*, όπου εκτελούνται οι συμφωνημένες ενέργειες,
- *ολοκλήρωση του έργου συντήρησης*, όπου το αποτέλεσμα των δράσεων καταγράφεται και αξιολογείται, και προτείνονται κατευθυντήριες γραμμές για την μελλοντική διατήρηση και χειρισμό του αντικειμένου συντήρησης.



Εικόνα 1: Στάδια διαδικασίας συντήρησης.

Η τεκμηρίωση συντήρησης, δηλαδή η δημιουργία, συλλογή και διατήρηση πληροφορίας σχετικής με τη συντήρηση ενός αντικειμένου, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι ενός έργου συντήρησης και συνοδεύει όλα τα προαναφερθέντα στάδια της διαδικασίας συντήρησης [2, 3]. Κατά τα διάφορα στάδια συντήρησης, οι διάφοροι εμπλεκόμενοι χρειάζεται να συγκεντρώσουν και να ανταλλάξουν ένα ευρύ φάσμα πληροφοριών που μπορεί να αφορούν σε (υλικές ή μη) πτυχές του αντικειμένου συντήρησης, σε σχετικές με τη μελέτη περίπτωσης εφαρμογές μεθόδων διάγνωσης και των αποτελεσμάτων τους, σε σχετικές με τη μελέτη περίπτωσης επεμβάσεις συντήρησης και άλλη σχετική πληροφορία [4]. Στο πλαίσιο αυτών των διαδικασιών, είναι κρίσιμο τα διαφορετικά κομμάτια πληροφορίας να είναι εύκολα προσβάσιμα από όλους τους εμπλεκόμενους στο έργο συντήρησης (που μπορεί να προέρχονται είτε από καθ' εαυτόν τον τομέα της Συντήρησης είτε ευρύτερα από την ΠΚ), προκειμένου να παραχθούν συμπεράσματα και τελικά να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με τις απαιτούμενες ενέργειες συντήρησης [5].

Επί του παρόντος οι επιστήμονες και επαγγελματίες της Συντήρησης έρχονται συχνά αντιμέτωποι με προβλήματα πρόσβασης σε πληροφορία τεκμηρίωσης συντήρησης, καθώς και διασύνδεσης αυτής της πληροφορίας, λόγω του μεγάλου βαθμού ετερογένειας και κατακερματισμού που αυτή παρουσιάζει. Τα διάφορα εργαστήρια συντήρησης καταγράφουν τα δεδομένα τεκμηρίωσης των έργων συντήρησης που διεκπεραιώνουν σε τοπικές βάσεις δεδομένων, οι οποίες αφενός ενδέχεται να παρουσιάζουν διαφορετική δομή και οργάνωση δεδομένων, ακολουθώντας τις απαιτήσεις καταγραφής που υπαγορεύουν διαφορετικές εξειδικεύσεις συντήρησης, και αφετέρου δεν επικοινωνούν μεταξύ τους, ώστε να επιτρέπουν τη διασύνδεση και την ανταλλαγή πληροφορίας [5, 6, 7]. Ως προς την οργάνωση της πληροφορίας, διαφορετικές βάσεις δεδομένων ενδέχεται να αποθηκεύουν τους ίδιους τύπους πληροφορίας χρησιμοποιώντας διαφορετικά μορφότυπα και τρόπους δόμησης

(αυστηρά δομημένα δεδομένα, ημι-δομημένα δεδομένα, αδόμητα δεδομένα), τα οποία καθιστούν δύσκολη έως αδύνατη την μεταξύ τους διασύνδεση [5, 6]. Στα προαναφερθέντα προβλήματα έρχεται να προστεθεί και η ασυνέπεια στην εννοιοδότηση και χρήση όρων, που συνιστά πολύ συχνό φαινόμενο στον τομέα της Συντήρησης [5, 8].

Με δεδομένο ότι η τεκμηρίωση ενός έργου συντήρησης αποτελεί σημαντική παρακαταθήκη τεχνογνωσίας που μπορεί να φανεί πολύτιμη σε μελλοντικά έργα συντήρησης με παρόμοια χαρακτηριστικά, περιεχόμενο και απαιτήσεις, λειτουργώντας ως συμβουλευτικός οδηγός για την εφαρμογή αποδεδειγμένα στην πράξη καλών πρακτικών συντήρησης, ή, αντιθετο-αντίστροφα, για την αποφυγή πρακτικών που έχουν στο παρελθόν αποδειχθεί ακατάλληλες για συγκεκριμένες περιπτώσεις, καθίσταται επιβεβλημένη η ανάγκη για ενιαία και άρτια διάθεση του συνόλου της πληροφορίας τεκμηρίωσης που καταγράφεται στο πλαίσιο έργων συντήρησης, με τρόπο που να καθιστά δυνατή την διασύνδεση και αντιπαραβολή της διαθέσιμης πληροφορίας.

2. ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ – ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΙΣΤΟΥ

Ως απάντηση στην αυξανόμενη ανάγκη για επίτευξη διαλειτουργικότητας των δεδομένων τεκμηρίωσης έργων συντήρησης, σε μια προσπάθεια γεφύρωσης του χάσματος που απορρέει από το υπάρχον καθεστώς πληροφοριακής ετερογένειας και κατακερματισμού που επικρατεί σε μεγάλο βαθμό στον τομέα της Συντήρησης, όπως περιγράψαμε παραπάνω, εμποδίζοντας την αποτελεσματική διασύνδεση και διαμοιρασμό της διαθέσιμης τεκμηρίωσης συντήρησης, η επιστημονική κοινότητα της Συντήρησης στρέφεται τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο στις τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού (ΣΙ), και πιο συγκεκριμένα στις Οντολογίες Ιστού, ως μέθοδο οργάνωσης και διαχείρισης δεδομένων [5, 7].

Τι είναι όμως ο Σημασιολογικός Ιστός και ποιά η δυνητική προσφορά των τεχνολογιών που παρέχει στην επίλυση των προαναφερθέντων ζητημάτων; Ο Σημασιολογικός Ιστός συνιστά ένα όραμα που φιλοδοξεί να εξελίξει τον Παγκόσμιο Ιστό, προσδίδοντας σε αυτόν σημασιολογικό περιεχόμενο και υπόσταση. Σύμφωνα με το όραμα Σημασιολογικού Ιστού, το υπάρχον περιεχόμενο του Ιστού εμπλουτίζεται με σημασιολογικό περιεχόμενο το οποίο αναπαρίσταται σε μια μορφή που είναι τεχνικά επεξεργάσιμη, ενώ χρησιμοποιεί ευφυείς τεχνικές και εργαλεία προς αξιοποίηση αυτού του σημασιολογικού “στρώματος” [9]. Η γενική ιδέα πίσω από το όραμα του Σημασιολογικού Ιστού είναι να καταστήσει τη μηχανή (δηλ. τον ηλεκτρονικό υπολογιστή) ικανή να “αντιλαμβάνεται” τη σημασία, δηλαδή το νόημα, των δεδομένων και βάσει αυτής της αντίληψης να εξαγάγει συμπεράσματα, παράγοντας έτσι νέα γνώση, με απώτερο στόχο την αποτελεσματικότερη διάθεση αυτού του περιεχομένου στον χρήστη του Διαδικτύου (στο γενικό πλαίσιο που ορίζει μια διαδικασία ανάκτησης πληροφορίας μέσω μιας μηχανής αναζήτησης, ή “αποτελεσματικότητα” στην παροχή πληροφορίας αναφέρεται στον βαθμό στον οποίο η ανακτηθείσα πληροφορία ανταποκρίνεται σε αυτό που είχε κατά νου ο χρήστης κατά την αναζήτηση).

Οι Οντολογίες Ιστού (ή απλά οντολογίες) αποτελούν το βασικό συστατικό του ΣΙ και παρέχουν τη δυνατότητα τυποποίησης της σημασιολογίας ενός δεδομένου γνωστικού πεδίου, μέσω της αναπαράστασής του σε ένα εννοιολογικό σχήμα [10]. Ένα εννοιολογικό σχήμα κατά βάση συνίσταται από (α) έννοιες, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους ιεραρχικά, και (β) εννοιολογικές συσχετίσεις, δηλαδή σχέσεις μεταξύ των αναπαριστώμενων εννοιών, οι οποίες δημιουργούν επιπλέον συνδέσεις μεταξύ των εννοιών πέραν της ιεραρχικής [5]. Παρέχοντας ουσιαστικά μια τυποποιημένη αναπαράσταση μιας δεδομένης εννοιολόγησης (ενός δεδομένου γνωστικού πεδίου), οι οντολογίες μπορούν να επιλύσουν ζητήματα διαλειτουργικότητας δεδομένων, αφού ουσιαστικά παρέχουν ένα σημείο αναφοράς, στο οποίο οι διάφορες υποκείμενες έννοιες ορίζονται συστηματικά και ρητά, και μάλιστα με τρόπο τεχνικά επεξεργάσιμο. Με τον τρόπο αυτό, μια οντολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί με σκοπό απομακρυσμένες βάσεις δεδομένων, οι οποίες φιλοξενούν ουσιαστικά ίδιου τύπου δεδομένα αλλά οργανωμένα σε

σε ετερογενή εννοιολογικά σχήματα, να “επικοινωνούν” μεταξύ τους σημασιολογικά, έτσι ώστε το πληροφοριακό περιεχόμενο διαφορετικών απομακρυσμένων παρόχων να καθίσταται εν τέλει προσβάσιμο, π.χ. μέσω μιας μέτα-υπηρεσίας αναζήτησης, με τρόπο ενιαίο, ενσωματωμένο κάτω από ένα κοινό εννοιολογικό (υπερ)σχήμα (το οποίο ενοποιεί σημασιολογικά τα επιμέρους τοπικά σχήματα δεδομένων) [5]. Μια τέτοια υπηρεσία μπορεί να αναβαθμίσει σημαντικά τη διαδικασία αναζήτησης πληροφοριών, ως προς την ταχύτητα (μιας που ο χρήστης δεν χρειάζεται να επαναλαμβάνει την ίδια επερώτηση στους διάφορους επιμέρους παρόχους), και φυσικά ως προς την αρτιότητα της πληροφόρησης, αφού τα αποτελέσματα μιας αναζήτησης ενσωματώνουν περιεχόμενο από διαφορετικούς παρόχους [5].

Επιπρόσθετα, μια οντολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με μια μηχανή σημασιολογικής συλλογιστικής (semantic reasoning), δηλ. έναν αλγόριθμο ο οποίος επεξεργάζεται σημασιολογικά το οντολογικό μοντέλο, με σκοπό την εξαγωγή λογικών συμπερασμάτων με βάση την υπάρχουσα αναπαριστώμενη γνώση [10]. Ο συνδυασμός ενός οντολογικού μοντέλου γνώσης και μιας μηχανής σημασιολογικής συλλογιστικής μπορεί να λειτουργήσει ως η υπολογιστική βάση για την κατασκευή γνωσιοκεντρικών υπολογιστικών συστημάτων (knowledge-based systems) τα οποία υλοποιούν υπηρεσίες [11].

3. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ ΣΤΗΝ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Οι δυνατότητες της χρήσης τεχνολογιών ΣΙ διερευνώνται συστηματικά τα τελευταία χρόνια από τον ευρύτερο τομέα της ΠΚ, και ειδικότερα από τον τομέα της Συντήρησης, πρωτίστως σε μια προσπάθεια να δοθούν λύσεις στα ζητήματα ετερογένειας της πληροφορίας τεκμηρίωσης που συζητήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Στο πλαίσιο αυτό έχουν δημιουργηθεί ποικίλες οντολογίες, οι οποίες περιγράφουν εννοιολογικά κάποιο μεγαλύτερο ή μικρότερο κομμάτι (ανάλογα με τον σκοπό και το πλαίσιο ανάπτυξης της οντολογίας) του γνωστικού φάσματος που περικλείει ο τομέας της Συντήρησης. Τα περισσότερα από αυτά τα μοντέλα είναι ευθυγραμμισμένα ή επεκτείνουν ευρύτερα οντολογικά μοντέλα του γνωστικού πεδίου της ΠΚ, με δημοφιλέστερο το CIDOC CRM, ένα υψηλού επιπέδου αφαίρεσης (upper-level) εννοιολογικό μοντέλο για την αναπαράσταση πολιτιστικών δεδομένων, η ανάπτυξη του οποίου αποτελεί συλλογική προσπάθεια μιας διεπιστημονικής ομάδας ειδικών από διάφορα πεδία της ΠΚ (αρχαιολογία, μουσειακή τεκμηρίωση, ιστορία της τέχνης κ.ά.), καθώς και επιστημόνων πληροφορικής, υπό την σκέπη του ICOM CIDOC [12]. Ως εκ τούτου, το CIDOC CRM, σε συνδυασμό με τις διάφορες εξειδικευμένες επεκτάσεις του (FRBRoo, PRESSoo, CRMinf, CRMarchaeo, CRMsci, CRMgeo, CRMdig, CRMba, CRMtex, CRMsoc) [13]), παρέχει έννοιες και σχέσεις για την αναπαράσταση δεδομένων τεκμηρίωσης προερχόμενων από ποικίλα πεδία της ΠΚ. Επιπλέον, τα περισσότερα από αυτά τα μοντέλα έχουν αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη γνωσιοκεντρικών εφαρμογών και υπηρεσιών για μοντελοποίηση και διαχείριση δεδομένων, με σκοπό την υποστήριξη των διαδικασιών τεκμηρίωσης πολιτιστικής πληροφορίας. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα ενδεικτικά παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών και υπηρεσιών, που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο της του τομέα της Συντήρησης και αξιοποιούν τεχνολογίες ΣΙ.

3.1 Ενσωμάτωση και αναζήτηση δεδομένων τεκμηρίωσης

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η τεκμηρίωση ενός έργου συντήρησης μπορεί να συνεισφέρει τεχνογνωσία σε μελλοντικά έργα συντήρησης παρεμφερούς σκοπού και απαιτήσεων. Η συνεισφορά αυτή γίνεται ακόμα πιο σημαντική όταν η πληροφορία τεκμηρίωσης από πολλαπλά (παρεμφερή) έργα συντήρησης χρησιμοποιείται συνδυαστικά, οδηγώντας έτσι σε αρτιότερη και πλουσιότερη πληροφόρηση, και εν τέλει σε καλύτερες αποφάσεις συντήρησης. Σε αυτό το πλαίσιο γίνονται προσπάθειες από την επιστημονική

κοινότητα του τομέα της Συντήρησης δημιουργίας τέτοιων υπηρεσιών ενσωματωμένης αναζήτησης (integrated search) δεδομένων τεκμηρίωσης, οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα αναζήτησης και ανάκτησης δεδομένων τεκμηρίωσης από διαφορετικούς παρόχους, σε ένα ενιαίο πλαίσιο αναζήτησης.

Μία από τις πρώτες προσπάθειες χρήσης τεχνολογιών ΣΙ, και ειδικότερα οντολογιών, για την ενσωματωμένη αναζήτηση δεδομένων στον τομέα της Συντήρησης είναι το έργο Twentieth Century in Paint Project, (20thCPaint) [14], μια συλλογική προσπάθεια μεταξύ του Asia Pacific Twentieth Century Conservation Art Research Network (APTCCARN) και του eResearch Lab at the University of Queensland, κεντρικό αντικείμενο της οποίας ήταν η ανάπτυξη μιας διαδικτυακής βάσης γνώσης χτισμένης πάνω στην οντολογία OPPRA [15], με στόχο να δοθεί σε συντηρητές πινάκων η δυνατότητα ενιαίας πρόσβασης σε δομημένη πληροφορία για την συντήρηση πινάκων του 20ου αι., και να διευκολυνθεί η ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ συντηρητών πινάκων και άλλων ειδικών της διατήρησης ΠΚ (επιμελητών, επιστημόνων υλικών, χημικών κ.ά.). Αντίστοιχα, το έργο Monument Damage Information System (MONDIS) έχει αναπτύξει το σύστημα MONDIS, ένα γνωσιοκεντρικό σύστημα που εξειδικεύεται στη διάγνωση φθορών και τις επεμβάσεις συντήρησης ιστορικών κτιρίων [16]. Το σύστημα αναπτύχθηκε πάνω στην οντολογία Monument Damage Ontology (MDO), προκειμένου να ενσωματώσει, να οργανώσει και να επεξεργαστεί πληροφορία που αφορά σε συντήρηση ιστορικών κτιρίων, με σκοπό να υποστηρίξει την τεκμηρίωση και τον έλεγχο των φθορών ιστορικών κτιρίων, αλλά και τον σχεδιασμό και εφαρμογή σχετικών επεμβάσεων συντήρησης [17]. Πιο πρόσφατο παράδειγμα αξιοποίησης οντολογιών για διαχείριση δεδομένων τεκμηρίωσης συντήρησης είναι αυτό του έργου Patrimoine culturel et Restauration-Conservation: Ontologies pour l' Usage d' un Referentiel commun aux differentes Sources de donnees (PARCOURS). Βασικός στόχος του έργου ήταν η αντιμετώπιση του προβλήματος διαλειτουργικότητας των δεδομένων συντήρησης που παρέχονται από διαφορετικά ιδρύματα ΠΚ, μέσω της ανάπτυξης μιας κοινής υποδομής για την ενσωματωμένη αναζήτηση δεδομένων συντήρησης [18]. Παρομοίως, στο πλαίσιο του έργου Politismos-Technologia, New Technologies in the Research, Study, Documentation and Access to the Information for Cultural Heritage Objects and Monuments (POLITEIA) αναπτύχθηκε η εκπαιδευτική πλατφόρμα Polygnosis (Polygnosis platform), η οποία αξιοποιεί τεχνολογίες ΣΙ για την παροχή ενιαίας πρόσβασης σε πληροφορία που αφορά σε εφαρμογές και μεθόδους τεχνολογιών laser για την ανάλυση, διάγνωση και συντήρηση αντικειμένων ΠΚ [19]. Τέλος, πρόσφατα η κοινότητα Linked Conservation Data έχει ξεκινήσει μια συστηματική προσπάθεια δόμησης και ενσωμάτωσης δεδομένων συντήρησης διαφορετικών παρόχων (Stanford Libraries, Bodleian Library, Library of Congress, The National Archives (UK)) χρησιμοποιώντας ως βάση το CIDOC CRM [20].

Οι τεχνολογίες ΣΙ έχουν επίσης αξιοποιηθεί στην οπτική τεκμηρίωση, για οπτική επισημείωση (visual annotation), δηλαδή μαρκάρισμα δισδιάστατων ψηφιακών εικόνων ή τρισδιάστατων μοντέλων με δεδομένα που αφορούν, για παράδειγμα, στην τεχνολογία κατασκευής ή στην κατάσταση διατήρησης των υπό συντήρηση αντικειμένων. Η οπτική επισημείωση δισδιάστατων εικόνων και τρισδιάστατων μοντέλων που κάνει χρήση τεχνολογιών ΣΙ για την αναπαράσταση των δεδομένων επισημείωσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με εργαλεία ενσωματωμένης αναζήτησης, παρέχοντας για παράδειγμα τη δυνατότητα συσχέτισης παρεμφερών περιπτώσεων φθορών αντικειμένων που έχουν συντηρηθεί και άμεσης οπτικής αντιπαραβολής των επισημειωμένων φθορών μέσω ανάκτησης των (επισημειωμένων) ψηφιακών αναπαραστάσεων των αντικειμένων. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί το έργο GRAVITATE στο πλαίσιο του οποίου αναπτύχθηκε μια πλατφόρμα που παρέχει εργαλεία για την ανακατασκευή, επισημείωση και ανάλυση τρισδιάστατων μοντέλων αντικειμένων συντήρησης, καθώς και την ανάκτηση πληροφοριών για τα αντικείμενα αυτά [21]. Η πλατφόρμα αξιοποιεί για τις επισημειώσεις το Cultural Heritage Artefact Partonomy (CHAP), ένα λεξιλόγιο που έχει αναπτύχθει με τεχνολογίες ΣΙ για να περιγράψει χαρακτηριστικά

και στοιχεία τεχνολογίας κατασκευής αγαλματιδίων. Οι επισημειώσεις περιοχών των 3Δ μοντέλων που αναπαριστούν τα φυσικά αντικείμενα επιτρέπουν στους ειδικούς να αναζητούν και να εξετάζουν σε αντιπαραβολή αντικείμενα (π.χ. βάσει της μορφολογικής ανάλυσης της διακόσμησής τους) προκειμένου να επικυρώσουν τις υποθέσεις τους για την παραγωγή ή την αυθεντική κατάσταση των αντικειμένων (π.χ. να εντοπίσουν θραύσματα που ανήκουν στο ίδιο αντικείμενο ή σε αντικείμενα που προέρχονται από το ίδιο εργαστήριο) [22].

3.2 Ενσωμάτωση και αναζήτηση δεδομένων τεκμηρίωσης

Η λήψη αποφάσεων συνιστά τη ραχοκοκαλιά ενός έργου συντήρησης, αφού ο συντηρητής καλείται να λαμβάνει διάφορες αποφάσεις (π.χ. σχετικά με την επιλογή μεθόδων ανάλυσης, επέμβασης διατήρησης κλπ) καθ' όλη τη διαδικασία συντήρησης [2]. Μάλιστα, τα επιμέρους στάδια της διαδικασίας συντήρησης (βλ. Κεφάλαιο 1), παρουσιάζουν αναλογίες με τα διαφορετικά στάδια της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, δηλαδή τον εντοπισμό του προβλήματος και των στόχων, την εύρεση και αξιολόγηση πιθανών δράσεων για την αντιμετώπιση του προβλήματος προς εκπλήρωση των στόχων, την επιλογή δράσεων, και τέλος την εφαρμογή των επιλεγμένων δράσεων και την αξιολόγησή τους (βλ. Εικόνα 2) [3, 11].



Εικόνα 2: Στάδια διαδικασίας συντήρησης σε συνάρτηση με τα στάδια της διαδικασίας λήψης απόφασης.

Σε ό,τι αφορά το κομμάτι του εντοπισμού και της αξιολόγησης πιθανών επιλογών για το αν και πώς τελικά θα αντιμετωπίσουν διαφορετικά προβλήματα, οι ειδικοί της συντήρησης λαμβάνουν υπόψη τους ποικίλες πληροφορίες, όπως επιστημονικές πληροφορίες (π.χ. γήρανση υλικών), διαχειριστικές πληροφορίες (π.χ. προϋποθέσεις δανεισμού), πολιτιστικές πληροφορίες (π.χ. ιστορική αξία) κ.ά., που σχετίζονται έμμεσα ή άμεσα με τους περιορισμούς και τα κριτήρια αξιολόγησης των επιλογών τους [4]. Οι ανάλυση των πληροφοριών αυτών οδηγεί στη διαμόρφωση σαφών και συγκεκριμένων αποφάσεων για δράσεις σχετικές με τη μελέτη και την (προληπτική ή επεμβατική) συντήρηση του αντικειμένου ενδιαφέροντος.

Σε αυτό το πλαίσιο, η εφαρμογή τεχνολογιών ΣΙ όπως οι οντολογίες και η σημασιολογική συλλογιστική (semantic reasoning) μπορεί να αποτελέσει την τεχνική βάση για την ανάπτυξη γνωσιοκεντρικών συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων (decision support systems), δηλαδή υπολογιστικών συστημάτων τα οποία, λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένους κανόνες, κριτήρια και περιορισμούς, μπορούν να προτείνουν στον ειδικό, εν προκειμένω στον συντηρητή, πιθανές επιλογές πάνω σε συγκεκριμένα ερωτήματα, π.χ. πιθανές επιλογές επέμβασης που είναι κατάλληλες (ή που κρίνονται ως ακατάλληλες) για μία δεδομένη περίπτωση. Μια τέτοια υπηρεσία μπορεί να συνεισφέρει και να αναβαθμίσει σημαντικά τη δουλειά του ειδικού κατά τον εντοπισμό και την αξιολόγηση πιθανών λύσεων, όχι υποκαθιστώντας αλλά υποστηρίζο-

ντας το έργο του. Για παράδειγμα, μπορεί να υποστηρίξει τον συντηρητή στην εκτίμηση του ρίσκου συντήρησης και βάσει αυτού στην απόρριψη πιθανών επιλογών (π.χ. η απομάκρυνση χαλαρών επικαθίσεων χρησιμοποιώντας βαμβακερό πανί δεν είναι κατάλληλη επιλογή για ζωγραφικό στρώμα που παρουσιάζει απολέπιση), καθώς και στην επιλογή των πιθανών λύσεων που έχουν εντοπιστεί (π.χ. μέσα από ανάκτηση στοιχείων σχετικών με κριτήρια αξιολόγησης των πιθανών επεμβάσεων, μεθόδων ανάλυσης, πρακτικών ψηφιοποίησης κ.ά.).

Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας προσπάθειας αποτελεί το έργο Color and Space in Cultural Heritage (COSCH) το οποίο αποσκοπεί στην ενδυνάμωση της κοινής κατανόησης της τεκμηρίωσης της υλικής ΠΚ μεταξύ των ειδικών συντήρησης αλλά και του ευρύτερου τομέα διατήρησης της ΠΚ [23]. Το βασικό παράγωγο της ερευνητικής κοινότητας του COSCH community research είναι το COSCH Knowledge Representation (COSCHKR), ένα σημασιολογικό μοντέλο το οποίο κωδικοποιεί τεχνογνωσία σχετική με καλές πρακτικές οπτικής τεκμηρίωσης καθώς και μη-επεμβατικής ανάλυσης αντικειμένων ΠΚ. CH. Με βάση το COSCHKR, έχει αναπτυχθεί ένα σύστημα παροχής προτάσεων το οποίο δίνει τη δυνατότητα σε ειδικούς διαφορετικών ειδικοτήτων της συντήρησης και διατήρησης υλικής ΠΚ να υποβάλλουν επερωτήσεις (queries) και να λαμβάνουν προτάσεις επιλογών τεκμηρίωσης/ανάλυσης, που το σύστημα προκρίνει ως κατάλληλες με βάση τα δεδομένα που εισάγονται από τον χρήστη, συμβάλλοντας έτσι στην ταχύτερη εύρεση κατάλληλων επιλογών (αλλά και στην αποφυγή ακατάλληλων κατά περίπτωση επιλογών), στην ανάδειξη καλών πρακτικών, αλλά και στην επικοινωνία των επιλογών μεταξύ επαγγελματιών των διαφορετικών ειδικοτήτων [24, 25].

4. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η ομογενοποίηση των δεδομένων τεκμηρίωσης συντήρησης και η ενσωμάτωσή τους σε ένα ενιαίο πλαίσιο αναζήτησης έχει συγκεντρώσει το ερευνητικό ενδιαφέρον του Τομέα, καθώς η καθολική πρόσβαση σε δεδομένα τεκμηρίωσης, που καθίσταται δυνατή μέσω της ομογενοποίησής τους, μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην δουλειά των ειδικών, μειώνοντας τον χρόνο αναζήτησης και βελτιώνοντας την ποιότητα των αποτελεσμάτων της αναζήτησης σε κάθε επιμέρους στάδιο της συντήρησης, από την αναγνώριση των προβλημάτων του αντικείμενου συντήρησης ως την αποτίμηση των πιθανών κινδύνων και την επιλογή κατάλληλων δράσεων. Τα παραδείγματα εφαρμογών που παρουσιάστηκαν δείχνουν ότι η αξιοποίηση των τεχνολογιών ΣΙ, και ειδικότερα των οντολογιών Ιστού για αναπαράσταση των δεδομένων τεκμηρίωσης συντήρησης, καθιστούν δυνατή την ενσωμάτωσή τους σε ένα κοινό εννοιολογικό πλαίσιο αναζήτησης/πρόσβασης, δίνοντας τη δυνατότητα στον ειδικό να ανακτά δεδομένα που αφορούν στο ίδιο αντικείμενο μελέτης (χαρακτηριστικά αντικείμενου, προτεινόμενες δράσεις συντήρησης κλπ.) αλλά βρίσκονται διασκορπισμένα σε απομακρυσμένες πηγές. Ως εκ τούτου, ο ειδικός λαμβάνει ταχύτερη και πιο άρτια πληροφόρηση σχετικά με το αντικείμενο μελέτης, και εν τέλει οδηγείται σε καλύτερες αποφάσεις δράσεων συντήρησης.

Επιπλέον, η κωδικοποίηση των δεδομένων σε ένα εννοιολογικό μοντέλο, π.χ., μια οντολογία Ιστού, μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη γνωσιοκεντρικών εφαρμογών και υπηρεσιών με σκοπό την υποστήριξη των διαδικασιών συντήρησης, με έμφαση στα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, τα οποία, λειτουργώντας επικουρικά, μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τη λήψη επιμέρους αποφάσεων καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας συντήρησης, τροφοδοτώντας τον συντηρητή με προτάσεις και συμβουλές σχετικά με τις επικείμενες δράσεις του, αναδεικνύοντας καλές ή κακές κατά περίπτωση πρακτικές αλλά και συμβάλλοντας στην αποτύπωση και επικοινωνία των περιορισμών και των κριτηρίων της τελικής επιλογής σε άλλους συναδέλφους ή ενδιαφερόμενα μέρη, ανατροφοδοτώντας τελικά την κοινότητα των συντηρητών με πολύτιμη τεχνογνωσία, η οποία λειτουργεί ως παρακαταθήκη για μελλοντικά παρεμφερή έργα συντήρησης.

Εν κατακλείδι, καθώς η τεκμηρίωση αποτελεί μια κομβική διαδικασία που διατρέχει όλα τα στάδια της διαδικασίας συντήρησης, οι τεχνολογίες ΣΙ μπορούν, και ειδικότερα οι Οντολογίες Ιστού, μέσα από τη συστηματικοποίηση της τεκμηρίωσης και την παροχή υπηρεσιών ενσωματωμένης αναζήτησης αλλά και υποστήριξης λήψης αποφάσεων, να αναβαθμίσουν συνολικά τον τρόπο διεξαγωγής ενός έργου συντήρησης, από την ανάλυση της κατάστασης του προς συντήρηση αντικείμενου και τη διάγνωση των φθορών του έως την υλοποίηση επεμβάσεων συντήρησης και την τελική αξιολόγηση του έργου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ



Η ερευνητική εργασία της Ευθυμίας Μωραϊτού, μέρος της οποίας συμπεριλαμβάνεται στην παρούσα δημοσίευση, υποστηρίχθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «Υποτροφίες ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. Υποψηφίων Διδασκτόρων» (Αριθμός Υποτροφίας: 115).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ICOM-CC, Terminology to characterize the conservation of tangible cultural heritage, <https://www.icom-cc.org/en/terminology-for-conservation> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [2] R. Letellier, W. Schmid and F. LeBlanc, Recording, Documentation, and Information Management for the Conservation of Heritage Places: Guiding Principles, 2007, Los Angeles, CA: Getty Conservation Institute.
- [3] European Standard 16853:2017, Conservation of Cultural Heritage - Conservation Process - Decision making, planning and implementation, Comite Europeen de Normalisation, 2017
- [4] B. Appelbaum, Conservation Treatment Methodology, 2007, Routledge, London, <https://doi.org/10.4324/9780080561042>
- [5] C. Niang, C. Marinica, B. Bouchou-Markhoff, E. Leboucher, O. Malavergne, L. Bouiller, C. Darrieumerlou and F. Laissus, Supporting Semantic Interoperability in Conservation-Restoration Domain: The PARCOURS Project, Journal on Computing and Cultural Heritage, 2017, 10(3), pp.16:1-16:20
- [6] R. Mustalish, D. Green, Digital Technologies and the Management of Conservation Documentation: A Survey Commissioned by the Andrew W. Mellon Foundation, 2009, <http://mac.mellon.org/mac-files/Mellon%20Conservation%20Survey.pdf> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [7] A. Velios, Online event-based conservation documentation: A case study from the IIC website, Studies in Conservation, 2015, 61
- [8] A. Weyer, P. Roig Picazo, D. Pop, J. Cassar, A. Özköse, J.M. Vallet and I. Srša, Ewa-Glos- European Illustrated Glossary of Conservation Terms for Wall Paintings and Architectural Surfaces, 2015, <http://www.ewaglos.eu/pages/download.php> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [9] T. Berners-Lee, J. Hendler and O. Lassila, The semantic web, Scientific American, 2001, 284, 5, pp. 28-37

[10] Γ. Στάμου, Αναπαράσταση Οντολογικής Γνώσης και Συλλογιστική, 2015, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Αθήνα

[11] E. Turban, J. Aronson, Decision support systems and intelligent systems, 1997

[12] P. LeBoeuf, M. Doerr, C.E. Ore and S. Stead, Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model, Version 6.2.1, 2015

[13] CIDOC CRM, Compatible models & Collaborations, Available at: <http://www.cidoc-crm.org/collaborations> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)

[14] J. Hunter and S. Odat, Building a Semantic Knowledge-base for Painting Conservators. In: 2011 7th IEEE International Conference on eScience, Stockholm:IEEE, 2011, pp.173-180, <https://ieeexplore.ieee.org/document/6123275> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)

[15] S. Odat, A Semantic e-Science Platform for 20th Century Paint Conservation, PhD, The University of Queensland, School of Information Technology and Electrical Engineering, 2014

[16] R. Cacciotti, J. Valach, J., P. Kuneš, M. Cernanský, M. Blasko and P. Kremen, Monument Damage Information System (MONDIS): An Ontological Approach to Cultural Heritage Documentation, In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2013 II-5, pp.55-60, <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-W1-55-2013>

[17] M. Blaško, R. Cacciotti, P. Křemen and Z. Kouba, Monument Damage Ontology, Lecture Notes in Computer Science, 2012, vol. 7616, pp.221-230

[18] C. Niang, C. Marinica, E. Leboucher, L. Bouiller and C. Capderou, An Ontological Model for Conservation-Restoration of Cultural Objects, Digital Heritage, 2015, 2, pp.157-160

[19] N. Platia, M. Chatzidakis, M. Doerr, L. Charami, C. Bekiari, K. Melessanaki, K. Hatzigiannakis and P. Pouli, 'POLYGNOSIS': The Development of a Thesaurus in an Educational Web Platform on Optical and Laser-Based Investigation Methods for Cultural Heritage Analysis and Diagnosis, Heritage Science, 2017, 5, pp.1-17

[20] [15] Linked Conservation Data, Linked Conservation Data, <https://www.ligatus.org.uk/lcd/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)

[21] S. Phillips, P. Walland, S. Modafferi, L. Dorst, M. Spagnuolo, C. Catalano, D. Oldman, A. Tal, I. Shimshoni and S. Hermon, Gravitare: Geometric And Semantic Matching For Cultural Heritage Artefacts, In: 14th Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage, 2016, Genova: The Eurographics Association

[22] C.E. Catalano, V. Vassallo, S. Hermon and M. Spagnuolo, A Cultural Heritage Partonomy for the Documentation of 3D Digital Artefacts of Cypriot Coroplastic Art, In: 6th annual CIDOC - ICOM Conference in 2018 (CIDOC 2018), <http://doi.org/10.5281/zenodo.2536814>

[23] F. Boochs, A. Trémeau, Ó. Murphy, M. Gerke, J.L. Lerma, A. Karmacharya and M. Karaszewski, Towards a Knowledge Model Bridging Technologies and Applications in Cultural Heritage Documentation, In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2014, II-5, pp.81-88. Available at: <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-81-2014>

[24] A. Karmacharya, S. Wefers and F. Boochs, Knowledge Based Recommendation on Optimal Spectral and Spatial Recording Strategy of Physical Cultural Heritage Objects, In: 10th Internat. Conference on Advances in Semantic Processing, 2016, Venice: IARIA XPS Press, pp.49-58.

[25] S. Wefers and A. Karmacharya, Ontology-Based Structuring of Spectral and Spatial Recording Strategies for Cultural Heritage Assets: Background, State of Affairs, and Future Perspectives, In: A. Bentkowska-Kafel, L. MacDonald, ed., Digital techniques for documenting and preserving cultural heritage. Collection development, cultural heritage and digital humanities, Leeds, ARC Humanities Press, pp.157-172, 2017

Ενότητα 2

Καταγραφή, αποτύπωση, οπτικοποίηση και
ανάλυση της πληροφορίας στη συντήρηση



ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ, ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΤΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΟΜΙΛΟΥ ΠΕΙΡΑΙΩΣ (ΠΙΟΠ)

Ι. Λελοβίτη¹, Ι. Σωφρόνης²

¹Συντηρήτρια Αρχαιακού και Βιβλιακού Υλικού, Ιστορικό Αρχείο του Πολιτιστικού Ιδρύματος Ομίλου Πειραιώς

²Μηχανολόγος Μηχανικός, Εταιρεία TheIcon – Ενεργειακές Κατασκευές Α.Ε.

Περίληψη

Το Ιστορικό Αρχείο του Πολιτιστικού Ιδρύματος Ομίλου Πειραιώς (ΠΙΟΠ) έχει αναλάβει τη συγκέντρωση, οργάνωση και διάθεση στην έρευνα του ιστορικού αρχαιακού υλικού του Ομίλου. Η διατήρηση του υλικού αυτού και η αποθήκευσή του σε βέλτιστες περιβαλλοντικές συνθήκες επιτυγχάνεται με την αξιοποίηση ψηφιακού συστήματος διαχείρισης και ελέγχου του κτηρίου (BEMS). Το σύστημα αυτό δίνει ταυτόχρονα τη δυνατότητα απομακρυσμένης παρακολούθησης των συνθηκών αυτών, με στόχο την αδιάλειπτη φύλαξη του αρχαιακού αποθέματος. Επιπλέον, ενσωματώνοντας ενεργειακά κριτήρια στο σύστημα ελέγχου, επιτυγχάνεται η μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος, συμβάλλοντας στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος για τις μελλοντικές γενιές.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αρχαιακοί φορείς, υπεύθυνοι για τη διατήρηση της πολιτιστικής και πνευματικής κληρονομιάς, λειτουργούν γνωρίζοντας ότι οι αποφάσεις που παίρνουν στο παρόν θα έχουν αντίκτυπο στις μελλοντικές γενιές. Πρακτικές εξασφάλισης της βιωσιμότητας του πολιτιστικού αποθέματος αποτελούν, λοιπόν, μέρος του πυρήνα των δραστηριοτήτων τους. Έχοντας, όμως, ταυτόχρονα υπόψη ότι η κλιματική αλλαγή είναι μια πραγματικότητα, οι πρακτικές διατήρησης των συλλογών δεν μπορούν να αφορούν μόνο στο υπόστρωμά τους. Έτσι, με τη σκέψη στο μέλλον και λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές, κοινωνικές και πολιτιστικές ανάγκες τόσο των παρόντων όσο και των μελλοντικών γενεών, συγκροτούν τις στρατηγικές διατήρησης των συλλογών τους.

Στο Ιστορικό Αρχείο ΠΙΟΠ, με στόχο τη διατήρηση του αρχαιακού αποθέματος, εξασφαλίζουμε τις βέλτιστες περιβαλλοντικές συνθήκες φύλαξης για τις αρχαιακές συλλογές μας, θέτοντας τη βιωσιμότητα ως ισότιμο παράγοντα στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Με αρωγό την ψηφιακή τεχνολογία εφαρμόζονται βιώσιμες πρακτικές προληπτικής συντήρησης, συμβάλλοντας όσο το δυνατόν λιγότερο στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

2. ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΑΡΧΑΙΑΚΟΥ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΙΑΣ

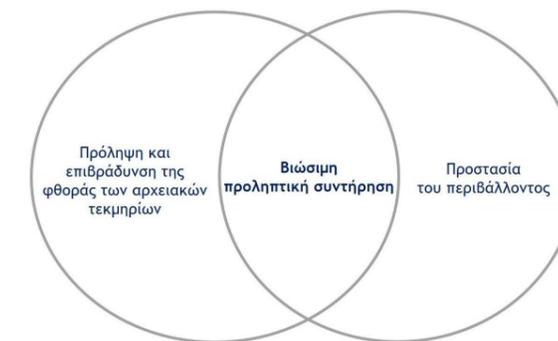
Το Πολιτιστικό Ίδρυμα Ομίλου Πειραιώς (ΠΙΟΠ) είναι κοινωφελές ίδρυμα, μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα. Υποστηρίζει τη διάσωση και ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας, με έμφαση στη βιοτεχνική και βιομηχανική τεχνολογία, και προωθεί τη σύνδεση του πολιτισμού με το περιβάλλον, ενώ συγχρόνως, μέσω της δράσης του, τηρεί σημαντικό μέρος των δεσμεύσεων της Τράπεζας για τις πρακτικές Βιώσιμης Ανάπτυξης και την «Agenda 2030 για τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης» του ΟΗΕ.

Το Ιστορικό Αρχείο ΠΙΟΠ έχει αναλάβει τη συγκέντρωση, οργάνωση και διάθεση στην έρευνα του ιστορικού αρχαιακού υλικού του Ομίλου. Το εντοπισμένο υλικό προσεγγίζει τα 20.000 τρέχοντα μέτρα, χρονολογείται κυρίως από τη δεκαετία του 1920 και αποτελείται από αρχεία πιστωτικών ιδρυμάτων καθώς και αρχεία φορέων και επιχειρήσεων που συνδέθηκαν μ' αυτά στη διάρκεια της λειτουργίας τους.

Κατά τη μετεγκατάσταση του Ιστορικού Αρχείου ΠΙΟΠ σε νέο κτίριο, το 2013, στόχος ήταν η δημιουργία ενός κτιριακού συνόλου το οποίο να πληροί τις διεθνείς προδιαγραφές και τα πρότυπα φύλαξης αρχαιακού και βιβλιακού υλικού. Επιπροσθέτως, καθώς το ΠΙΟΠ είναι πιστοποιημένο κατά ISO 14001:2015 και κατά EMAS [1], εφαρμόστηκε στο σύνολο των υποδομών και των δραστηριοτήτων του ένα ολοκληρωμένο -και συνεχώς βελτιούμενο- Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, ώστε να είμαστε συνεπείς στις δεσμεύσεις που έχει αναλάβει το ΠΙΟΠ για διαρκή βελτίωση της περιβαλλοντικής του επίδοσης και τη συνεχή μείωση του αποτυπώματος άνθρακα.

3. ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ, ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Μπορούμε, όμως, να συζητάμε για βιώσιμες μεθόδους προληπτικής συντήρησης των συλλογών; Πώς και με ποια μέσα οι ψηφιακές τεχνολογίες βοήθησαν στην επίτευξη τόσο των πολιτικών διατήρησης όσο και πολιτικών βιώσιμης λειτουργίας του Ιστορικού Αρχείου ΠΙΟΠ; Θα μπορούσαμε να ορίσουμε ως βιώσιμη την προληπτική συντήρηση, που σχεδιάζεται και υλοποιείται με σκοπό την επιβράδυνση και πρόληψη της φθοράς των αρχαιακών τεκμηρίων λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη την προστασία του περιβάλλοντος [2] (Εικόνα 1). Στο πλαίσιο αυτό, οι αρχαιακοί φορείς είναι υποχρεωμένοι να παρέχουν τις καλύτερες περιβαλλοντικές συνθήκες για την ευημερία των υποστρωμάτων των συλλογών τους, αναγνωρίζοντας τις επιπτώσεις των επιλογών τους στο περιβάλλον. Ο συγκερασμός, όμως, των πολιτικών διατήρησης και αειφορίας και της διττής ευθύνης των φορέων προς τις μελλοντικές γενιές για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς και του περιβάλλοντος είναι μια δύσκολη εξίσωση [3].



Εικόνα 1: Βιώσιμη προληπτική συντήρηση

Στο Ιστορικό Αρχείο ΠΙΟΠ, με οδηγό το ISO 11799 και σε συνδυασμό με τις κατευθυντήριες οδηγίες για αειφόρες πρακτικές περιβαλλοντικής διαχείρισης της Διακήρυξης του ICOM-CC και IIC του 2014 [4] για πολιτιστικούς φορείς, πρώτο βήμα προς αυτή την κατεύθυνση ήταν η λήψη ενεργειακά αποδοτικών μέτρων κατά την ανακατασκευή του κτηρίου. Εργασίες στεγάνωσης και μόνωσης έγιναν σε όλο το κτίριο, σε εξωτερικούς τοίχους, την οροφή και το δάπεδο. Για την καλύτερη μόνωση των υπέργειων αρχειοστασίων επιλέχθηκε η πρακτική του εγκιβωτισμού (box in a box). Τα αρχειοστάσια περιτρέχονται από διάδρομο, ο οποίος τα απομονώνει από την ηλιακή ακτινοβολία και τις εκάστοτε εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες, κάνοντας τη διατήρηση των συνθηκών εντός τους λιγότερο ενεργοβόρα. Στη συνέχεια, επιλέχθηκε η εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης ενέργειας (Building Energy Management Systems – BEMS). Το σύστημα αυτό προσφέρει άμεσο ψηφιακό έλεγχο όλων των εγκαταστάσεων και ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου, όπως: συστήματα ελέγχου των περιβαλλοντικών παραμέτρων, αερισμού, φωτισμού, συναγερμού, εξασφαλίζοντας τη βέλτιστη λειτουργία των εγκαταστάσεων, ενώ με τις κατάλληλες ρυθμίσεις βοηθά στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας [5] (Εικόνα 2).

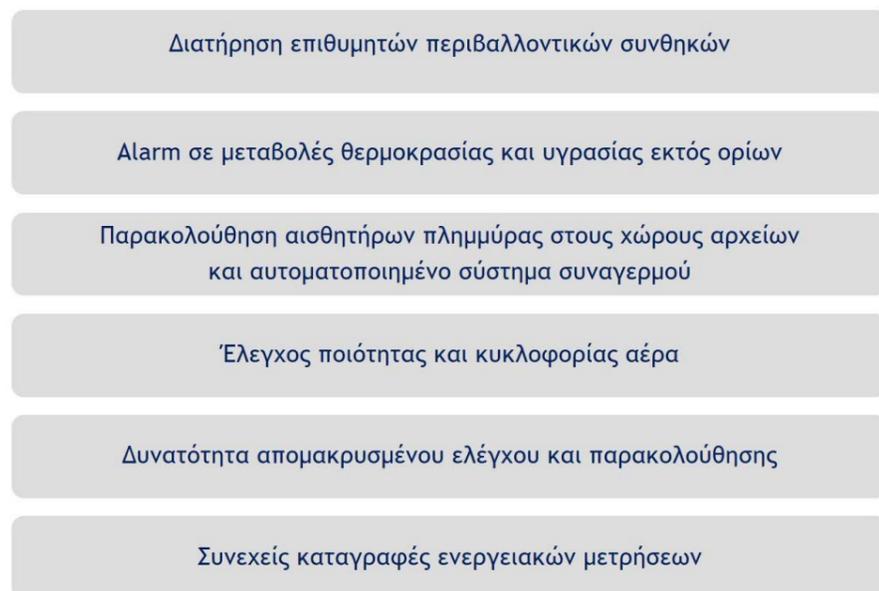


Εικόνα 2: Σύστημα διαχείρισης ενέργειας κτηρίου
Building Energy Management System (BEMS)

Το BEMS είναι ένα σύστημα που απαντά σε αρκετά ζητούμενα της προληπτικής συντήρησης όπως (Εικόνα 3):

α) η δημιουργία και η σταθερή διατήρηση των επιθυμητών περιβαλλοντικών συνθηκών 24ώρες/24ωρο, β) η ένδειξη συναγερμού σε περίπτωση αλλαγών/παρεκκλίσεων από τις/επιθυμητές τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας που έχουν προκαθοριστεί και ως εκ τούτου άμεση διάγνωση βλαβών και γρήγορη αποκατάσταση αυτών, γ) η παρακολούθηση αισθητήρων πλημμύρας και αυτοματοποιημένο σύστημα συναγερμού, δ) η αυτόματη σβέση των φώτων των αρχειοστασίων με το πέρας του ωραρίου εργασίας, ε) το σύστημα ελέγχου της ποιότητας και της κυκλοφορίας του αέρα, στ) η δυνατότητα τηλε-ελέγχου και τηλε-παρακολούθησης και στ) η αυτοματοποιημένη δημιουργία ψηφιακού αρχείου καταγραφών των θερμοκρασιών και σχετικής υγρασίας των χώρων αποθήκευσης ανά μισάωρο, 365 ημέρες το χρόνο.

Προληπτική συντήρηση και BEMS

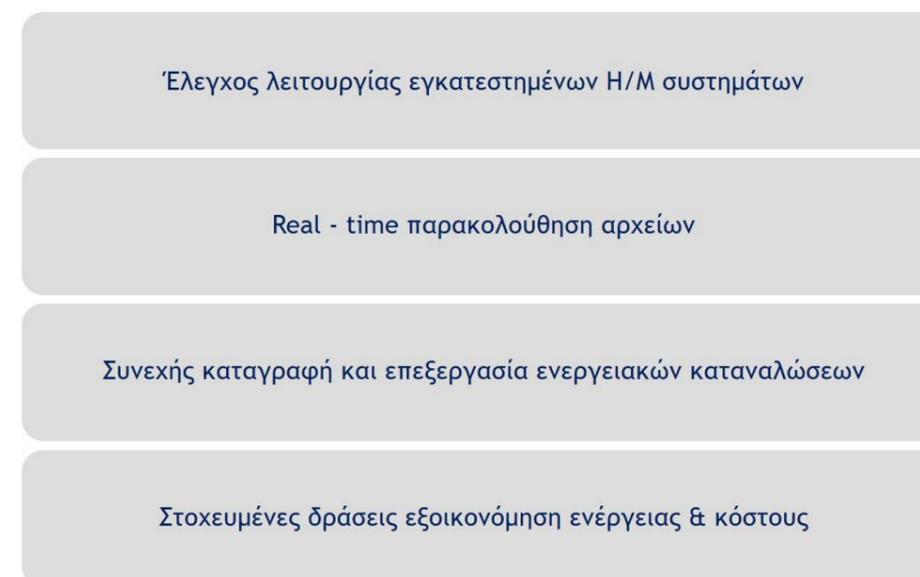


Εικόνα 3: Προληπτική συντήρηση και BEMS

Τις τελευταίες δεκαετίες η πολιτιστική κοινότητα αναθεωρεί τις αυστηρές κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τις επιθυμητές συνθήκες διατήρησης των υλικών, με στόχο την υιοθέτηση βιώσιμων τρόπων διατήρησης και εξοικονόμησης πόρων [6]. Προτείνεται τα περιβαλλοντικά πρότυπα να γίνουν πιο έξυπνα και καλύτερα προσαρμοσμένα στις απαιτήσεις μεμονωμένων ή ομάδων αντικειμένων και ταυτόχρονα να λαμβάνεται υπόψη η γεωγραφική θέση του πολιτιστικού φορέα [7]. Επιπροσθέτως, μοντελοποιήσεις περιβαλλοντικών παραμέτρων και των επιπτώσεων αυτών σε διαφορετικά υλικά [8] βοηθούν στη λήψη αποφάσεων για την επιλογή των κατάλληλων συνθηκών διατήρησης. Το BEMS δίνει τη δυνατότητα αξιοποίησης τέτοιων μοντέλων μέσω των ψηφιακών αρχείων καταγραφών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.

Όσον αφορά τον τρόπο που συμβάλλει στη βιώσιμη λειτουργία του Ιστορικού Αρχείου ΠΙΟΠ, το BEMS δίνει τη δυνατότητα ενεργοποίησης υποσυστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας ανάλογα με τον χώρο και τη λειτουργία αυτού. Π.χ. το σύστημα φωτισμού έχει τη δυνατότητα ρύθμισης αυτόματης σβέσης και ενεργοποίησης, ανάλογα με το ωράριο λειτουργίας της υπηρεσίας ή την ώρα δύσης και ανατολής του ηλίου, αν πρόκειται για τον εξωτερικό φωτισμό. Επιπλέον, η συνεχής παρακολούθηση των καταναλώσεων ενέργειας και η επεξεργασία των δεδομένων οδηγούν στη διόρθωση τυχόν προβλημάτων ή στην υιοθέτηση νέων πρακτικών κατανάλωσης ενέργειας, συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση ενέργειας (Εικόνα 4).

Βιώσιμη λειτουργία και BEMS



Εικόνα 4: Βιώσιμη λειτουργία Ιστορικού Αρχείου ΠΙΟΠ και BEMS

Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόμοια συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίων έχουν εγκατασταθεί στα περισσότερα Μουσεία του ΠΙΟΠ, με στόχο την πλήρη κάλυψη του Δικτύου στο άμεσο μέλλον.

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ BEMS

Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίου (Building Energy Management System – BEMS) προσφέρει πλήρη εποπτεία, έλεγχο και διάγνωση βλαβών του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του Ιστορικού Αρχείου ΠΙΟΠ. Εγκαταστάθηκε από την εταιρεία Thelcon – Ενεργειακές Κατασκευές Α.Ε. και αποτελείται από το απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου (ΑΚΕ) και τον Η/Υ. Το ΑΚΕ περιλαμβάνει έναν προγραμματιζόμενο controller, ο οποίος επεξεργάζεται

τα δεδομένα που λαμβάνει από αισθητήρες εγκατεστημένους στο κτήριο. Όλα τα δεδομένα προβάλλονται σε Η/Υ με λογισμικό διαχείρισης BEMS Siemens Desigo, σε περιβάλλον γραφικής απεικόνισης.

Αναλυτικότερα, μέσω του BEMS, ο χρήστης ελέγχει τον φωτισμό, ο οποίος χωρίζεται σε ζώνες ώστε να λειτουργεί διαφορετικά, εάν πρόκειται για εσωτερικό ή εξωτερικό φωτισμό. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να καθορίσει με χρονοπρόγραμμα τις ώρες τακτικής λειτουργίας του εσωτερικού φωτισμού και να θέσει σε αυτό εξαιρέσεις για αργίες, σαββατοκύριακα και λοιπές ημέρες που το κτήριο είναι κλειστό για εργαζόμενους και επισκέπτες. Αντίθετα, ο εξωτερικός φωτισμός λειτουργεί αυτόματα με τη χρήση λουξόμετρου που ανιχνεύει τα επίπεδα φωτός στον περιβάλλοντα χώρο. Τίθεται σε λειτουργία όταν τα ανιχνεύσιμα επίπεδα φωτός πέσουν κάτω από τη στάθμη που ο χρήστης έχει προκαθορίσει, ενώ η σβέση του γίνεται με την αντίστροφη λειτουργία ή μέσω χρονοπρογράμματος.

Ο αερισμός των χώρων του κτηρίου γίνεται με την λειτουργία Fan Coil Units. Οι ανεμιστήρες ρυθμίζουν τη ροή αέρα ώστε να ελέγχεται αποδοτικότερα η θερμοκρασία ανά χώρο. Ο χρήστης μπορεί να παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο τη λειτουργία τους μέσω ενδείξεων στο λογισμικό του BEMS, να την ελέγχει μέσω χρονοπρογράμματος και να επεμβαίνει άμεσα σε περίπτωση αυξημένης ανάγκης αερισμού.

Ο έλεγχος των επιπέδων θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας επιτυγχάνεται μέσω της συνεχούς παρακολούθησης από το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης BEMS. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει τα επιθυμητά όρια θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας για τους χώρους αποθήκευσης των αρχειακών συλλογών. Σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων, υπάρχει λειτουργία συναγερμών (alarms) που ενημερώνουν το χρήστη σε πραγματικό χρόνο, ώστε να προχωρήσει άμεσα σε διορθωτικές κινήσεις.

Επίσης, υπάρχει σύστημα συναγερμών (alarms) που ειδοποιούν άμεσα τον χρήστη σε περίπτωση ανίχνευσης νερού εντός των αρχειοστασιών. Σε διάφορα σημεία στους χώρους αποθήκευσης των αρχειακών συλλογών έχουν τοποθετηθεί αισθητήρες πλημμύρας από τα οποία το σύστημα λαμβάνει συνεχώς δεδομένα.

Σημαντικό όφελος από το σύστημα BEMS είναι η δυνατότητα βέλτιστης διαχείρισης ενέργειας. Το σύστημα καταγράφει τα ενεργειακά δεδομένα μέσω μετρητών ενέργειας, οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι σε βασικές καταναλώσεις του κτηρίου. Τα δεδομένα αυτά επεξεργάζονται και παρουσιάζονται σε διαγράμματα με τη μορφή αναφοράς. Έτσι, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προβεί σε διορθωτικές επεμβάσεις στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό ή/και στην υιοθέτηση ορθολογικότερων πρακτικών χρήσης των συστημάτων από το προσωπικό. Έτσι, μπορούν να αξιολογηθούν τόσο οι πραγματοποιημένες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας, όσο και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του Ιστορικού Αρχείου ΠΙΟΠ.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ευθύνες ενός αρχειακού φορέα προς τις επόμενες γενιές δεν περιορίζονται πλέον στην προστασία των υποστρωμάτων των τεκμηρίων που απαρτίζουν τις συλλογές τους. Η επανεξέταση των στρατηγικών γενικότερα για την πολιτιστική διαχείριση, και ειδικότερα για την προληπτική διατήρηση υπό το πρίσμα της βιωσιμότητας είναι επιτακτική. Πρώτο βήμα προς την επίτευξη ισορροπίας μεταξύ της διαχείρισης των συλλογών και της περιβαλλοντικής ευθύνης είναι η αμφισβήτηση των σχετικών παραδοχών και των πρακτικών μας ως σήμερα. Σαφώς, η εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης ενέργειας δεν είναι προαπαιτούμενο, ούτε για την προληπτική συντήρηση, ούτε εξασφαλίζει τη βιώσιμη λειτουργία ενός αρχειακού φορέα. Είναι, όμως, ένα «εργαλείο» του οποίου η ορθή χρήση μπορεί να βοηθήσει αποτελεσματικά και προς τις δύο κατευθύνσεις.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] European Commission, Eco-Management and Audit Scheme https://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [2] Image Permanence Institute, What is sustainable preservation? <https://ipisustainability.org/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [3] H. Abbey, The green archivist: a primer for adopting affordable, environmentally sustainable, and socially responsible archival management practices, *Archival Issues*, 2012, 34(2), 91-115, <http://www.jstor.org/stable/41756175>
- [4] ICOM-Committee for Conservation & ICC, Declaration on Environmental Guidelines http://www.icom-cc.org/332/-icom-cc-documents/declaration-on-environmental-guidelines/#.YHIR_zy_yHs (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [5] Η. Σωφρόνης, Εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια με χρήση συστημάτων ελέγχου, <https://thelcon.gr/wp-content/uploads/2019/12/publication-BEMS.pdf>
- [6] M. Ryhl-Svendsen, L. A. Jensen, P. Klens Larsen and T. Padfield, Does a standard temperature need to be constant?, <http://www.conservationphysics.org/standards/standard-temperature.php>
- [7] National Museum Directors' Conference, NMDC guiding principles for reducing museums' carbon footprint, https://www.nationalmuseums.org.uk/media/documents/what_we_do_documents/guiding_principles_reducing_carbon_footprint.pdf
- [8] S. Michalski, The Ideal Climate, Risk Management, the ASHRAE Chapter, Proofed Fluctuations, and Toward a Full Risk Analysis Model Contribution to the Experts' Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies, 2007, Tenerife, Spain, https://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/paper_michalski.pdf

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΠΟΛΥΤΡΟΠΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΕ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ

Α. Σιάτου^{1,2}, Α. Παπανικολάου³, Ε. Σαϊτή⁴

¹HES-SO, Haute Ecole Arc Conservation-Restoration, Neuchâtel, Switzerland

²UBFC, Imagerie et Vision Artificiel, Dijon, France

³WUT, Institute of Mechatronics, Warsaw, Poland

⁴NTNU, Department of Computer Science, Trondheim, Norway

Περίληψη

Το 2019 συστάθηκε ένα ευρωπαϊκό πρόγραμμα με ακρωνύμιο "CHANGE" το οποίο έχει ως στόχο την ανάπτυξη εργαλείων και μεθοδολογιών για την τεκμηρίωση και παρακολούθηση των αλλαγών στις οποίες υπόκεινται τα μνημεία Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Για την υλοποίηση του προγράμματος εξετάζονται καινοτόμοι μέθοδοι συνδυαστικής απεικόνισης και καταγραφής δεδομένων καθώς και η ανάπτυξη ομογενοποιημένων πρωτοκόλλων επεξεργασίας δεδομένων. Στο πρόγραμμα συμμετέχουν 14 υποψήφιοι διδάκτορες, εκ των οποίων τρεις Ελληνίδες ερευνήτριες, που προς το παρόν ακολουθούν διαφορετικές προσεγγίσεις οι οποίες εξετάζουν την εύρεση νέων τρόπων απεικονιστικής επεξεργασίας και συσχέτισης των απεικονιστικών τεχνικών για την κατανόηση, καταγραφή και παρακολούθηση των αλλαγών που συμβαίνουν στα μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς. Στόχος του συγκεκριμένου άρθρου είναι η παρουσίαση των τριών αυτών διαφορετικών προσεγγίσεων που εκτείνονται στο εύρος των τεχνολογιών που εξετάζει το πρόγραμμα.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Πολιτιστική Κληρονομιά (ΠΚ) και το σύνολο των μνημείων που ανήκουν σε αυτήν είναι αναπόσπαστο κομμάτι του ανθρώπινου πολιτισμού και αποτελεί σύμβολο για την πολιτιστική ταυτότητα ενός λαού. Ωστόσο, τα μνημεία και αντικείμενα της ΠΚ υπόκεινται σε πλήθος αλλαγών με το πέρασμα των ετών. Ο όρος αλλαγή στο παρόν κείμενο αναφέρεται σε κάθε είδους τροποποίηση της εμφάνισης, του σχήματος ή της φυσικοχημικής σύστασης ενός αντικειμένου. Οι αλλαγές μπορεί να προέρχονται από φυσικά φαινόμενα γήρανσης, λόγω φυσικών καταστροφών (π.χ. σεισμοί, τσουνάμι, πυρκαγιές), ανθρώπινων επεμβάσεων (π.χ. πόλεμος, ατμοσφαιρική ρύπανση) είτε να προκύπτουν από επεμβάσεις συντήρησης και αποκατάστασης. Η τεκμηρίωση και παρακολούθηση των αλλαγών στα μνημεία της ΠΚ αποτελεί το στόχο του παρόντος άρθρου που λαμβάνει χώρα στο πλαίσιο ενός ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου με το ακρωνύμιο CHANGE (Cultural Heritage Analysis for New Generations).

Το πρόγραμμα CHANGE [1] προάγοντας μια διεπιστημονική προσέγγιση, έχει ως στόχο την ανάπτυξη νέων και καινοτόμων εργαλείων και μεθοδολογιών για την τεκμηρίωση και παρακολούθηση των αλλαγών που υπόκεινται τα μνημεία της ΠΚ με στόχο τη μακροπρόθεσμη διατήρησή τους. Η διαδικασία τεκμηρίωσης και παρακολούθησης των αλλαγών περιλαμβάνει μια σειρά ενεργειών διεπιστημονικού και τεχνικού χαρακτήρα, όπως η καταγραφή, η αρχειοθέτηση, η κατηγοριοποίηση, η ανάλυση και ερμηνεία προκειμένου να προταθούν οι κατάλληλες επεμβάσεις για τη συντήρηση και αποκατάσταση. Στο πρόγραμμα συμμετέχουν 14 υποψήφιοι διδάκτορες με διαφορετικά ερευνητικά υπόβαθρα όπως, φυσικοί, χημικοί, μηχανικοί υπολογιστών, αρχαιομέτρες και συντηρητές. Σκοπός του έργου είναι ο συνδυασμός νέων τεχνολογιών και η υλοποίηση καινοτόμων μεθόδων συνδυαστικής απεικόνισης και καταγραφής δεδομένων καθώς και η ανάπτυξη ομογενοποιημένων πρω-

τοκόλλων επεξεργασίας δεδομένων για τη μελέτη και παρακολούθηση των αλλαγών σε μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς. Για την επίτευξη του στόχου, το πρόγραμμα δραστηριοποιείται σε τρεις διαφορετικούς πυλώνες που καλύπτουν το εύρος της ανάπτυξης ψηφιακών μέσων για την μελέτη της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η διεπιστημονική αυτή προσέγγιση περιλαμβάνει (Εικόνα 1), τον τεχνολογικό τομέα (Πυλώνας 1) μέσω της ανάπτυξης πολυτροπικών τεχνικών και συστημάτων που έχουν ως στόχο την λήψη, καταγραφή και παρακολούθηση αλλαγών, τον τομέα υπολογιστικών μεθόδων (Πυλώνας 2) που στοχεύουν στην ανάπτυξη αλγορίθμων οπτικοποίησης και σύνθεσης πολυτροπικών τεχνικών για την καταγραφή αλλαγών καθώς επίσης και τον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς (Πυλώνας 3) μέσω της ανάπτυξης μεθοδολογιών για την αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων για την συγκριμενοποίηση, προδιαγραφή, καταγραφή και επικύρωση των αλλαγών που υπόκεινται τα μνημεία ΠΚ.

Η οργάνωση του άρθρου διαμορφώνεται ως εξής. Στην παράγραφο 2 παρουσιάζεται ο πυλώνας έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη και συγχώνευση πολυτροπικών τεχνικών και συστημάτων με στόχο την καταγραφή και παρακολούθηση των αλλαγών σε αντικείμενα και μνημεία της ΠΚ. Η παράγραφος 3 εστιάζει στις υπολογιστικές μεθόδους για την επεξεργασία των δεδομένων και οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων, και ακολούθως η παράγραφος 4 ασχολείται με την ανάπτυξη πρωτοκόλλων και μεθοδολογιών για την αξιολόγηση και ερμηνεία των οπτικοποιημένων πληροφοριών. Τέλος, στην παράγραφο 5, παρουσιάζονται οι μελλοντικοί στόχοι του προγράμματος μέσω της διεπιστημονικής συνεργασίας.



Εικόνα 1: Οι 3 πυλώνες έρευνας του ευρωπαϊκού προγράμματος CHANGE.

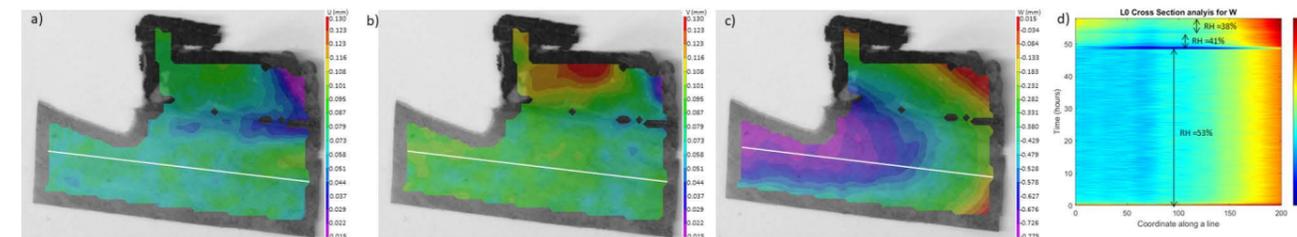
2. ΠΥΛΩΝΑΣ 1: ΛΗΨΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΛΛΑΓΩΝ

Αντικείμενο του πρώτου πυλώνα έρευνας είναι η ανάπτυξη συστημάτων απεικόνισης που, με μη επεμβατικό τρόπο, θα συνδυάζουν πολλαπλές τεχνικές για την καταγραφή, μελέτη και εντοπισμό αλλαγών σε αντικείμενα πολιτιστικής κληρονομιάς. Οι αλλαγές στις οποίες υπόκεινται έργα και μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς είναι σύνθετα φαινόμενα, τα οποία μπορεί να εντοπίζονται μέσω της μεταβολής διαφόρων ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών της επιφάνειας του υπό μελέτη αντικειμένου. Συνήθως αναφέρονται σε διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα μεταβολή της τρισδιάστατης γεωμετρίας ή του χρώματος ενός αντικειμένου, και συνδέονται με τις ιδιότητες του υλικού (π.χ. χημικές, μηχανικές, οπτικές) και μπορεί να προκύπτουν από πληθώρα αιτιών όπως μεταβολή των περιβαλλοντικών συνθηκών ή ως αποτέλεσμα επεμβάσεων συντήρησης και αποκατάστασης. Στις περιπτώσεις όπου η καταγραφή της επιφάνειας ενός αντικειμένου γίνεται συστηματικά σε τακτά χρονικά διαστήματα, τα οποία καθορίζονται με βάση τα υπό μελέτη φαινόμενα, τότε είναι εφικτό η

ανάλυση των πληροφοριών που καταγράφονται να επιτρέψουν την παρακολούθηση της απόκρισης του αντικείμενου σε πληθώρα εξωτερικών παραγόντων όπως μεταβολή των περιβαλλοντικών συνθηκών (π.χ. υγρασία, θερμοκρασία, έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση), μηχανική καταπόνηση ή διεργασίες συντήρησης/ αποκατάστασης. Ένας πρακτικός τρόπος καταγραφής τέτοιου είδους αλλαγών είναι η εφαρμογή απεικονιστικών τεχνικών πλήρους πεδίου, οι οποίες επιτρέπουν την μελέτη του αντικείμενου επιτόπου (in situ) με μη καταστρεπτικό και επεμβατικό τρόπο. Συνεπώς η ανάπτυξη φορητών συστημάτων, χαμηλού κόστους, τα οποία μπορούν να παρέχουν την δυνατότητα καταγραφής, παρακολούθησης και μέτρησης αλλαγών που συμβαίνουν σε αντικείμενα της ΠΚ με την πάροδο του χρόνου είναι ένα ζήτημα που απασχολεί έντονα την κοινότητα των επιστημόνων.

Στα πλαίσια αυτά, ένα μέρος του προγράμματος CHANGE είναι η ανάπτυξη ενός φορητού συστήματος πολυτροπικής απεικόνισης, με μεταβλητό πεδίο καταγραφής, το οποίο θα συνδυάζει τεχνικές οπτικής μετρολογίας με στόχο την καταγραφή της τρισδιάστατης γεωμετρίας, των μετατοπίσεων και του απλοποιημένου φάσματος διάχυτης ανάκλασης του υπό μελέτη αντικείμενου in situ με μη επεμβατικό τρόπο. Χρησιμοποιώντας αυτές τις πληροφορίες, μπορούν να αναπτυχθούν μεθοδολογίες και πρωτόκολλα για τον καθορισμό ασφαλών συνθηκών αποθήκευσης, να ενισχυθούν δραστηριότητες αξιολόγησης της κατάστασης του αντικείμενου και να καταγραφεί η επίδραση κλιματολογικών αλλαγών ενώ ταυτόχρονα θα πραγματοποιείται και η αποθήκευση ενός ψηφιακού αντιγράφου. Για το σκοπό αυτό έχουν επιλεγεί τρεις απεικονιστικές τεχνικές: η Σάρωση με τη μέθοδο δομημένου φωτός (Structured Light scanning), η τρισδιάστατη Ψηφιακή Συσχέτιση Εικόνας (Digital Image Correlation) και η απλοποιημένη πολυφασματική απεικόνιση (Multispectral Imaging). Η κάθε μια από αυτές τις τεχνικές προσφέρει τη δυνατότητα μελέτης διαφορετικών πληροφοριών και η συνδυαστική τους ανάλυση μπορεί να παρέχει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το αντικείμενο. Με τη σάρωση δομημένου φωτός καταγράφεται η τρισδιάστατη γεωμετρία (Cloud of points (x,y,z)), με την τρισδιάστατη Ψηφιακή Συσχέτιση Εικόνας καταγράφονται μετατοπίσεις ($d(u,v,w;t)$) και τάσεις ($\epsilon_{xx}(x,y;t) / \epsilon_{yy}(x,y;t)$) ενώ με χρήση της απλοποιημένης πολυφασματικής απεικόνισης καταγράφονται τοπικές φασματικές πληροφορίες. Συνεπώς η χρήση τους μπορεί να επιτρέψει την εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με το αντικείμενο μέσω της συνδυαστικής αξιολόγησης και ερμηνείας των μετρήσεων. Επιπλέον, με τη χρήση αυτών των τεχνικών δίνεται η δυνατότητα μελέτης ενός μεγάλου εύρους αντικειμένων της ΠΚ όπως για παράδειγμα πίνακες ζωγραφικής, περγαμηνές ή λίθινα και ξύλινα αντικείμενα.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα παρακολούθησης και καταγραφής αλλαγών με χρήση τρισδιάστατης Ψηφιακής Συσχέτισης Εικόνας παρουσιάζεται στην συνέχεια. Το υπό μελέτη αντικείμενο είναι ένα δείγμα ιστορικής περγαμηνής το οποίο έχει εκτεθεί σε περιβάλλον μεταβαλλόμενης σχετικής υγρασίας. Η περγαμηνή ανήκει στην κατηγορία των υγροσκοπικών υλικών, που σημαίνει ότι είναι ευαίσθητη σε μεταβολές της σχετικής υγρασίας, οι οποίες προκαλούν φυσικοχημικές αλλοιώσεις στο συγκεκριμένο υλικό (π.χ. απώλεια ελαστικότητας, ζάρωμα και επιφανειακές παραμορφώσεις). Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης μελετάται η απόκριση του δείγματος στη σχετική υγρασία (μεταβολή κατά 20%) χωρίς την παρουσία συστήματος στήριξης μέσω της κατάλληλης τοποθέτησης του συστήματος τρισδιάστατης ψηφιακής συσχέτισης εικόνας στο εσωτερικό ενός κλιματικού θαλάμου. Στις εικόνες παρουσιάζεται ο χρωματικός χάρτης ο οποίος αντιστοιχεί στην τοπική τιμή της μετατόπισης της επιφάνειας στην κατεύθυνση του άξονα που είναι κάθετος στο αντικείμενο (W -out of plane displacements) καθώς και στους παράλληλους με την επιφάνεια άξονες X και Y (U και V -in plane displacements). Η παρακολούθηση της αλλαγής της μετατόπισης για μια επιλεγμένη οριζόντια τομή (λευκή γραμμή εικ. 2a-c) για χρονική διάρκεια 60 ωρών και μεταβαλλόμενα ποσοστά υγρασίας παρουσιάζεται στην Εικόνα 2d.



Εικόνα 2: Στην εικόνα παρουσιάζεται τρισδιάστατη εικόνα δείγματος περγαμηνής με χρωματικό χάρτη που υποδεικνύει τις μετατοπίσεις της επιφάνειας για ποσοστό σχετικής υγρασίας 53% (μείωση της σχετικής υγρασίας κατά 20%) που αντιστοιχούν στον άξονα X (a) στον άξονα Y (b) και στον άξονα Z (c). Παρακολούθηση μεταβολής της μετατόπισης οριζόντιας τομής, που αντιστοιχεί στον άξονα Z, για μεταβαλλόμενο ποσοστό σχετικής υγρασίας και χρονική διάρκεια 60 ωρών.

3. ΠΥΛΩΝΑΣ 2: ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Ο δεύτερος πυλώνας έρευνας του έργου CHANGE αφορά στην υλοποίηση υπολογιστικών μεθόδων για την επεξεργασία και οπτικοποίηση των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί από το στάδιο της λήψης και καταγραφής. Συγκεκριμένα, η ενότητα αυτή αναφέρεται στην ανάπτυξη αλγορίθμων αντιστοίχισης 3D δεδομένων με στόχο την παρακολούθηση αλλαγών στη γεωμετρία τους καθώς και στην 3D οπτικοποίηση πολυτροπικών δεδομένων.

Με την πάροδο του χρόνου τα μνημεία της ΠΚ υφίστανται αλλαγές που ενδέχεται να μην είναι ορατές με το ανθρώπινο μάτι. Κατά την παρακολούθηση των αλλαγών, οι μικρογεωμετρικές αλλαγές στο σχήμα ή οι αλλαγές στη σύσταση των μνημείων μετρικούνται και αναλύονται. Καθώς η ψηφιοποίηση των μνημείων ΠΚ έχει γίνει όλο και πιο διαδεδομένη τις τελευταίες δεκαετίες, η παρακολούθηση των αλλαγών με τη βοήθεια ψηφιοποιημένων δεδομένων αυξάνεται συνεχώς. Η λήψη και καταγραφή της γεωμετρίας ενός αντικείμενου με 3D σαρωτή (3D scanner) παράγει στιγμιότυπα του 3D μοντέλου του αντικείμενου σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Τα 3D στιγμιότυπα του αντικείμενου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των αλλαγών που υφίσταται με την πάροδο του χρόνου. Με αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται η διαδικασία συντήρησης, εντοπίζονται τυχόν αστοχίες επεμβάσεων ή κατανοούνται τυχόν αλλαγές λόγω φυσικών συνθηκών.

Δεδομένου ότι οι σαρώσεις γίνονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (ακόμα και σε βάθος ετών), με διαφορετικά μοντέλα σαρωτή, τα 3D μοντέλα που λαμβάνονται ενδέχεται να μη βρίσκονται στο ίδιο σύστημα συντεταγμένων ή να μην έχουν τοποθετηθεί επακριβώς με όμοιο τρόπο κατά τη λήψη. Έτσι, η σύγκριση και η εύρεση των αλλαγών γίνεται δύσκολα και πολλές φορές μπορεί να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα. Η αυτόματη αντιστοίχιση των 3D μοντέλων (3D registration) μπορεί να αυτοματοποιήσει τη διαδικασία αυτή. Έχοντας δύο ή περισσότερα 3D μοντέλα καταγεγραμμένα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, ένας αλγόριθμος 3D αντιστοίχισης είναι υπεύθυνος να φέρει τα διαφορετικά μοντέλα στο ίδιο σύστημα συντεταγμένων, έτσι ώστε τα σημεία του αντικείμενου που είναι όμοια να συμπίπτουν ακριβώς στον τρισδιάστατο χώρο. Με αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται η διαδικασία εύρεσης των αλλαγών, γνωρίζοντας ότι οι αλλαγές στη γεωμετρία δεν είναι λόγω σφάλματος στην τοποθέτηση των μοντέλων αλλά ουσιαστική αλλαγή που έχει υποστεί το αντικείμενο.

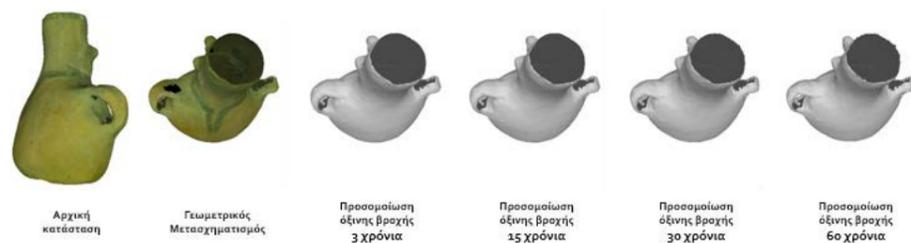
Για την αντιμετώπιση του εν λόγω προβλήματος, υλοποιήθηκε ένας αλγόριθμος βαθιάς μάθησης (deep learning), ο οποίος εκπαιδεύεται να αντιστοιχίζει μοντέλα που έχουν υποστεί αλλαγή. Δεδομένου ότι χρειάζεται ένα σεβαστό πλήθος δεδομένων για την εκπαίδευση ενός αλγορίθμου βαθιάς μάθησης, δημιουργήθηκε μια πολυπληθής βάση με τεχνητά τροποποιημένα, μέσω προσομοίωσης, αντικείμενα. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε η βάση που παρουσιάστηκε στο διαγωνισμό SHREC 2021 από τον Ivan Sapiro [2], και αποτελείται από αρχαιολογικά αντικείμενα της προ-Κολομβιανής περιόδου. Οι 3D σαρώσεις των αρχικών

αντικειμένων υποβλήθηκαν σε έναν τυχαίο μετασχηματισμό μετακίνησης και περιστροφής και στη συνέχεια υποβλήθηκαν σε υπολογιστική προσομοίωση διάβρωσης, λόγω όξινης βροχής, και δημιουργίας ξηρής επιφανειακής κρούστας, λόγω ρύπανσης του περιβάλλοντος (Εικόνα 3). Σαν αποτέλεσμα, δημιουργήθηκε μια βάση στην οποία είναι γνωστή η ακριβής μετακίνηση των αντικειμένων στο χώρο και η ποσοτικοποίηση της αλλοίωσης της επιφάνειάς τους. Η βάση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση αλγορίθμων βαθιάς μάθησης αλλά και σαν σημείο αναφοράς για τη σύγκριση παρομοίων μεθόδων αντιστοίχισης.



Εικόνα 3: Στην εικόνα εμφανίζονται τα διαφορετικά στάδια της δημιουργίας της συνθετικής μας βάσης. Στην τελευταία εικόνα παρουσιάζονται με διαφορετικό χρώμα τα διαφορετικά επίπεδα διάβρωσης. Με γκρι είναι το αρχικό μοντέλο, με κόκκινο ύστερα από 30 χρόνια τεχνητής γήρανσης και με πράσινο χρώμα εμφανίζεται το μοντέλο ύστερα από 60 χρόνια διάβρωσης.

Σε μια προσπάθεια διερεύνησης αλλαγών σε λίθινα μνημεία παρουσία ατμοσφαιρικής ρύπανσης, υιοθετήθηκαν τα αντίστοιχα μοντέλα τεχνητής διάβρωσης για την προσομοίωση της φυσικής γήρανσης των αντικειμένων [3-5]. Ο προσομοιωτής υπολογίζει την αλλαγή πάνω σε ομογενοποιημένη λίθινη επιφάνεια μετά από ομοιόμορφη έκθεσή του αντικειμένου (χωρικά και χρονικά) σε συνθήκες περιοχών με υψηλό ποσοστό περιβαλλοντική μόλυνσης. Συγκεκριμένα, προσομοιώθηκαν περιπτώσεις καιρικών συνθηκών σε περιοχές μολυσμένης ατμόσφαιρας και η αλληλεπίδραση του διοξειδίου του θείου (SO_2), του διοξειδίου του αζώτου (NO_2) και του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) με το υλικό του αντικειμένου. Τα δύο φαινόμενα που επιλέχθηκαν ήταν η ξηρή απόθεση κρούστας λόγω της ρύπανσης και η απομείωση του λίθου από όξινη βροχή. Το αποτέλεσμα είναι η προσθήκη ή η απώλεια υλικού στην επιφάνεια του αντικειμένου αντίστοιχα με το φαινόμενο επιλογής (εικόνα 3).



Εικόνα 4: Παράδειγμα της συνθετικής βάσης, όπου φαίνεται το αρχικό αντικείμενο, το μετασχηματισμένο και ύστερα από προσομοίωση της αλλοίωσης της επιφάνειας του λόγω όξινης βροχής κατά τη διάρκεια 60 ετών.

Στο πλαίσιο του έργου CHANGE, εκτός από την αντιστοίχιση 3D διαφορετικών αντικειμένων, θα γίνει επιπλέον προσπάθεια αντιστοίχισης 3D πολυτροπικών δεδομένων. Με την ευθυγράμμιση και συγχώνευση διαφορετικών απεικονίσεων (π.χ. 3D σαρώσεων επιφάνειας, CT-σαρώσεων, QEMSCAN) του ίδιου αντικειμένου σε ένα κοινό πλαίσιο αναφοράς, διευκολύνεται η διαδικασία εύρεσης και καταγραφής, με μη παρεμβατικό/επεμβατικό τρόπο, των αλλαγών που συμβαίνουν στα αντικείμενα.

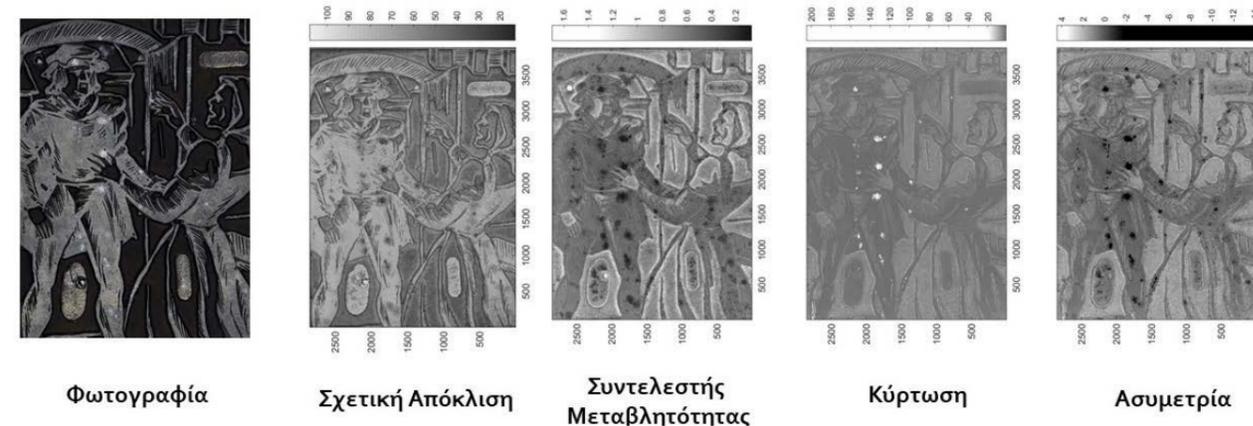
4. ΠΥΛΩΝΑΣ 3: ΣΥΓΚΕΙΜΕΝΟΠΟΙΗΣΗ, ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ, ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ, ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ

Στόχος του τρίτου πυλώνα έρευνας είναι η ανάπτυξη μεθοδολογιών και πρωτοκόλλων παρακολούθησης της κατάστασης διατήρησης μεταλλικών αντικειμένων με κύριο στόχο την εφαρμογή οπτική μετρολογίας και στατιστικής ανάλυσης απεικονίσεων προερχόμενων από την τεχνική RTI (Reflectance Transformation Imaging - Απεικόνιση Ανακλαστικού Μετασχηματισμού) καθώς και η αξιολόγηση και ερμηνεία της πολυτροπικής πληροφορίας με εφαρμογή άλλων τεχνικών καταγραφής και παρακολούθησης, σε συσχέτιση με τις «παραδοσιακές» μεθόδους παρακολούθησης και ανάλυσης αντικειμένων.

Η τεχνική RTI έχει βρει εφαρμογές εδώ και χρόνια στην πολιτιστική κληρονομιά ως μέσω αναγνώρισης της τοπογραφίας επίπεδων κυρίως επιφανειών [6-7]. Βασίζεται στη λήψη πολλαπλών φωτογραφιών της ίδιας απεικόνισης υπό διαφορετικές γωνίες φωτός και στο συνδυασμό αυτών μέσω αλγορίθμων που επιτρέπουν την οπτικοποίηση της πληροφορίας μέσω της δυνατότητας επαναφωτισμού (re-lighting) της εξεταζόμενης επιφάνειας [8]. Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας εξετάζονται και αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες που δίνουν την δυνατότητα λήψης στοιχείων σχετιζόμενα με την 3D γεωμετρία καθώς και η δυνατότητα στατιστικής ανάλυσης της ανάκλασης του φωτός της εξεταζόμενης επιφάνειας.

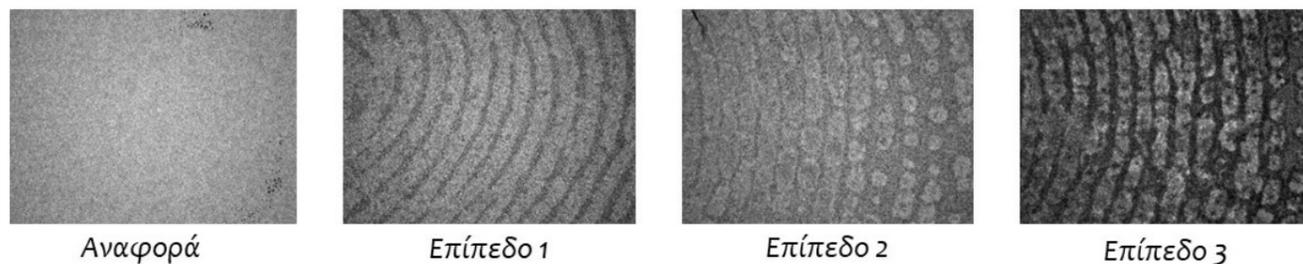
Δύο είναι οι κύριοι άξονες έρευνας, ο ένας σχετίζεται με την κατάσταση διατήρησης αντικειμένων που παρουσιάζουν εμφανή αλλαγή στην τοπογραφία της επιφάνειας και ο δεύτερος η παρακολούθηση αλλαγών σε περιπτώσεις αντικειμένων που δεν προκαλούν σημαντική αλλαγή στην τοπογραφία της επιφάνειας.

Ως προς τη μελέτη της κατάστασης διατήρησης η αναπτυσσόμενη μεθοδολογία δίνει τη δυνατότητα χαρτογράφησης της πληροφορίας που σχετίζεται με την τοπογραφία της επιφάνειας και την διαφοροποίηση της ανακλαστικότητας βάσει των φυσικών χαρακτηριστικών των υλικών της επιφάνειας. Η αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων στηρίζεται στην ανάλυση και κατανόηση πολυτροπικών δεδομένων που προκύπτουν από τους στατιστικούς χάρτες, τις χημικές αναλύσεις της επιφάνειας και την γνώση των υλικών και των αντικειμένων προς εξέταση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της εφαρμογής των στατιστικών χαρτών παρουσιάζεται στην Εικόνα 4. Η πρώτη εικόνα παρουσιάζει φωτογραφική απεικόνιση με χρήση φωτεινού θαλάμου (Light-box). Οι επόμενες τέσσερις εικόνες αφορούν στατιστικούς χάρτες που αποτυπώνουν τις λεπτομέρειες της επιφάνειας και αποδίδουν διαφορετικές πληροφορίες που σχετίζονται με την αντίδραση της ανάκλασης της επιφάνειας ανά εικονοστοιχείο (pixel). Μέσω της επιλογής κατάλληλων στατιστικών χαρτών είναι δυνατή η χαρτογράφηση της παθολογίας του αντικειμένου και η συσχέτισή της αντίδρασης της ανάκλασης της διάβρωσης σε σχέση με τη μεταλλική επιφάνεια.



Εικόνα 5: Παράδειγμα εφαρμογής στατιστικών χαρτών για την ανάλυση της κατάστασης διατήρησης μεταλλικών αντικειμένων.

Παράλληλα, ως προς την παρακολούθηση των αλλαγών, χωρίς τοπογραφική αλλοίωση, στην επιφάνεια σε βάθος χρόνου είναι δυνατή η απομόνωση και η οπτικοποίηση πληροφοριών που δεν αποτυπώνονται πάντα με μεγάλη επιτυχία με απλά μέσα όπως η φωτογράφιση. Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται σχετικό παράδειγμα της εξέλιξης της αμαύρωσης του αργύρου, σε διαφορετικά επίπεδα αμαύρωσης, παρουσία δακτυλικών αποτυπωμάτων, τα οποία περιγράφονται με μεγάλη λεπτομέρεια στην περίπτωση των στατιστικών χαρτών. Η πρόκληση στην προκειμένη περίπτωση εκτός από την οπτικοποίηση της πληροφορίας, είναι η ποσοτικοποίηση αυτής μέσω της χρήσης αλγορίθμων που στηρίζονται στη συσχέτιση 3D δεδομένων.



Εικόνα 6: Παράδειγμα εφαρμογής χαρτών μέσου όρου για την ανάλυση της παρακολούθησης της αμαύρωσης του αργύρου σε τεχνητά γηρασμένα δοκίμια που φέρουν αποτυπώματα.

5. ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, το ευρωπαϊκό πρόγραμμα CHANGE, έχει τρεις επιστημονικούς πυλώνες έρευνας, οι οποίοι συνθέτουν μια διεπιστημονική συνεργασία. Ασχολείται με την ανάπτυξη και εξέλιξη τεχνολογιών και μεθοδολογιών που ξεκινούν από την λήψη δεδομένων, συνεχίζουν στην επεξεργασία δεδομένων για να καταλήξουν στην αξιοποίηση της πληροφορίας για τις ανάγκες της πολιτιστικής κληρονομιάς. Κύριος στόχος είναι η καταγραφή και κατανόηση των αλλαγών που συμβαίνουν στα αντικείμενα της ΠΚ στο πέρασ του χρόνου. Στο αρχικό στάδιο του προγράμματος, ο κάθε πυλώνας αναπτύσσεται μεμονωμένα με στόχο, στο επόμενο στάδιο, οι διαδικασίες και πληροφορίες να συνδεθούν σε ένα ενιαίο πλαίσιο.

Η ΠΚ ως κλάδος περικλείει τη διεπιστημονικότητα καθώς καλύπτει ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων και ειδικοτήτων. Μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης που ακολουθείται, επιτυγχάνεται η αξιοποίηση ενός ευρέως φάσματος ειδικοτήτων που θα έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει σύγχρονα συστήματα λήψης πολυτροπικών πληροφοριών που θα χρησιμοποιούν αυτοματοποιημένες διαδικασίες για την οπτικοποίηση, ποσοτικοποίηση, προσομοίωση και συγχώνευση δεδομένων. Παράλληλα αναπτύσσονται οι μεθοδολογίες για την αξιολόγηση της παρεχόμενης πληροφορίας και την προσαρμογή της στις ανάγκες της πολιτιστικής κληρονομιάς. Στόχος της διεπιστημονικής προσέγγισης είναι η σύνδεση των πληροφοριών που συλλέγονται από τους προαναφερθέντες πυλώνες με εφαρμογές που άπτονται στη συντήρηση και αποκατάσταση της υλικής πολιτιστικής κληρονομιάς.

Για να επιτευχθούν οι στόχοι του προγράμματος, οι συμμετέχοντες βρίσκονται σε συνεχή διάλογο, συνεργασία και εκπαίδευση ώστε να εξοικειωθούν με τους διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς, και γίνουν αντιληπτές οι ανάγκες και απαιτήσεις της κάθε ειδικότητας. Κλείνοντας, θα πρέπει να επισημανθεί ότι η συνεργασία και ομαδικότητα επιστημόνων με διαφορετικό υπόβαθρο είναι αναγκαίος κρίκος για την προσαρμογή τεχνολογιών διαφορετικών τομέων στις ανάγκες της ΠΚ.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αυτή η εργασία έλαβε χρηματοδότηση από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας «Horizon 2020» της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο πλαίσιο της συμφωνίας επιχορήγησης Marie Skłodowska-Curie με αριθμό σύμβασης 813789.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] CHANGE-Cultural Heritage Analysis for New Generations, <https://change-itn.eu/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [2] SHREC2021, <http://www.ivan-sipiran.com/shrec2021.html> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [3] P. Perakis, C. Schellewald, K.F. Kebremariam and T. Theoharis, Simulating erosion on cultural heritage monuments, In: 20th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies (CHNT20), 2015
- [4] S.S. Yerrapragada, J.H. Jaynes, JS.R. Chirra and K. Gauri, Rate of weathering of marble due to dry deposition of ambient sulfur and nitrogen dioxides, Analytical chemistry 1994, 66(5):655–659. 64
- [5] P.A. Baedecker, M.M. Reddy, The erosion of carbonate stone by acid rain: laboratory and field investigations, Journal of chemical education 66, 1993, 70(2):104
- [6] M. Mudge, T. Malzbender, A. Chalmers, R. Scopigno, J. Davis, O. Wang, P. Gunawardane, M. Ashley, M. Doerr, A. Proenca and J. Barbosa, Image-Based Empirical Information Acquisition, Scientific Reliability, and Long-Term Digital Preservation for the Natural Sciences and Cultural Heritage, The Eurographics Association, 2008, DOI:10.2312/egt.20081050
- [7] L. Macdonald, Reflectance Transformation Imaging, Digital Techniques for Documenting and Preserving Cultural Heritage, ARC, Amsterdam University Press, 2017, doi.org/10.1515/9781942401353-024
- [8] CHI - Cultural Heritage Imaging, <http://culturalheritageimaging.org/Technologies/RTI/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)

ΙΣΟΤΟΠΙΚΗ ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ: ΕΝΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΦΘΟΡΩΝ ΣΤΑ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΜΝΗΜΕΙΑ

Δ. Κυροπούλου¹

¹Μονάδα Σταθερών Ισοτόπων ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος

Περίληψη

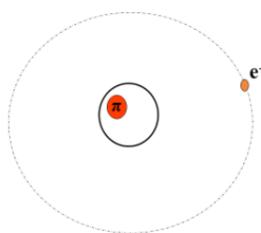
Τα σταθερά ισότοπα άνθρακα και οξυγόνου (^{13}C και ^{18}O) είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο ψηφιακής τεκμηρίωσης των κονιαμάτων και των μηχανισμών διάβρωσης. Αναλυτικές μέθοδοι επιλέχθηκαν παράλληλα με τα σταθερά ισότοπα. Η στοιχειακή και μορφολογική ανάλυση επιτεύχθηκε με την εφαρμογή της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας σάρωσης σε συνδυασμό με την ανάλυση ενεργειακής διασποράς ακτίνων X (SEM/EDXA), ενώ οι ορυκτές φάσεις προσδιορίστηκαν με την χρήση πολωτικού πετρογραφικού μικροσκοπίου. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων προσδιόρισαν την τεχνολογική εξέλιξη και τη διάβρωση ιστορικών κονιαμάτων. Τα Ελληνιστικά κονιάματα αποτελούνται από ασβέστη και άργιλο-πυριτικά αδρανή με κύριο αδρανές τον χαλαζία. Τα Ρωμαϊκά και Βυζαντινά κονιάματα αποτελούνται από ασβέστη, ποζολάνη, και ποικίλα αδρανή όπως χαλαζία, πλαγιόκλαστο, αλλά και θραύσματα κεραμικών και πλίνθων. Οι βασικοί μηχανισμοί διάβρωσης που εντοπίστηκαν είναι η διαλυτοποίηση και ανακρυστάλλωση του ασβεστιτικής προέλευσης συνδετικού υλικού, η απώλεια συνοχής του συνδετικού υλικού και η κρυστάλλωση αλάτων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ορισμός σταθερών ισοτόπων

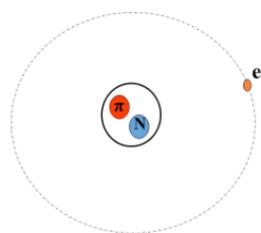
Τα σταθερά ισότοπα ενός στοιχείου καταλαμβάνουν την ίδια θέση στον περιοδικό πίνακα, έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων (Z) αλλά διαφορετικό αριθμό νετρονίων (N). Επομένως, είναι χημικά στοιχεία με τον ίδιο ατομικό αριθμό αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό (μαζικός αριθμός $A = Z + N$). Η πρώτη αναφορά στα ισότοπα έγινε όταν ο Soddy [1] απέδειξε ότι διαφορετικά άτομα καταλαμβάνουν την ίδια θέση στον περιοδικό πίνακα. Η απόδειξη αυτή βασίστηκε σε παλαιότερα μελέτη του Chadwick [2], ότι το στοιχείο νέον έχει δύο διαφορετικά είδη ατόμων με ατομικά βάρη 20 και 22 αντίστοιχα. Τα άτομα αυτά ονομάστηκαν ισότοπα [1]. Μετέπειτα έρευνες οδήγησαν στην ανακάλυψη του δευτερίου, το οποίο είναι ένα συστατικό που παρουσιάζει μεγαλύτερη μάζα από αυτήν του υδρογόνου ενώ εμφανίζει τις ίδιες χημικές ιδιότητες [3]. Η απάντηση του ερωτήματος, πως τα άτομα του ίδιου στοιχείου έχουν διαφορετικό βάρος, δόθηκε με την ανακάλυψη του νετρονίου [4]. Μετά την ανακάλυψη του νετρονίου δημιουργήθηκε η βάση για την ανάπτυξη της ισοτοπικής γεωχημείας (Σχήματα 1 και 2).

Το Άτομο του Υδρογόνου (H)



Σχήμα 1: Το άτομο του υδρογόνου

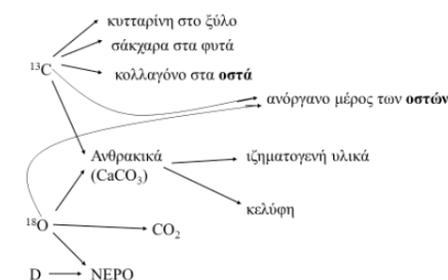
Το Άτομο του Δευτερίου (D)



Σχήμα 2: Το άτομο του δευτερίου

1.2 Σταθερά ισότοπα και ψηφιακή πληροφορία

Τα σταθερά ισότοπα εφαρμόστηκαν σε ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών κλάδων από την γεωλογία μέχρι την βιολογία και την περιβαλλοντική χημεία, ενώ το τελευταίο μισό του 20ου αι. τα σταθερά ισότοπα εφαρμόστηκαν εκτεταμένα στην μελέτη των ανθρακικών υλικών [5].



Σχήμα 3: Σταθερά ισότοπα και ψηφιακή πληροφορία

Εκτός από την εφαρμογή των σταθερών ισοτόπων στην υδρογεωλογία και τα οικοσυστήματα, τα ισότοπα οξυγόνου και άνθρακα έχουν την δυνατότητα να προσδιορίσουν τις συνθήκες σχηματισμού αλλά και την προέλευση των ανθρακικών αλάτων [6]. Ο σχηματισμός του ασβεστίτη περιλαμβάνει ποικίλα συστατικά που μετέπειτα επηρεάζουν την ισοτοπική σύσταση των ασβεστοκονιαμάτων. Η ισοτοπική τιμή των ανθρακικών αλάτων εξαρτάται κυρίως από την ισοτοπική σύσταση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και του νερού (H_2O). Επιπροσθέτως, η ισοτοπική σύσταση των υλικών που περιέχουν κατά βάση ασβεστίτη επηρεάζεται από το βαθμό επίτευξης της ισοτοπικής ισορροπίας και από τον παράγοντα της κλασμάτωσης των συστατικών: $\delta^{13}\text{C}_{\text{CaCO}_3}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{CO}_2}$ και $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$.

2. ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ

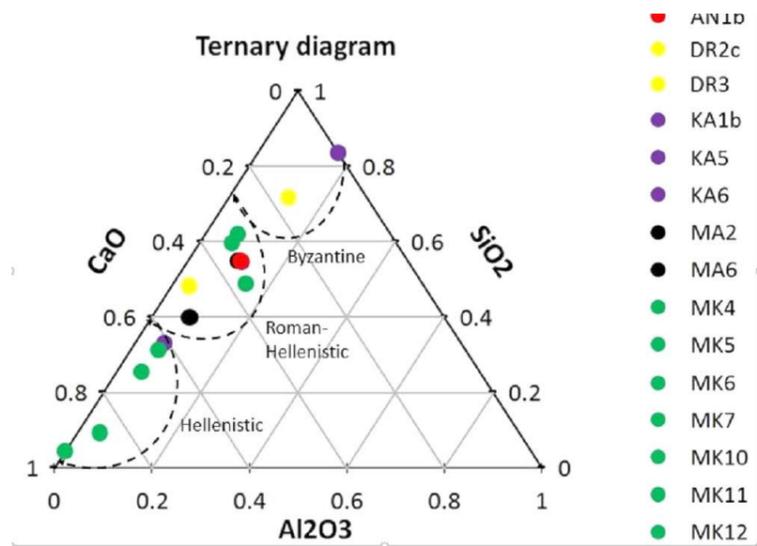
2.1 Ψηφιακή απεικόνιση με χρήση μικροσκοπικών μεθόδων

Η ψηφιακή απεικόνιση της τεχνολογίας των ιστορικών κονιαμάτων που μελετήθηκαν από την Ελληνιστική έως και την Βυζαντινή εποχή αντικατοπτρίζεται στο τριαδικό διάγραμμα (Σχήμα 4), όπου αποτυπώνονται οι τεχνολογικές διαφοροποιήσεις μέσω της περιεκτικότητας σε οξειδία του ασβεστίου (CaO) και οξειδία του πυριτίου (SiO_2) όπως ανιχνεύτηκαν στην ολική ανάλυση οξειδίων, μετά από σάρωση ολόκληρης της επιφάνειας κάθε δείγματος, στο SEM. Τα δείγματα κονιαμάτων Ελληνιστικής εποχής από τον Μακρύγιαλο Περίας αποτελούνται κυρίως από λεπτόκοκκο ασβεστίτη σε ποσοστό που φτάνει έως 96%, ενώ τα αδρανή αποτελούνται κυρίως από χαλαζία, πλαγιόκλαστο και καλιούχο άστριο. Τα Βυζαντινά και Ρωμαϊκά κονιάματα αποτελούνται από ασβέστη και ποζολάνη ενώ η ποσοστιαία ανάλυση στο συνδετικό υλικό έδειξε ότι το ποσοστό του οξειδίου του πυριτίου (SiO_2) κυμαίνεται μεταξύ 30% έως και 90% (Σχήμα 5). Τα αδρανή που επίσης περιέχονται στα κονιάματα διαφοροποιούνται σε σχέση με τα Ελληνιστικά κονιάματα, κι αποτελούνται κυρίως από χαλαζία, πλαγιόκλαστο, καλιούχο άστριο, μικροκλινή, ενώ σε ορισμένα δείγματα έχουν βρεθεί θραυσμένο κεραμικό και θρυμματοποιημένοι πλίνθοι. Το τριαδικό διάγραμμα δείχνει ότι τα δείγματα από τον Μακρύγιαλο συγκεντρώνονται κυρίως στην γωνία που εκφράζει την μέγιστη συγκέντρωση σε οξείδιο του ασβεστίου (CaO), ενώ τα δείγματα Ρωμαϊκής και έπειτα Βυζαντινής εποχής περιέχουν έως και 80% οξείδιο του πυριτίου (SiO_2). Οι διαφοροποιήσεις στην περιεκτικότητα σε οξείδια μεταξύ δειγμάτων Ελληνιστικής και Ρωμαϊκής-Βυζαντινής εποχής αποδίδονται και στην διαφορετική λειτουργικότητά τους ως υλικά. Τα Ελληνιστικά κονιάματα είναι επιχρίσματα που συλλέχθηκαν από ταφικά μνημεία, αποτελούν δηλαδή κονιάματα με κυρίως διακοσμητική λειτουργία χωρίς στατικές απαιτήσεις. Απεναντίας, τα κονιάματα Ρωμαϊκής και Βυζαντινής εποχής είναι δομικά κονιάματα με σκοπό να συνδέουν και να υποστηρίζουν την στατικότητα

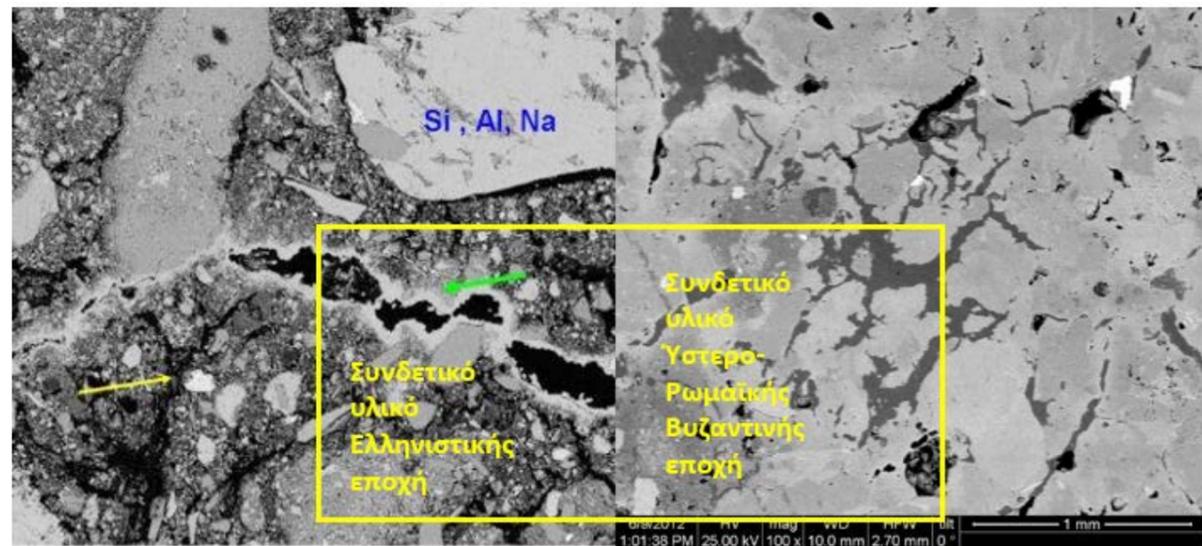
της τοιχοποιίας, επομένως η ανάγκη για ενίσχυση της αντοχής και της ισχύς είναι πολύ μεγάλη.

Επομένως, η ενίσχυση της ισχύς και της αντοχής των δομικών κονιαμάτων επιτυγχάνεται με την προσθήκη της ποζολάνης που ανιχνεύεται στα κονιάματα Ρωμαϊκής εποχής, καθώς και στην χρήση του θραυσμένου κεραμικού που ανιχνεύεται στα Βυζαντινά κονιάματα. Το συνδετικό υλικό γίνεται πιο ισχυρό, λιγότερο πορώδες (Σχήματα 6 και 7). Οι ποζολάνες προστίθενται στο συνδετικό υλικό με σκοπό να επιταχύνουν την σκλήρυνση και να ενισχύσουν την ισχύ του κονιάματος. Η υδραυλικότητα συνεπάγεται ταχύτερη σκλήρυνση, μεγαλύτερη ισχύ και αντοχή. Οι πυριτικές προσμίξεις στο συνδετικό υλικό προσδίδουν αντοχή και ισχύ στα Ρωμαϊκά και Βυζαντινά κονιάματα μετατρέποντας τα σε κατάλληλα υλικά για να φέρουν μεγάλα δομικά φορτία.

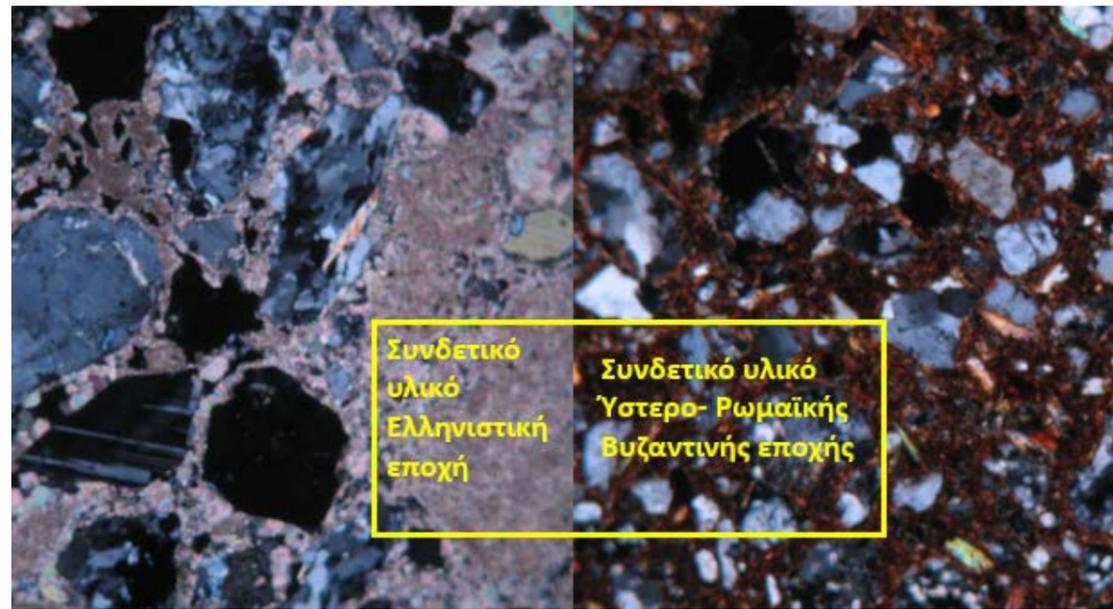
Τα κονιάματα Βυζαντινής εποχής διαφοροποιούνται από τα κονιάματα Ρωμαϊκής εποχής κυρίως ως προς την χρήση των αδρανών. Στα δείγματα κονιαμάτων Βυζαντινής εποχής παρατηρείται συστηματική χρήση του θραυσμένου κεραμικού ως αδρανές, που είναι δυνατό.



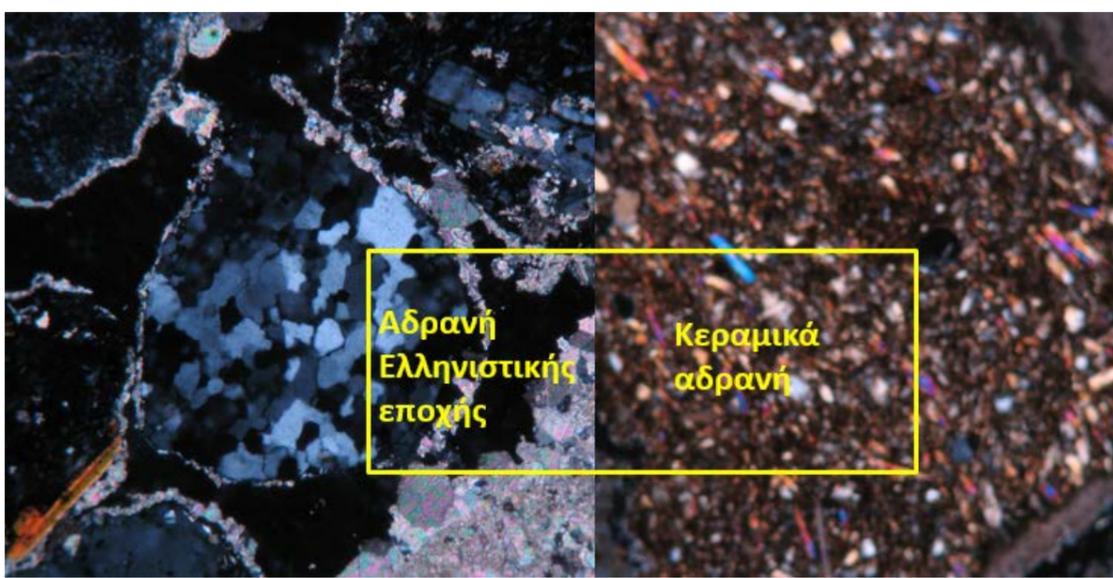
Σχήμα 4: Τριαδικό διάγραμμα CaO-Al₂O₃-SiO₂ με κονιάματα Ελληνιστικής εποχής (MK12), Ρωμαϊκής εποχής (A1b, DR2c, DR3), Βυζαντινής εποχής (KA1β, K5, K3A)



Σχήμα 5: Φωτογραφίες SEM/BSE που απεικονίζουν τις διαφορές στην δομή του συνδετικού υλικού στα επιχρίσματα Ελληνιστικής εποχής (αριστερά) και στα δομικά κονιάματα Υστερορωμαϊκής και Βυζαντινής εποχής (δεξιά).



Σχήμα 6: Φωτογραφίες πολωτικού μικροσκοπίου που απεικονίζουν την διαφοροποίηση του συνδετικού υλικού. Αριστερά διακρίνεται επίχρισμα κονιάματος Ελληνιστικής εποχής και δεξιά δομικό κονίαμα αντιπροσωπευτικό της Υστερορωμαϊκής και Βυζαντινής εποχής.



Σχήμα 7: Φωτογραφίες πολωτικού μικροσκοπίου που απεικονίζουν την διαφοροποίηση των αδρανών. Αριστερά διακρίνεται επίχρισμα κονιάματος Ελληνιστικής εποχής και δεξιά δομικό κονίαμα αντιπροσωπευτικό της Υστερορωμαϊκής και Βυζαντινής εποχής.

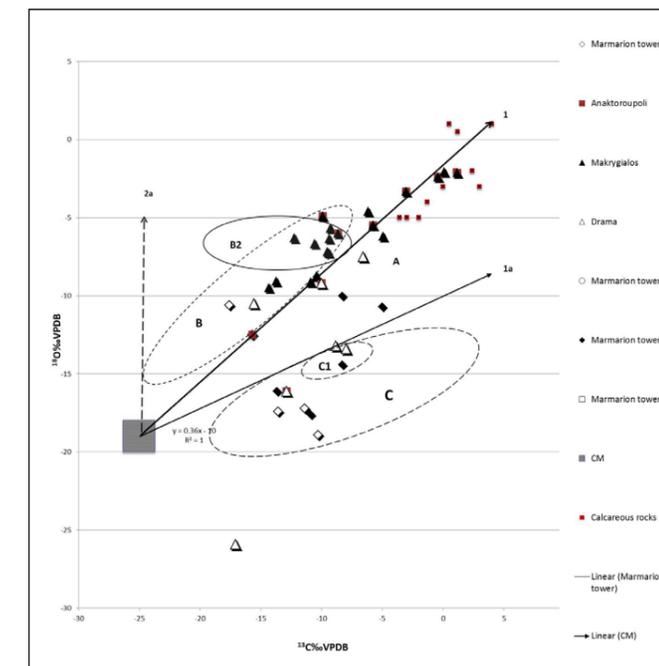
2.2 Ψηφιακή απεικόνιση με την χρήση των σταθερών ισοτόπων

Η ανάλυση σταθερών ισοτόπων (¹³C και ¹⁸O) σχετίζεται με τις συνθήκες σχηματισμού και την προέλευση των ανθρακικών αλάτων, επομένως αποτελεί χρήσιμο εργαλείο στην διερεύνηση επιπρόσθετων παραμέτρων που σχετίζονται με τους μηχανισμούς και τις αιτίες διάβρωσης. Τα σταθερά ισότοπα άνθρακα και οξυγόνου στα κονιάματα αναλύθηκαν με σκοπό να αποδείξουν την προέλευση του ανθρακικού άλατος και για να αναγνωρίσουν τις πιθανές πηγές διάβρωσης των κονιαμάτων όπως ή προσβολή από άλατα, η θείωση και οι μηχανισμοί διαλυτοποίησης/ανακρυστάλλωσης. Όλοι οι μηχανισμοί και οι διαδικασίες που σχετίζονται με την διάβρωση των κονιαμάτων απεικονίζονται στο Σχήμα 8.

Η ισοτοπική τιμή του ανθρακικού άλατος που περιέχεται στον ασβεστίτη των κονιαμάτων αντιπροσωπεύει μη-ισοτοπική ισορροπία [6,7] και εξαρτάται κυρίως από την ισοτοπική σύνθεση του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και του νερού και από τον βαθμό στον οποίο έχει επιτευχθεί ισοτοπική ισορροπία κι επομένως στον παράγοντα κλασμάτωσης των δ¹³C_{CaCO₃} - δ¹³C_{CO₂} - δ¹⁸O_{CO₂} και δ¹⁸O_{H₂O}. Οι ισοτοπικές τιμές του τοπικού νερού για κάθε περιοχή δειγματοληψίας αναλύθηκαν με σκοπό να προσδιοριστούν οι ισοτοπικές τιμές για τον καθαρό ασβεστίτη που έχει καθιζάνει σε αλκαλικό περιβάλλον με τοπικό μετεωρικό νερό και ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα. Οι ισοτοπικές τιμές του νερού της βροχής και του μετεωρικού νερού που βρίσκεται στις περιοχές δειγματοληψίας είναι: -7,2‰ ¹⁸O και -45‰ ²H για τα δείγματα από τον Μακρύγιαλο, -6,5‰ ¹⁸O και -38‰ ²H για τα δείγματα από την Καβάλα και από -8‰ ¹⁸O έως -65‰ ²H για τα δείγματα από την Δράμα [6]. Ωστόσο η εξάτμιση του νερού κατά τη διαδικασία σχηματισμού του κονιάματος δίνει ισοτοπικά βαρύτερο υπολειμματικό νερό, ενώ η επίδραση της συμπύκνωσης δίνει ισοτοπικά ελαφρύτερο υπολειμματικό νερό. Η προέλευση του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) για το σχηματισμό του ασβεστίτη είναι ένας ακόμη παράγοντας. Τα σταθερά ισότοπα για C και O του CO₂ (ατμοσφαιρικής προέλευσης) παραμένουν σταθερά για τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Ωστόσο η ατμοσφαιρική μόλυνση δεν είναι νέο πρόβλημα. Στην αρχαία Ρώμη οι υαλοτεχνίτες μετακόμισαν έξω από την πόλη εξαιτίας της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Έτσι, το CO₂ βιογενούς προέλευσης (καυσαέριο ή ρύποι CO₂) παρουσιάζει πολύ χαμηλό ¹³C.

Επομένως, λαμβάνοντας υπόψη την ισοτοπική κλασμάτωση του C μεταξύ του CO₂ (gas) και του ασβεστίτη που καθιζάνει σε αλκαλικό περιβάλλον, το δ¹³C_{calcite-CO₂} = δ¹³C_{calcite} - δ¹³C_{CO₂} = -18‰ [7,8] και λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές του δ¹³C_{CO₂} που κυμαίνονται μεταξύ -7 και -9‰, είναι δυνατό να υπολογίσουμε το δ¹³C_{calcite} το οποίο είναι μεταξύ -25‰ και -27‰. Αναφορικά με το δ¹⁸O, και το νερό και το οξυγόνο που περιέχεται στο CO₂ συμβάλλουν στην καθίζηση του ανθρακικού άλατος. Οι Usdowski και Hoefs [9] και οι O'Neil και Barnes [10] έχουν αποδείξει ότι σε αλκαλικά περιβάλλοντα, τα 2/3 του οξυγόνου στο ανθρακικό άλας που καθιζάνει προέρχεται απευθείας από το CO₂ και κατά το 1/3 από το δ¹⁸O προέρχεται από το OH⁻. Λαμβάνοντας υπόψη την μέση θερμοκρασία στον Μακρύγιαλο και την Δυτική Μακεδονία και λαμβάνοντας υπόψη την ισοτοπική κλασμάτωση μεταξύ H₂O και OH⁻ (α_{H₂O-OH⁻} = 1.042-1) (T=200C), η τιμή του δ¹⁸O_{OH⁻} [δ¹⁸O_{OH⁻} = δ¹⁸O_{H₂O} - (α_{H₂O-OH⁻} - 1) • 1000] υπολογίζεται μεταξύ -78‰ και -80‰. Το δ¹⁸O που περιέχεται στο CO₂ είναι 10‰, VPDB και το δ¹⁸O_{calcite} υπολογίζεται (δ¹⁸O_{calcite} = 1/3δ¹⁸O_{OH⁻} + 2/3δ¹⁸O_{CO₂}) μεταξύ -19‰ και -20‰. Επομένως, τέτοιες ισοτοπικές τιμές για τον C και το O (δ¹³C_{calcite} = -25‰ το -27‰; δ¹⁸O_{calcite} = -19‰ έως -20‰), αποτελούν την περιοχή CM στην Εικόνα 6.5.2 και αποτελούν τυπικές τιμές για την κατακρήμιση του ασβεστίτη με ατμοσφαιρικό CO₂ χρησιμοποιώντας το τοπικό νερό από την Δράμα, την Καβάλα και το Μακρύγιαλο και το ατμοσφαιρικό CO₂.

Επομένως, αναμένεται ότι τα ιστορικά κονιάματα, τα οποία είναι ένα μίγμα ασβέστη, νερού, άμμου, και ασβεστιτικών ή πυριτικών αδρανών θα έχουν δ¹³C > -25‰ ή βαρύτερο ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής του παλιού ασβεστίτη. Λαμβάνοντας υπόψη το ποσοστό του CaO στα Ελληνιστικά δείγματα κονιαμάτων το δ¹³C του ανθρακικού άλατος που σχηματίζεται θα είναι μεταξύ -25‰ και -9.5‰ ανάλογα με την συμμετοχή των καταλοίπων παλιού ασβεστίτη στα αδρανή. Τα Ελληνιστικά δείγματα κονιαμάτων δείχνουν μία θετική συσχέτιση μεταξύ του δ¹³C και του φορτίου υποδεικνύοντας ότι η κλίση σε πιο θετικές τιμές οφείλεται στα υπολείμματα ασβεστόλιθου. Συνεπώς, το ποσοστό του ασβεστόλιθου που έχει χρησιμοποιηθεί για την καύση ή την απορρόφηση CO₂ είναι ανταγωνιστικό σε σχέση με την τελική τιμή του ¹³C (γραμμή 1 και 1a, Σχήμα 8).



Σχήμα 8: Διάγραμμα διασποράς που συνοψίζει τις διαφορετικές πηγές CO₂ και H₂O (πηγές) αλλά και μηχανισμούς (περιοχές).

Συμπερασματικά ο βασικός μηχανισμός διάβρωσης είναι η διαλυτοποίηση του ασβεστίτη και πιθανώς η κατακρήμιση άλλων ορυκτών (περιοχή B2), όπου βρίσκονται τα περισσότερα δείγματα από τον Μακρύγιαλο. Η ανάλυση στο SEM για τα συγκεκριμένα δείγματα έδειξε ανακρυστάλλωση και διαλυτοποίηση υλικού. Τα υπόλοιπα δείγματα (κυρίως από τον Μακρύγιαλο) εμφανίζουν μία θετική μετατόπιση των ισοτοπικών τιμών του οξυγόνου και μία σημαντική αλλαγή της ισοτοπικής τιμής του αρχικού άνθρακα. Αυτές οι ισοτοπικές τιμές μπορεί να έχουν προκληθεί από την ανακρυστάλλωση του ασβεστίτη με νερό που έχει διέλθει από πόρους και CO₂ από διάφορες τιμές. Ακόμη, το νερό της βροχής αποτελεί δευτερογενές διάλυμα που συμμετέχει στους μηχανισμούς ανακρυστάλλωσης, οπότε σε αυτήν την περίπτωση το δ¹⁸O του ασβεστίτη που περιέχεται στο συνδετικό υλικό μετατοπίζεται σε βαρύτερες τιμές που στην περίπτωση μας πλησιάζουν το 0‰ όμοια με τις ισοτοπικές τιμές του ασβεστόλιθου. Στην περίπτωση του ισότοπου του άνθρακα οι θετικές τιμές που παρατηρούνται στην ασβεστιτική μήτρα (Περιοχή C1) υποδεικνύουν ανακρυστάλλωση ασβεστίτη από ένα μίγμα ατμοσφαιρικού και βιογενούς CO₂, λαμβάνοντας υπόψη και τον παράγοντα της ισοτοπικής κλασμάτωσης. Τιμές κοντά στο 0‰ για το οξυγόνο και τον άνθρακα αποδίδονται σε λεπτά σωματίδια ασβεστίτη τα οποία αποτελούν υπολείμματα ατελούς καύσης (σύμφωνα με την ορυκτολογική, μορφολογική και χημική ανάλυση). Μία ομάδα δειγμάτων βρίσκεται κάτω από την περιοχή A υποδεικνύοντας ότι ο ασβεστίτης που καθιζάνει έχει σχηματισθεί από ατμοσφαιρικό CO₂ και ισοτοπικά ελαφρύ μετεωρικό νερό ή ισοτοπικά ελαφρύ επανασυμπυκνωμένο πρωτογενές νερό (περιοχή C): ακόμη η γραμμή 2a απεικονίζει την εξάντληση και των δύο ισότοπων αποδεικνύοντας ανακρυστάλλωση ασβεστίτη με ελαφρύ νερό και CO₂ μικτής προέλευσης (ατμοσφαιρικής και εδαφικής).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] F. Soddy, Nat., 1914, vol. 92, pp. 399-400
- [2] P.T. Thompson, H. P., Schwarcz and D.C. Ford, Geol. Soc. of America Bulletin, 1976, vol. 87, pp. 1730-1738
- [3] H.C. Urey, F.G. Brickwedde and G. M. Murphy, Physics Reviews , 1932, vol. 40, pp. 1-15.
- [4] J. Chadwick, Proc. Roy. Soc. London, Series. A. 1932., vol. 136, pp. 692-708.
- [5] J.W. Morse and F.T. Mackenzie, Dev. in Sed., 1990, vol. 48. pp. 707
- [6] K. Legenstein et al. Ap. Geoch., 2008, vol. 23, pp. 2425-2437.
- [7] E.Dotsika, D. Kyropoulou V.Christaras and G. Diamantopoulos, Geos. 2018, vol. 8, pp. 339
- [8] E. Dotsika et al, Anal. and Bioan. Chem., 2009, vol. 395, pp. 2227–2234.
- [9] F. Uzdowski, J. Hoefs, Geoc. and Cos. Act. 1993, vol. 57, pp. 3815–3818.
- [10] J. R. O'Neil, J.R., and I. Barnes, Geoc. and Cos. Act., 1971, vol. 35, pp. 687–697.

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΜΕΣΩ ΝΕΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Θ. Ανδρουλάκη¹, Π. Παρθένιος²

¹Νέο Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων, Εφορεία Αρχαιοτήτων Χανίων, Σκρα 15, 731 33, Χανιά

²Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πολυτεχνείο Κρήτης, Κουνουπιδιανά 731 00

Περίληψη

Τις τελευταίες δεκαετίες οι ψηφιακές τεχνολογίες εξελίσσονται συνεχώς και βρίσκουν πολλές εφαρμογές στο πεδίο της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η εμβυθισμένη απεικόνιση, η ψηφιακή αποτύπωση και αναπαράσταση αρχαιολογικών χώρων και ευρημάτων και οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας είναι μόνο μερικά δυνητικά εργαλεία, διαθέσιμα για τη μελέτη του παρελθόντος.

Σήμερα στα εργαστήρια συντήρησης οι προκλήσεις για ποικίλες εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών είναι καθημερινές. Ειδικά η παραγωγή και η χρήση τρισδιάστατων μοντέλων αρχαιολογικών χώρων, μνημείων και ευρημάτων διευρύνεται συνεχώς και μπορεί να χρησιμεύσει για την αποτύπωση και προβολή τέχνηργων, για ψηφιακή περιήγηση σε μνημεία απομακρυσμένα, με δύσκολη πρόσβαση ή κατεστραμμένα· για την καταγραφή φθορών.

Ειδικά στα εργαστήρια συντήρησης ενός σύγχρονου μουσείου η ψηφιακή μοντελοποίηση μνημείων και ευρημάτων είναι δυναμικό εργαλείο στην αποτύπωση της αρχικής κατάστασης, στην αποτύπωση αντικειμένων πριν την απομάκρυνση τους από την ανασκαφή, στην καταγραφή και στην αποτύπωση των εργασιών από τα στάδια συντήρησης και στην απόδοση της τελικής κατάστασης.

Στο Εργαστήριο Ψηφιακών Μέσων της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης έχουν πραγματοποιηθεί σχετικές έρευνες οι οποίες στη συνέχεια εφαρμόστηκαν σε μνημεία και αρχαιολογικά ευρήματα της Εφορείας Αρχαιοτήτων Χανίων.

1. ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ

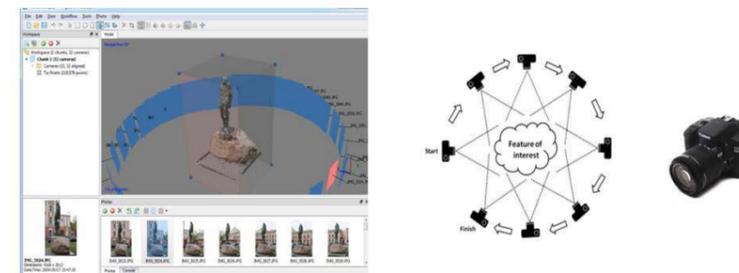
Στο πεδίο της Πολιτιστικής Κληρονομιάς οι τεχνολογίες δημιουργίας ψηφιακών μοντέλων τρισδιάστατης πραγματικότητας [1, 2, 3, 4] εξελίσσονται εντυπωσιακά και παρόλο που η απεικόνιση, με τρισδιάστατα μοντέλα αρχικά αναπτύχθηκε για εργασίες στη βιομηχανία και την ψυχαγωγία, βρίσκει σημαντικές εφαρμογές στο πεδίο της Πολιτιστικής Κληρονομιάς [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Συγκεκριμένα και ειδικά στον τομέα της Συντήρησης και Αποκατάστασης τα ψηφιακά μοντέλα χώρων, μνημείων και αντικειμένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- Για καταγραφή και αποτύπωση αρχικής κατάστασης πριν την έναρξη των εργασιών αποκατάστασης
- Για καταγραφή και αποτύπωση κατά τη διάρκεια των εργασιών αποκατάστασης
- Για καταγραφή κατάστασης διατήρησης και αποτύπωση φθορών και
- Για μελέτη κατασκευής και καταγραφή τεχνοτροπίας και υλικών [12, 13, 14, 15].

2. ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΑΠΟ ΚΙΝΗΣΗ (STRUCTURE FROM MOTION TECHNIQUE)

Είναι γνωστό ότι οι τοπογραφικές εργασίες και η τοπογραφία υψηλής ανάλυσης παραδοσιακά απαιτούν εξοπλισμό με υψηλό κόστος για την απόκτηση των δεδομένων. Όμως, η

επαναστατική φωτογραμμετρική τεχνική Δομή από Κίνηση (Structure from Motion Technique) είναι μια τεχνική χαμηλού κόστους [16], φιλική προς το χρήστη και αποτελεί ένα αποτελεσματικό εργαλείο, για εφαρμογές γεωδαιτικής καταγραφής [17, 18].



Εικόνα 1: Η τεχνική «Δομή από Κίνηση» Structure from Motion Technique (SfM) αποτελεί δυναμικό εργαλείο για εφαρμογές Τρισδιάστατης Μοντελοποίησης αρχαιολογικών χώρων, μνημείων και ευρημάτων.

Για την απόδοση της γεωμετρίας απαιτούνται τουλάχιστον τρεις αντιστοιχίες συντεταγμένων χώρου, εικόνας και αντικειμένου. Τα ψηφιακά αποτελέσματα αποδίδονται σε αρχεία της μορφής νέφους σημείων (points clouds). Για την παραγωγή των ψηφιακών μοντέλων απαιτούνται εργασίες στο πεδίο, αποτύπωση δηλαδή, με μη μετρικές ψηφιακές μηχανές και καταγραφή των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν στη μοντελοποίηση. Αλλά και εργασίες στο γραφείο, την εισαγωγή δηλαδή των δεδομένων που αποτυπώθηκαν επί τόπου σε λογισμικά παραγωγής απόδοσης της γεωμετρίας του χώρου ή των αντικειμένων σε μορφή νέφους σημείων (point clouds). Η μετατροπή των δεδομένων πραγματοποιείται σε ισχυρούς υπολογιστές, με ειδικά λογισμικά μοντελοποίησης, επεξεργασίας και απόδοσης αποτελεσμάτων όπως το Agisoft Photoscan, το Reality Capture, το 3Ds Max, το Recap, το Sketchfab.

3. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΕΣΩΝ, ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ, (DIGITAL MEDIA LAB, TUC)

Το εργαστήριο Ψηφιακών Μέσων της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης, "Digital Media Lab", παράλληλα με τη διδασκαλία προπτυχιακών μαθημάτων, Ψηφιακών Τεχνολογιών και Αρχιτεκτονικού Σχεδιασμού, διεξάγει έρευνες που εστιάζουν σε τρεις τομείς της Σύγχρονης Αρχιτεκτονικής: την Πολιτιστική Κληρονομιά, τη Μουσική και Αρχιτεκτονική και τις Έξυπνες Πόλεις.

Ομάδες μεταπτυχιακών φοιτητών, κατά διαστήματα, εργάστηκαν και εφάρμοσαν στο Digital Media Lab, την τεχνική παραγωγής τρισδιάστατων μοντέλων «Δομή από Κίνηση» για τη μοντελοποίηση μνημείων του νομού Χανίων, με σταδιακή εξέλιξη των παραγόμενων αποτελεσμάτων. Έχουν μοντελοποιηθεί τρισδιάστατα το Γιαλί Τζαμισί, στο Ενετικό Λιμάνι [19] και ο τοιχογραφημένος ναός του 13ου αι. της Μεταμόρφωσης του Σωτήρα, στα Μεσκλά [20]. Τα αποτελέσματα των ερευνών έχουν παρουσιαστεί σε διεθνή συνέδρια.

3.1 Μοντελοποίηση του Ισλαμικού τεμένους Γιαλί Τζαμισί και του Ι.Ν. Μεταμόρφωσης του Σωτήρα στα Μεσκλά Χανίων

Αρχικά μοντελοποιήθηκε τρισδιάστατα το Γιαλί Τζαμισί στο Ενετικό Λιμάνι [19]. Μετά την απαιτητική φωτογραφική καταγραφή των δεδομένων ακολούθησε η παραγωγή και η επεξεργασία τριών ψηφιακών μοντέλων του μνημείου· το μοντέλο των εξωτερικών όψεων του μνημείου, το μοντέλο των εσωτερικών χώρων και ένα μοντέλο του ευρύτερου εξωτερικού χώρου.



Εικόνα 2: Οι έρευνες του εργαστηρίου Ψηφιακών Μέσων της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης εστιάζουν σε τρεις τομείς: Πολιτιστική Κληρονομιά, Μουσική και Αρχιτεκτονική και Έξυπνες Πόλεις.

Τα τρία αυτά αρχεία μετά από επεξεργασία ενώθηκαν, ώστε να εξαχθεί το τελικό ενιαίο ψηφιακό μοντέλο του μνημείου και του εξωτερικού χώρου. Αντίστοιχες εργασίες πραγματοποιήθηκαν



Εικόνες 3,4: Στο DMLab εφαρμόστηκε η τεχνική SfM και μοντελοποιήθηκαν τρισδιάστατα το Γιαλί Τζαμισί στο Ενετικό λιμάνι και το τοιχογραφημένος ναός της Μεταμόρφωσης του Σωτήρα, στα Μεσκλά Χανίων.

στον τοιχογραφημένο ναό του 13ου αι. της Μεταμόρφωσης του Σωτήρα στα Μεσκλά Χανίων [20]. Δημιουργήθηκε το ψηφιακό μοντέλο των εξωτερικών επιφανειών, της στέγης και των εσωτερικών χώρων με τον τοιχογραφικό διάκοσμο της εσωτερικής τοιχοποιίας να αποδίδεται με αρκετή λεπτομέρεια. Σημειώνεται ότι στο βυζαντινό ναό είχαν πραγματοποιηθεί πρωτότερα εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης από την 28η ΕΒΑ και την ΕΦΑΧ, οπότε μέσα από το ψηφιακό μοντέλο μπορεί να προχωρήσει η καταγραφή και η μελέτη παραστάσεων και κατάστασης διατήρησης. Το ψηφιακό μοντέλο του ναού είναι διαθέσιμο στο Sketchfab για εικονική περιήγηση από ειδικούς και κοινό. (<https://skfb.ly/NnNR>) [20,21, 22].

4. ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΕΠΙΖΩΓΡΑΦΙΣΕΩΝ ΣΕ ΕΡΓΑ ΤΕΧΝΗΣ

Σε συνεργασία με το εργαστήριο Ηλεκτρονικής της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πολυτεχνείου Κρήτης και τον καθ. Κων/νο Μπάλα, προχωρήσαμε στη μοντελοποίηση πειραματικού αντικείμενου με επιζωγραφίσεις, από εικόνες που καταγράφηκαν με κάμερα υπέρυθρου φωτός. Σκοπός ήταν η εφαρμογή της μεθόδου σε έργα τέχνης ή μνημεία για την ανίχνευση επιζωγραφίσεων. Η δοκιμή στο πειραματικό αντικείμενο ήταν επιτυχής και προχωρήσαμε σε δοκιμή μοντελοποίησης επάλληλων στρωμάτων τοιχογραφιών του Βυζαντινού ναού των Μεσκλών.

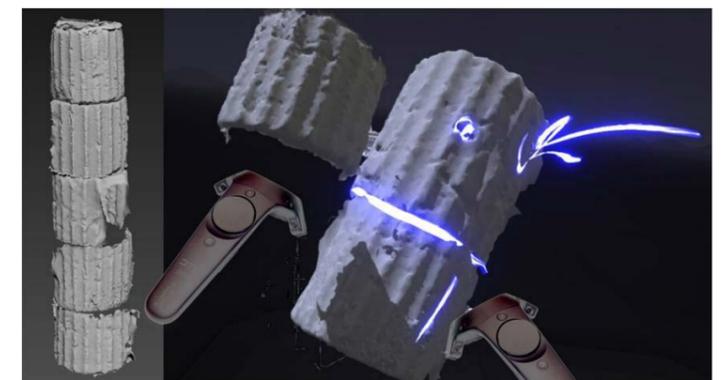


Εικόνες 5,6: Μοντελοποιήθηκε τρισδιάστατα πειραματικό αντικείμενο με επάλληλα ζωγραφικά στρώματα και έγινε δοκιμαστική εφαρμογή στον τοιχογραφημένο ναό, των Μεσκλών, με τα επιζωγραφισμένα στρώματα τοιχογραφίας.

Έτσι πραγματοποιήθηκε νέα επίσκεψη στο ναό της Μεταμόρφωσης του Σωτήρα με την κάμερα υπέρυθρων και ανάλογο εξοπλισμό, όπου υπήρχαν ενδείξεις για επάλληλα στρώματα ζωγραφικού τοιχογραφικού διακόσμου. Οι λήψεις της κάμερας δεν κατάφεραν να αποδώσουν τη ζωγραφική σε επάλληλα στρώματα γιατί σε όλη την έκταση, ανάμεσα στις ζωγραφικές επιφάνειες παρεμβαλλόταν κονίαμα, μεταξύ των επάλληλων στρωμάτων, το οποίο δεν ήταν δυνατόν να διαπεράσει το υπέρυθρο φως [21].

5. ΑΝΑΣΥΣΤΑΣΗ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

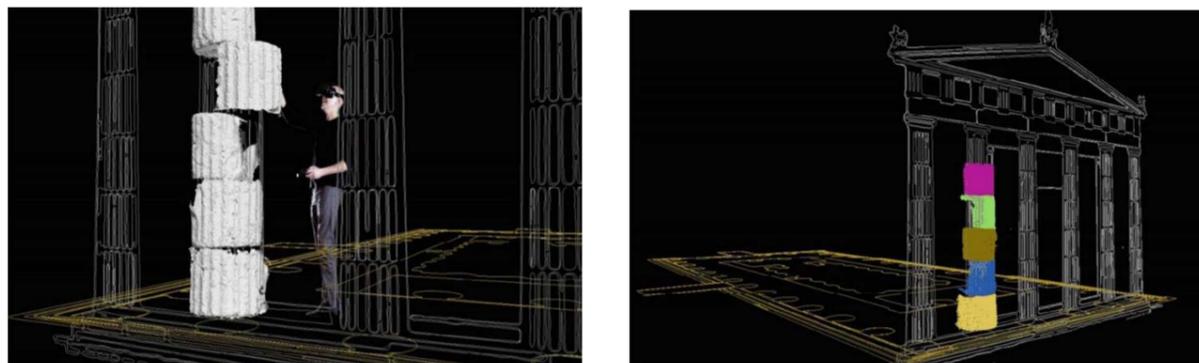
Είναι γνωστό ότι στα εργαστήρια συντήρησης η ανασύσταση αρχαιολογικών αντικειμένων αποτελεί για τους συντηρητές σύνθετη και επίπονη εργασία. Σε παγκόσμιο επίπεδο, πολλαπλές έρευνες προσπαθούν να επιλύσουν την αυτόματη συναρμολόγηση ευρημάτων από σπαράγματα. Η πλήρης αυτοματοποίηση δεν είναι ακόμα εφικτή, αλλά υπάρχει συνεχής εξέλιξη [23, 24].



Εικόνες 7,8: Πέντε σπόνδυλοι αρχαϊκού κίονα μοντελοποιήθηκαν με την τεχνική SfM και έγιναν ψηφιακά, η ανασύσταση και η δημιουργία ολόκληρου του κίονα και μια πιθανή αναπαράσταση του αρχαϊκού ναού.

Στα πλαίσια της έρευνας μας [25, 26, 27, 28] για χρήση ψηφιακών εργαλείων στην ανασύσταση ευρημάτων, μοντελοποιήσαμε τρισδιάστατα πέντε σπονδύλους από αρχαϊκό κίονα, ευρήματα από ανασκαφή στην Πόλη των Χανίων. Οι σπόνδυλοι μοντελοποιήθηκαν με το Agisoft Photoscan, ακολούθησε η εισαγωγή των μοντέλων και τελικά η ψηφιακή ανασύσταση και η δημιουργία ολόκληρου του κίονα στο 3Ds Max. Στη συνέχεια έγιναν δοκιμές για την εύρεση

της ακριβής θέσης των σπονδύλων στον κίονα και η μετακίνηση των ψηφιακών μοντέλων έγινε σε εικονικό περιβάλλον με τα χειριστήρια του Vive VR headset της HTC. Ακολούθησε μια πιθανή σχεδιαστική ψηφιακή αναπαράσταση του ναού και της θέσης του κίονα [22].



Εικόνες 9,10: Εφαρμογή των δυναμικών ψηφιακών εργαλείων στις αναπαραστάσεις μνημείων.

6. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΦΘΟΡΩΝ

Τα ψηφιακά μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποτύπωση και την καταγραφή των διαφορετικών ειδών φθοράς και της έκτασης που καταλαμβάνουν στα μνημεία. Σε έρευνα ομάδας μεταπτυχιακών φοιτητών μοντελοποιήθηκε ένα Τούρκικο Χαμάρ με ιδιαίτερα μορφολογικά και διακοσμητικά χαρακτηριστικά και πλήθος φθορών. Από το τρισδιάστατο μοντέλο χρησιμοποιήθηκαν οι όψεις των τοίχων πάνω στις οποίες δηλώθηκαν οι φθορές και οι επιφάνειες που καταλαμβάνουν. Για την αποτύπωση των φθορών χρησιμοποιήθηκαν α. το AutoCAD της Autodesk, όπου οι φθορές δηλώθηκαν με διαφορετικά είδη γραμμοσκίασης και β. το Photoshop της Adobe, όπου οι φθορές δηλώθηκαν σε επίπεδα με διαφορετικά χρώματα [29].



Εικόνα 11: Σχεδίαση και αποτύπωση των φθορών των μνημείων σε τρισδιάστατο περιβάλλον.

7. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ - ΕΚΘΕΜΑΤΩΝ

Το Σύνταγμα των θεών της Απτέρας, της Αρτέμιδος και του Απόλλωνα, βρέθηκε τον Ιανουάριο του 2016, συντηρήθηκε και ήταν το τελευταίο εύρημα που προστέθηκε στην έκθεση του Αρχαιολογικού Μουσείου Χανίων, στο καθολικό της Ενετικής Μονής του Αγ. Φραγκίσκου. Πριν μεταφερθεί από τα εργαστήρια συντήρησης, στην έκθεση για να παρουσιαστεί στο κοινό των Χανίων, πραγματοποιήθηκαν εργασίες πλήρους φωτογράφισης ώστε το εύρημα να μοντελοποιηθεί τρισδιάστατα. Έτσι, χρησιμοποιώντας τη Structure from Motion Technique, δημιουργήθηκε το ψηφιακό μοντέλο του Συντάγματος ακολουθώντας τη σχετική διαδικασία στο ειδικό λογισμικό μοντελοποίησης Agisoft Photoscan.



Εικόνα 12: Οι μορφές του 3D μοντέλου των θεών της Απτέρας.

8. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΕ ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΧ

Οι έρευνες στα εργαστήρια του Νέου Μουσείου συνεχίζονται ανάλογα με τις περιπτώσεις των ευρημάτων και σε συνεργασία με τους αρχαιολόγους – ανασκαφείς του εκάστοτε έργου.

8.1 Αναφέρονται περιπτώσεις έρευνας σε εξέλιξη

8.1.1 Περίπτωση 1

Σε πρόσφατη ανασκαφή, ευρήματα μεγάλου μεγέθους (δαιδαλικοί πίθοι) μοντελοποιήθηκαν τρισδιάστατα πριν απομακρυνθούν από το χώρο εύρεσης. Έτσι αποτυπώνεται η λεπτομερειακή εικόνα της πραγματικότητας που χάθηκε, κατά και μετά την ανασκαφή. Στη συνέχεια τα ψηφιακά μοντέλα τοποθετούνται στα σχέδια αποτύπωσης της ανασκαφής.

8.1.2 Περίπτωση 2

Από ταφικό ανασκαφικό περιβάλλον μεταφέρεται στο εργαστήριο γύψινος νάρθηκας, με όγκο χωμάτων που στο εσωτερικό του περιέχει άγνωστο αριθμό, πολύ ευαίσθητων μικροευρημάτων. Το εύρημα μοντελοποιείται πολλές φορές κατά τη διάρκεια της μικροανασκαφής στο εργαστήριο, καταγράφοντας τη διαδικασία με επίπεδα λεπτομέρειας γεγονός που βοηθάει ιδιαίτερα στη μετέπειτα μελέτη.

8.1.3 Περίπτωση 3

Μοντελοποίηση αρχικής κατάστασης ολόκληρων ευρημάτων (π.χ. αγαλμάτων, ειδωλίων) για καταγραφή, κατάταξη και αποτύπωση φθορών.

9. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΧΑΝΙΩΝ

Ολοκληρώνουμε την παρουσίαση των ερευνών με την ψηφιακή μοντελοποίηση του καθολικού της ενετικής μονής του Αγ. Φραγκίσκου που πραγματοποιήθηκε σαν προσπάθεια αποτύπωσης της ατμόσφαιρας και της αίσθησης που ανέδιδε σαν Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων, αφού στις 13 Σεπτεμβρίου 2020 σταμάτησε τη λειτουργία του και ξεκίνησε το μεγάλο έργο της μεταφοράς και επανέκθεσης στο νέο σύγχρονο κτίριο της Χαλέπας [30].



Εικόνα 13: Η ψηφιακή μοντελοποίηση του καθολικού της ενετικής μονής του Αγ. Φραγκίσκου πραγματοποιήθηκε σαν προσπάθεια αποτύπωσης της ατμόσφαιρας και της αίσθησης που ανέδιδε σαν Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων αφού στις 13 Σεπτεμβρίου 2020 σταμάτησε τη λειτουργία του και ξεκίνησε το μεγάλο έργο της μεταφοράς και επανέκθεσης στο νέο σύγχρονο κτίριο της Χαλέπας.

9.1 Ιστορικά

Το 1211, η Κρήτη οριστικοποιείται στα χέρια των Ενετών και θα αποτελέσει μία ενιαία διοικητική περιφέρεια με το όνομα «Βασίλειο της Κρήτης», μια κυριαρχία που θα κρατήσει μέχρι το 1669. Η βενετσιάνικη αρχιτεκτονική εκπροσωπείται επάξια με δείγματα διάσπαρτα σε όλο το νησί. Σχεδιάζονται από ενετούς αρχιτέκτονες και κατασκευάζονται: μεγάλα οχυρωματικά έργα, λιμάνια, φρούρια, δημόσια κτήρια, πλατείες, ναοί και μοναστήρια.

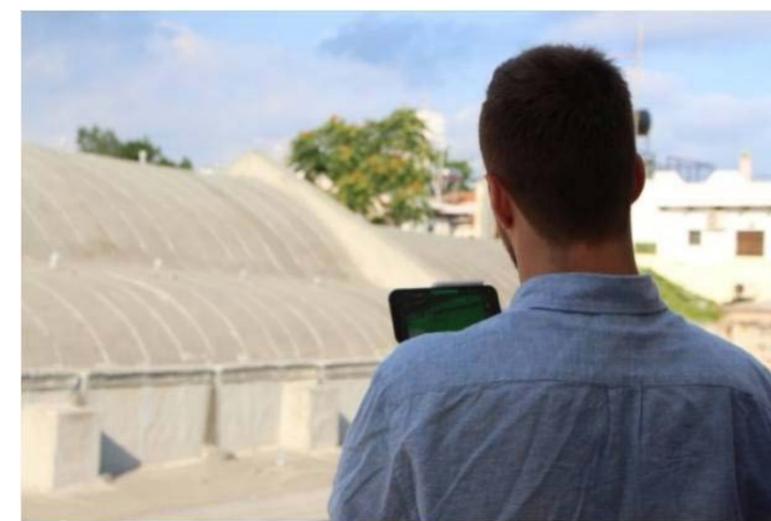
Ανάμεσα στα μεγάλα έργα ανοικοδόμησης των Ενετών κατασκευάζονται μονές και οι πιο μεγαλοπρεπείς ανήκαν στο Τάγμα των Φραγκισκανών, αφιερωμένες στον Άγιο Φραγκίσκο της Ασίζης. Η Μονή του Αγίου Φραγκίσκου των Φραγκισκανών ήταν ο μεγαλύτερος ενετικός ναός της πόλης των Χανίων. Στα χρόνια της Τουρκοκρατίας ο ναός του Αγίου Φραγκίσκου μετατράπηκε στο Γιουσούφ Πασά Τζαμισί οπότε προστέθηκε ο ερειπωμένος σήμερα μιναρές και η οκταγωνική κρήνη στην αυλή. Από το 1963 μέχρι το 2020 φιλοξενούσε την έκθεση του Αρχαιολογικού Μουσείου Χανίων [31].

9.2 Εργασία στο πεδίο – Καταγραφή δεδομένων

Οι εργασίες μοντελοποίησης ξεκίνησαν με τον προγραμματισμό και την οργάνωση εργασιών και βασικού εξοπλισμού, παρόλο που στην πορεία εμφανίστηκαν νέες και μεγάλες απαιτήσεις σε όλα τα επίπεδα. Παράλληλα ήταν αναγκαίο να υποβληθούν σχετικά αιτήματα στο ΥΠΠΟΑ, και να μας χορηγηθούν άδειες για τη φωτογράφιση, τη δημοσίευση και τη μελέτη, καθώς και για πτήση, μη επανδρωμένου οχήματος πάνω από το μνημείο.

Συνοπτικά, για τη δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου, ξεκίνησε η καταγραφή των δεδομένων και χρειάστηκαν 22 επισκέψεις επί τόπου στο μνημείο, 4-5 ώρες εργασίας κάθε φορά που ολοκληρώθηκαν σε χρονικό διάστημα 18 μηνών. Αποτυπώθηκαν 7.304 λήψεις με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή Canon EOS 700D [32] και ακολούθησε διαλογή και επιλογή των αρχείων ώστε να χρησιμοποιηθεί ικανοποιητικό πλήθος κατάλληλων εικόνων, ανάλογα με το λογισμικό μοντελοποίησης. Κατά τη φωτογραφική αποτύπωση η μεγαλύτερη δυσκολία ήταν το μεγάλο μέγεθος του μνημείου και η πολυπλοκότητα των χώρων του, παρόλα αυτά, σύμμαχος μας ήταν η θέση του μνημείου και η εύκολη πρόσβαση σ' αυτό [33, 34].

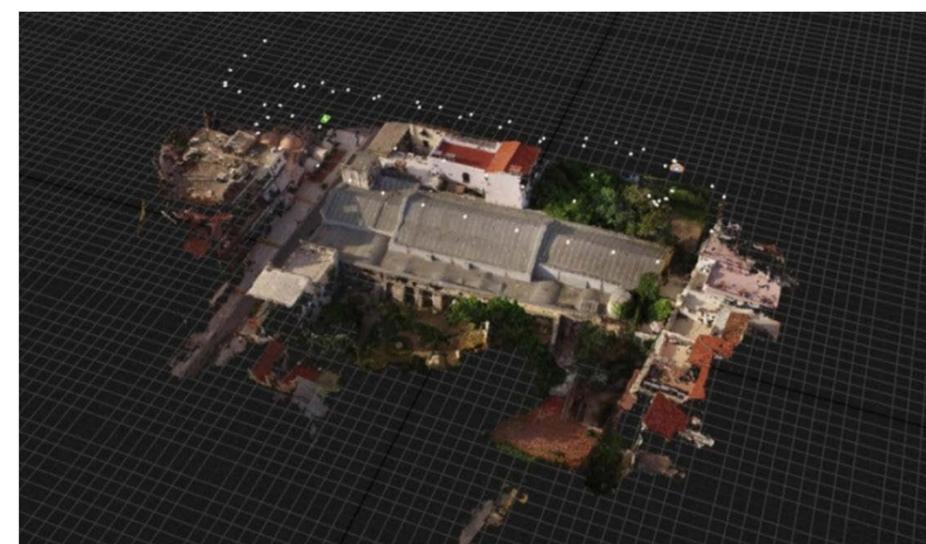
Ειδικά για τη λήψη των εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν για τη μοντελοποίηση της στέγης πραγματοποιήθηκε, πτήση εναέριου μη επανδρωμένου οχήματος (Unmanned Aerial Vehicle, UAV), τύπου DJI M100 που έφερε κάμερα Zenmuse X3 σε συνεργασία με το εργαστήριο Sense Lab της σχ. Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης και τον καθηγητή Π. Παρτσινέβελο. Η πλοήγηση της πτήσης πραγματοποιήθηκε από την οροφή ενός κτηρίου του μνημείου.



Εικόνες 14, 15: Πτήση UAV πάνω από το Αρχαιολογικό Μουσείο για την αποτύπωση της στέγης και του περιβάλλοντα χώρου σε συνεργασία με το εργαστήριο Sense Lab της Σχολής Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης και τον καθηγητή Π. Παρτσινέβελο.

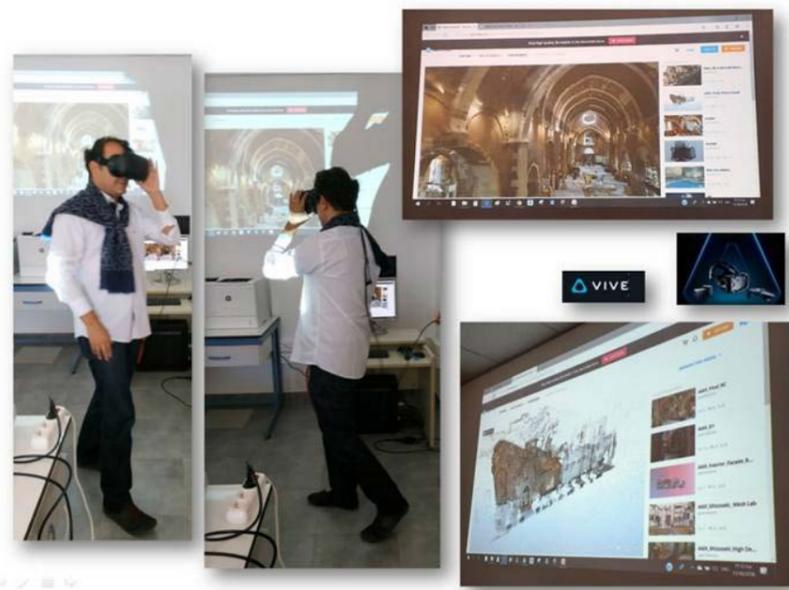
9.3 Εργασία στο γραφείο – Επεξεργασία των δεδομένων

Το μέγεθος του μνημείου και ο μεγάλος όγκος των δεδομένων, απαιτούσαν πολλές ώρες εργασίας στο γραφείο και επεξεργασία των δεδομένων με τα λογισμικά Agisoft Photoscan και Reality Capture. Η εργασία γινόταν στο Digital Media Lab με τη χρήση διαφορετικών ηλεκτρονικών υπολογιστών που χρειαζόταν συνεχώς αναβαθμίσεις από το Ειδικό Τεχνικό Εργαστηριακό Προσωπικό του εργαστηρίου.



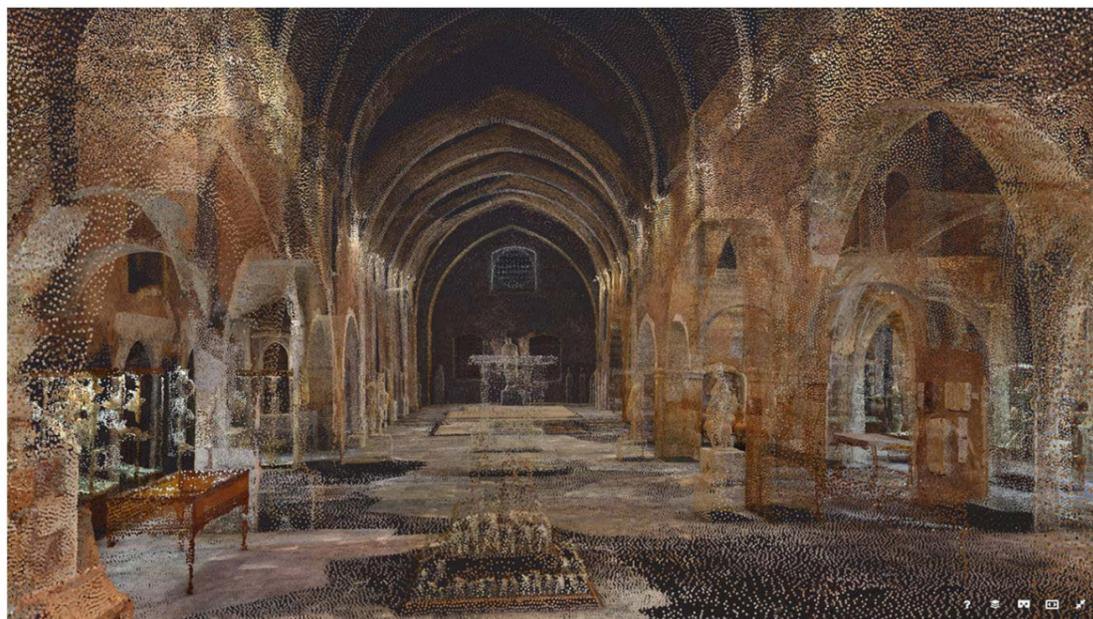
Εικόνα 16: Το ψηφιακό μοντέλο του καθολικού της Ενετικής Μονής του Αγ. Φραγκίσκου – Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων δημιουργήθηκε για εφαρμογές εικονικής περιήγησης ειδικών και κοινού.

Το τελικό εικονικό μοντέλο δημιουργήθηκε μετά από μια σειρά ολοκλήρωσης από στάδια και επεξεργασίες και αποδόθηκε σε δύο μορφές απεικόνισης τη μορφή με την απόδοση του υλικού και της υφής του μνημείου (Textured Model) και τη μορφή του νέφους σημείων (point cloud).



Εικόνα 17: Πιλοτική Εικονική Περιήγηση στο 3D μοντέλο του Αγ. Φραγκίσκου-Αρχαιολογικού Μουσείου Χανίων, στο Digital Media Lab, ARCH TUC.

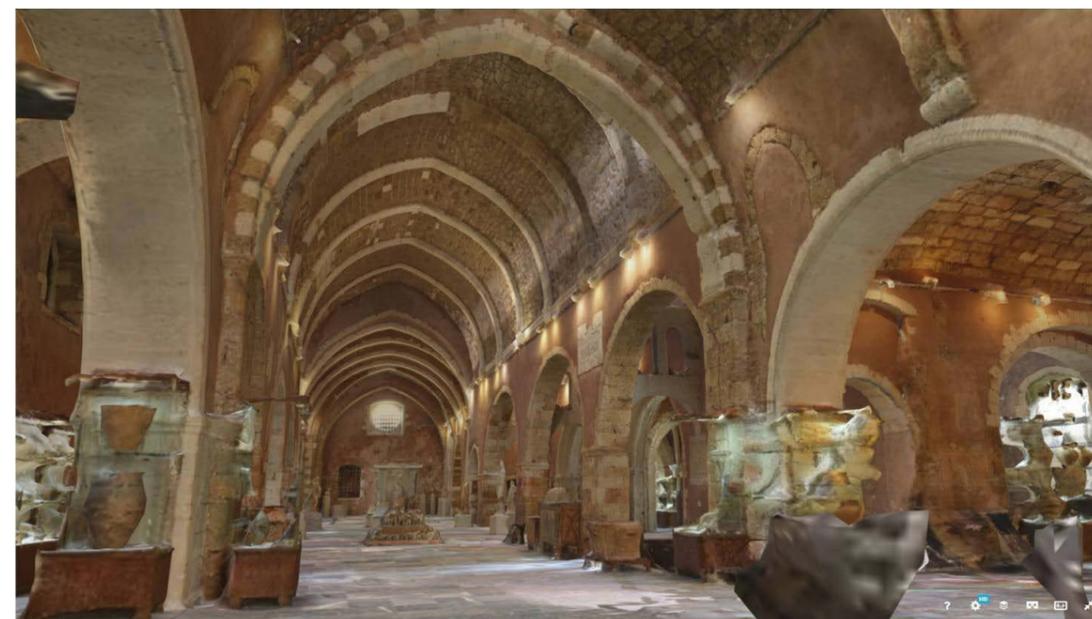
Μέχρι στιγμής η πιλοτική εικονική περιήγηση, στο ψηφιακό μοντέλο του Αγ. Φραγκίσκου, μπορεί να πραγματοποιηθεί με ειδικό εξοπλισμό και σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο του εργαστηρίου Ψηφιακών Μέσων, της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών. Το ψηφιακό μοντέλο του μνημείου μεταφορτώθηκε στη πλατφόρμα περιήγησης Sketchfab (<https://sketchfab.com/3d-models/amx-final-point-cloud-c7334bc15b5644acb2040e4d061c9bef>) και με το σύστημα εικονικής πραγματικότητας VIVE HTC, ο χρήστης χρησιμοποιώντας τα τηλεχειριστήρια μπορεί να περιηγηθεί στο χώρο της έκθεσης και στη βόρεια αυλή του Αρχαιολογικού Μουσείου Χανίων.



Εικόνα 18: Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων_Final_Point Cloud_Model.

<https://sketchfab.com/3d-models/amx-final-point-cloud-c7334bc15b5644acb2040e4d061c9bef>

Το τελικό εικονικό μοντέλο δημιουργήθηκε μετά από μια σειρά ολοκλήρωσης από στάδια και επεξεργασίες και αποδόθηκε σε δύο μορφές απεικόνισης : τη μορφή με την απόδοση του υλικού και της υφής του μνημείου (Textured Model) και τη μορφή του νέφους σημείων (point cloud).



Εικόνα 19: Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων_Final_Textured_Model.

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συντήρηση και η αποκατάσταση των αρχαιολογικών ευρημάτων περιλαμβάνουν ενέργειες και επιλεγμένες επιστημονικές μεθόδους και υλικά με στόχο τη διατήρηση των αντικειμένων της πολιτιστικής κληρονομιάς στην καλύτερη δυνατή κατάσταση τους για τις μελλοντικές γενιές. Η πλειοψηφία των συντηρητών που εργάζονται για την αποκατάσταση και τη συντήρηση των ευρημάτων εργάζονται σε οργανωμένα εργαστήρια με σύγχρονο εξοπλισμό και εξελίσσουν συνεχώς τις γνώσεις τους.

Παράλληλα τα νέα ψηφιακά εργαλεία και ειδικά οι τεχνολογίες τρισδιάστατης μοντελοποίησης εξελίσσονται συνεχώς και βρίσκουν πολλές εφαρμογές στο πεδίο της πολιτιστικής κληρονομιάς. Ειδικά στα εργαστήρια συντήρησης ενός σύγχρονου μουσείου η ψηφιακή μοντελοποίηση αρχαιολογικών χώρων, μνημείων και ευρημάτων μπορεί να αποτελέσει πολύ δυναμικό και απαραίτητο εργαλείο σε πολλές εργασίες, όπως στην αποτύπωση της αρχικής κατάστασης, στην αποτύπωση αντικειμένων πριν την απομάκρυνση τους από την ανασκαφή, στην καταγραφή και στην αποτύπωση των εργασιών από τα στάδια συντήρησης και στην απόδοση της τελικής κατάστασης.

11. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε για τη συνεργασία και τη συμβολή τους στις έρευνές μας:

- τους καθηγητές του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Π. Μαραβελάκη, κ. Κ. Μπάλα και κ. Π. Παρτσινέβελο.
- το ειδικό τεχνικό προσωπικό του Digital Media Lab Μ. Σολινταδάκη και Π. Μπουράκη.
- τους μεταπτυχιακούς φοιτητές. Μ. Ανδρουλάκη, Γ.Βιδάλη, Γ-Ι. Ιγγλεζάκη, Ε. Γεραιουδάκη, Γ. Χατζηδάκη, Μ. Μπούρα, Ε. Σπύρου, Τ. Διγαλάκη.

Ιδιαίτερα ευχαριστούμε την Προϊσταμένη της ΕΦΑ Χανίων, Δρ. Ελ. Παπαδοπούλου που μας επιτρέπει τις έρευνες και την εφαρμογή τους σε μνημεία και ευρήματα της περιοχής των Χανίων.

12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Cameron F., Kenderdine S., *Theorizing Digital Heritage. A Critical Discourse*. Cambridge, MA: the MIT Press, 2010.
- [2] *Museums in the Digital Age*, ARUP
- [3] *Museums in the Digital Age. Museums and the Development of Active Citizenship*, NEMO 21st Annual Conference Documentation Bucharest, Romania, November 2013
- [4] Maravelakis E. et al., *Lessons learned from Cultural Heritage Digitization Projects in Crete*, Digital Heritage Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM 2008
- [5] Πούλιος Ι. κ.α., *Πολιτιστική Διαχείριση, Τοπική Κοινωνία και Βιώσιμη Ανάπτυξη*, 2015.
- [6] Cosmas J., Itigaki T., Green D., Grabczewski E., Weimer F., Van Gool L., Zalesny A., Varrintel D., Leberl F., Grabner M., Schindler K., Karner K., Gervautz M., Hynst St., Waelkens M., Pollefeys M., DeGeest R., Sablatnig R., Kampel M., *3D MURALE: A Multimedia System for Archaeology*, Proceedings of the Conference on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, p.297-306, (2001).
- [7] De Reu J., De Smed Ph., Herremans D., Van Meirvenne M., Laloo P., and De Clercq W., *On introducing an image-based 3D reconstruction method in archaeological excavation practice*, Journal of Archaeological Science 41, p.251-262, (2014).
- [8] El-Hakim S.F., Beraldin J-A., *Detailed 3D Reconstruction of Monument Using Multiple Techniques*, ISPRS-CIPA Workshop, Corfu, Greece, Sept. 1-2, (2002).
- [9] Pujol L., *Archaeology, museum and virtual reality Digit HVM*. Revista Digital d' Humanitats, ISSN: 1575-2275 No 6, (2004)
- [10] Roussou M., *Immersive Interactive Virtual Reality in the Museum*. Foundation of the Hellenic World, Athens, Greece, (2001).
- [11] Roussou M., *Virtual Heritage: from the Research lab to the Broad Public*, Foundation of the Hellenic World, Athens, Greece, (2014).
- [12] Γιαννακίδης Α., *Οι ψηφιακές τεχνολογίες ως εργαλεία στη διάθεση της τοπικής κοινωνίας*, 2015.
- [13] Μαραγδούλη Φ., *Προσωποποιημένοι Τουριστικοί Ψηφιακοί Οδηγοί σε Αρχαιολογικά Περιβάλλοντα. Μελέτες περιπτώσεων εφαρμογής των Συστημάτων Κινητής και Φορητής Επauξημένης Πραγματικότητας*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, τμήμα Μηχανικών σχεδίασης προϊόντων και συστημάτων, Διπλωματική εργασία, 2011
- [14] Bila Z., Reznicek J., Pavelka K., 2013, *Range and Panoramic Image Fusion Into a Textured Range Image For Cultural Heritage Documentation*, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-5/W1, 2013 XXIV International CIPA Symposium, 2 – 6 September 2013, Strasbourg, France
- [15] Bruno F., Bruno St., De Sensi G., Luchi M-L, Mancuso St., Muzzupappa M., *From 3D reconstruction to virtual reality: A complete methodology for digital archaeological exhibition*. Digital Heritage, Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation and Protection, 6th International Conference, EuroMed 2016, Nicosia, Cyprus, October 31- November 5, Proceedings, Part I (2016).
- [16] Hilfert Th. And König M., *Low-cost virtual reality environment for engineering and construction Visualization in Engineering a SpringerOpen Journal*, (2016) (DOI 10.1186/s40327-015-0031-5)

- [17] Βουρεξής Φ., *Διερεύνηση Ακριβούς Γεωμετρικής Τεκμηρίωσης Μνημείων με Χαμηλό Κόστος: Εφαρμογή στο Γιοφύρι της Καρύταινας*, Μεταπτυχιακή Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, 2016.
- [18] Parthenios P., Peteinarelis A., Lousa S., Efraimidou N., 2015. *Three modes of a monument's 3D Virtual Reconstruction. The case of GialiTzamisi in Chania, Crete*, Digital Heritage International Congress, Granada, Spain, pp. 75-78, (2015). (DOI: 10.1109/DigitalHeritage.2015.7413838 Conference: 2015 Digital Heritage)
- [19] Parthenios P., Androulaki, Th., Gereoudaki E., Vidalis G., *Combining Structure from Motion Techniques with low cost equipment for a complete 3D reconstruction of a 13th century church*, Proceedings 8th International Congress on Archaeology, Computer Graphics, Cultural Heritage and Innovation, 5-7 September, Campus de Vera, UniversitatPolitecnica de Valencia, Valencia, Spain, (2016).
- [20] Kersten T. P., Büyüksalih G., Tschirschwitz F., Kan T., Deggim S., Kaya Y., Baskaraca A. P., *The Selimiye Mosque of Edirne, Turkey – an immersive and interactive Virtual Reality experience using HTC VIVE*, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-5/W1, 2017 Geomatics & Restoration – Conservation of Cultural Heritage in the Digital Era, 22–24 May, Florence, Italy, (2017).
- [21] Παρθένιος Π. Ανδρουλάκη Θ., Γερεουδάκη Ε., Βιδάλης Γ., *Τρισδιάστατη ψηφιακή απεικόνιση μνημείων με χρήση απλής ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής και ειδικού λογισμικού. Οι περιπτώσεις τρισδιάστατης μοντελοποίησης του Γιαλί Τζαμισί στο Ενετικό λιμάνι των Χανίων και του Ι.Ν. της Μεταμόρφωσης του Σωτήρα στα Μεσκλά Χανίων*, Αρχαιολογικό Έργο Κρήτης, Πρακτικά 4ης Συνάντησης, Ρέθυμνο, 2016.
- [22] Παρθένιος Π. Ανδρουλάκη Θ., *Ειδικές εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης της πολιτιστικής κληρονομιάς Αρχαιολογικό Έργο Κρήτης*, Πρακτικά 4ης Συνάντησης, Ρέθυμνο, 2016.
- [23] Qi-Xing Huang, Flory S., Gelfand N., Hofer M., Pottmann H., *Reassembling Fractured Objects by Geometric Matching*, ACM Transactions on Graphics (Proc. Siggraph), Vol. 25, No.3, (2006).
- [24] Zheng S.Y., Huang R.Y., Li J., Wang Z., *Reassembling 3D Thin Fragments of Unknown Geometry in Cultural Heritage*, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-5, 2014, ISPRS Technical Commission V Symposium, 23-25 June, Riva del Garda, Italy, (2014).
- [25] Papaioannou G., Karabassi E.-A., Theocharis Th., *Virtual archaeologist: Assembling the past*, (2001).
- [26] Parthenios P., Androulaki, Th., *Digital reconstruction of an archaic column using SfM*, FP7-PEOPLE-ITN-DCH 608013 Final Project's Conference, Hotel Sotelia, Olimjje, Slovenia, 23-25 May 2017.
- [27] Parthenios P., Androulaki, Th., *Integrating structure from motion photogrammetry with virtual reality tools as a novel technique for digitally reconstructing an archaic column*, CHNT 22, Vienna (2017).
- [28] Parthenios P., Androulaki, Th., *Exploring the possibilities of Immersive Reality tools in virtual reconstruction of monuments*, 1st International Conference TMM_CH, Transdisciplinary Multispectral modeling and Cooperation for the Preservation of Cultural Heritage, 2018.
- [29] M. Androulaki, G. Vidalis, I.-G. Inglezakis, G. Chatzidakis, P. Maravelaki, P. Parthenios *Documenting and visualizing deterioration of monuments on a 3D environment*, Projection of 2D documentation drawings on a 3D SfM model, CHNT 24, Vienna (2019).

[30] Ανδρουλάκη Θ. Παρθένιος Π., Εικονική περιήγηση στο καθολικό της Ενετικής Μονής του Αγ. Φραγκίσκου-Αρχαιολογικό Μουσείο, στα Χανιά, Αρχαιολογικό Έργο Κρήτης, Πρακτικά 5ης Συνάντησης, Ρέθυμνο, 2019.

[31] Ανδριανάκης Μ., Η Παλιά Πόλη των Χανίων, εκδ. Αδάμ.

[32] Waldhäusl, P., Ogleby C.L. Lerma J.L., Georgopoulos A., 3 x 3 rules for simple photogrammetric documentation of architecture (1994).

[33] Remondino F., El-Hakim S., Girardi S., Rizzi A., Benedetti S., Gonzo L., 2009, 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures – The “3D-ARCH” project Proceedings of the ISPRS International Workshop 3D-ARCH 2009.

[34] Scopigno R., Callieri M., Cignoni P., Corsini M., Dellepiane M., Ponchio F., Ranzuglia G., 3D Models for Cultural Heritage: Beyond Plain Visualization, ISTI-CNR, p. 48-55, (2011).

Ενότητα 3

Αποκατάσταση και ανάδειξη αντικειμένων και μνημείων



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

Δ. Καρολίδης¹

*¹Τμήμα 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 αποσπάστηκαν 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].

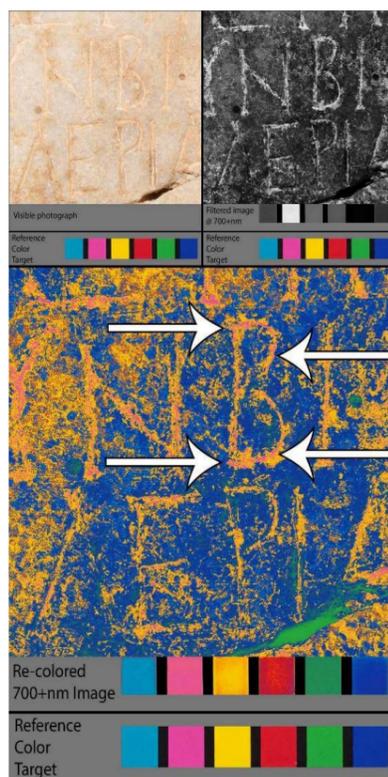
Το έτος 2013, και στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης της δημοσίευσης του συνόλου της συλλογής των γλυπτών του Αρχαιολογικού Μουσείου Θεσσαλονίκης, ξεκίνησε μια συστηματική διεπιστημονική ερευνητική μελέτη των λίθινων μνημείων του μουσείου [13]. Σε αυτή περιλαμβάνεται και η αξιολόγηση των διαθέσιμων (παραδοσιακών 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 διατήρησής 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 συνεπών 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 Γαλιέριου: 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 Ξόνου 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 περίβλημα από γύψο (σάρπτα).

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), κερί (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 περίδεσή 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 διαβρωμένη επιφάνεια. Για αυτούς τους λόγους, αποφασίστηκε η αντιγραφή του να γίνει με την τεχνική της αυτόματης μηχανικής αντιγραφής.



Εικόνα 4: Το μαρμάρινο, 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 μαρμάρινο 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.

Αλλα παραδείγματα εφαρμογής της αυτόματης αυτόματης μηχανικής αντιγραφής στο ΑΜΘ περιλαμβάνουν τα αντικείμενα με αριθμούς καταγραφής: ΜΘ 1255: Μαρμάρινο αέφαλο 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. Lapatin: 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-Τυφανο, 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 - Τυφανο, Χ. Μπούρας), τομ. Ι-ΙΙ, 2012 ΕΣΜΑ/ΥΣΜΑ: Αθήνα 2012, σελ. 17-60

Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

E. Καρτάκη¹, G. Earl¹

¹King's College London, Strand, London WC2R 2LS, United Kingdom

Περίληψη

Η αισθητική αποκατάσταση αρχαιολογικών αντικειμένων αποσκοπεί στη βελτίωση της αναγνωσιμότητας της μορφής του αντικειμένου, σεβόμενη την αυθεντικότητα και την ιστορία του. Οι παραδοσιακές μέθοδοι αισθητικής αποκατάστασης περιλαμβάνουν την αναδημιουργία χαμένων κομματιών με ελεύθερο χέρι ή μεθόδους χύτευσης και την επανασυναρμολόγησή τους. Σήμερα, τεχνολογικές μέθοδοι, όπως η Προσθετική Κατασκευή (Additive Manufacturing) μπορούν να συμπληρώσουν τις παραδοσιακές τεχνικές, προσφέροντας λύσεις σε προβλήματα αποκατάστασης και εξελίσσοντας την αισθητική αποκατάσταση στο σύνολό της. Αυτό το άρθρο περιλαμβάνει τα πρώτα στάδια της έρευνας που βρίσκεται σε εξέλιξη, σχετικά με τη χρήση της μεθόδου Προσθετικής Κατασκευής για την αισθητική αποκατάσταση κεραμικών και γυάλινων αντικειμένων, αναλύοντας τις τεχνολογίες και τα υλικά που είναι διαθέσιμα σήμερα και παρουσιάζοντας τη μεθοδολογία που ακολουθείται για την εφαρμογή, δοκιμή και αξιολόγηση της μεθόδου και των υλικών.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αισθητική αποκατάσταση είναι συνήθως το τελευταίο στάδιο εργασιών συντήρησης αρχαιολογικών αντικειμένων, ακολουθώντας τις διαδικασίες της στερέωσης και καθαρισμού. Η αισθητική αποκατάσταση αποσκοπεί στη βελτίωση της αναγνωσιμότητας της μορφής του αντικειμένου, σεβόμενη ταυτόχρονα την αυθεντικότητα και την ιστορία του. Οι παραδοσιακές μέθοδοι αισθητικής αποκατάστασης περιλαμβάνουν την αναδημιουργία των χαμένων κομματιών με ελεύθερο χέρι ή με τη μέθοδο της χύτευσης. Το τελικό αποτέλεσμα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις δεξιότητες του εκάστοτε συντηρητή.

Οι τεχνολογική εξελίξεις, όπως η μέθοδος της Προσθετικής Κατασκευής (Additive Manufacturing - εφεξής ΠΚ), μπορούν να συμπληρώσουν τις παραδοσιακές τεχνικές, δίνοντας αποτελέσματα που μπορούν να είναι πιο αντικειμενικά, κυρίως όσον αφορά την επαναληψιμότητα. Μπορούν επίσης να δώσουν νέες λύσεις στην αποκατάσταση και επανασυναρμολόγηση των χαμένων κομματιών, βελτιώνοντας και αναβαθμίζοντας τις επεμβάσεις αισθητικής αποκατάστασης στο σύνολό τους.

2. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η μέθοδος της ΠΚ είναι σχεδόν 40 ετών, αν και οι τεχνολογίες της άρχισαν να γίνονται πιο ευρέως γνωστές από τις αρχές της δεκαετίας του 2010. Η πρώτη τεχνολογία ΠΚ, δημιουργήθηκε από τον Charles "Chuck" W. Hull το 1983-84, και ονομάστηκε Stereolithography Apparatus (SLA). Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου βασίζεται στη δημιουργία τρισδιάστατων αντικειμένων ανά στρώματα. Η τρισδιάστατη μορφολογία των στρωμάτων δημιουργείται στους άξονες XZ, ενώ ταξινομούνται το ένα πάνω στο άλλο στον άξονα Y. Το μηχάνημα αποτελείται από ένα δοχείο με μία επιφάνεια εκτύπωσης εσωτερικά του και μία κεφαλή εκτύπωσης, η οποία εκπέμπει υπεριώδη φως. Το δοχείο γεμίζει με υγρή ρητίνη και η επιφάνεια εκτύπωσης βρίσκεται στην ψηλότερη θέση, αφήνοντας μόνο ένα λεπτό στρώμα ρητίνης στην επιφάνειά της. Το υπεριώδες φως πέφτει πάνω στην ρητίνη και την σταθεροποιεί, σχηματίζοντας το πρώτο στρώμα του αντικειμένου. Έπειτα η επιφάνεια εκτύπωσης χαμηλώνει ένα επίπεδο, η υγρή

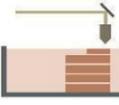
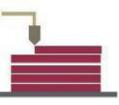
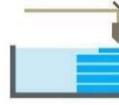
ρητίνη σκεπάζει το πρώτο στρώμα της ρητίνης που έχει σταθεροποιηθεί και το υπεριώδες φως πέφτει στο νέο στρώμα υγρής ρητίνης, σταθεροποιώντας την και σχηματίζοντας το δεύτερο στρώμα του αντικειμένου. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να δημιουργηθούν όλα τα στρώματα του αντικειμένου και να ολοκληρωθεί η δημιουργία του [1-3].

Για τη δημιουργία του τρισδιάστατου αντικειμένου σε στρώματα χρησιμοποιείται ένα τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο και η χρήση CAD λογισμικού. Το λογισμικό "τεμαχίζει" το τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο και το αποθηκεύει σε μορφή αρχείου STL. Το αρχείο STL δημιουργήθηκε από τον Hull και πήρε το όνομά του από τη συντομογραφία της λέξης Stereolithography. Είναι μία μορφή αρχείου που βοηθάει το μηχάνημα της ΠΚ να αναγνωρίσει το τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο και να το δημιουργήσει ανά στρώματα [4-5].

2.1 Τεχνικές και τεχνολογίες

Σήμερα υπάρχουν διαθέσιμες διάφορες τεχνολογίες ΠΚ, οι οποίες χαρακτηρίζονται από την ταχύτητα κατασκευής, την ανάλυση, την ποιότητα, το κόστος, τον όγκο κατασκευής, το φινιρίσμα της επιφάνειας και την αντοχή που έχει το αντικείμενο. Για την κατηγοριοποίηση των τεχνολογιών σε τεχνικές, ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (International Organization for Standardization, ISO) / Αμερικανική Εταιρεία Δοκιμών και Υλικών (American Society for Testing and Materials, ASTM) χρησιμοποιεί τις πιο κρίσιμες θεμελιώδεις ιδιότητες, π.χ. ταχύτητα κατασκευής και ανάλυση, για να ταξινομήσει τις τεχνολογίες σε επτά κατηγορίες τεχνικών: (1) Binder Jetting, (2) Powder Bed Fusion, (3) Directed Energy Deposition, (4) Material Extrusion, (5) Material Jetting, (6) Sheet Lamination και (7) Vat Photopolymerization. Η κάθε τεχνική χρησιμοποιεί διαφορετικό μέσο συνδετικού παράγοντα και τύπο πρώτης ύλης, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1 [6-9].

Πίνακας 1: Τεχνικές και τεχνολογίες Προσθετικής Κατασκευής

Μέθοδοι Προσθετικής Κατασκευής							
Τεχνικές	Binder Jetting	Powder Bed Fusion	Directed Energy Deposition	Material Extrusion	Material Jetting	Sheet Lamination	Vat Photopolymerization
Σχηματική διαδικασία							
Τεχνολογίες	Three-dimensional printing (3DP)	Selective Laser Sintering (SLS)	Laser Metal Deposition (LMD)	Fused Deposition Modelling (FDM)	Inkjet Printing (IJP)	Ultrasonic Additive Manufacturing (UAM)	Stereolithography Apparatus (SLA)
		Selective Laser Melting (SLM)	Laser Engineered Net Shaping (LENS)		Multi-Jet Modelling (MJM)	Laminated Object Manufacturing (LOM)	Digital Light Processing (DLP)
		Electron Beam Melting (EBM)	Directed Light Fabrication (DLF)		Thermojet		Continuous Digital Light Processing (CDLP)
Λεπτομέρεια εκτύπωσης	Πολύ καλή Πάχος επιπέδου: 0,035-0,4 mm Ακρίβεια διαστάσεων: 0,05 mm	Χαμηλή Πάχος επιπέδου: 0,1-0,15mm (SLS) 0,02-0,05mm (SLM) Ακρίβεια διαστάσεων: 0,3mm (SLS) 0,1mm (SLM)	Καλή Πάχος επιπέδου: 0,01-0,05 mm Ακρίβεια διαστάσεων: 0,1mm	Χαμηλή Πάχος επιπέδου: 0,05-0,4 mm Ακρίβεια διαστάσεων: 0,2 mm	Πολύ Καλή Πάχος επιπέδου: 0,016-0,032 mm Ακρίβεια διαστάσεων: 0,05 mm	Χαμηλή	Εξαιρετική Πάχος επιπέδου: 0,001-0,1 mm Ακρίβεια διαστάσεων: 0,01 mm

2.2 Υλικά

Όταν η μέθοδος της ΠΚ δημιουργήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '80, το βασικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν τα πολυμερή. Από τότε, και με την εξέλιξη της τεχνολογίας, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα υλικά, τα οποία κατατάσσονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες, ανάλογα με τις χημικές τους ιδιότητες: (i) πολυμερή, (ii) κεραμικά (όπου συμπεριλαμβάνονται και τα γυαλιά), (iii) μέταλλα και (iv) σύνθετα υλικά, τα οποία είναι συνδυασμοί υλικών των προηγούμενων κατηγοριών [5,10].

2.2.1 Πολυμερή

Τα πολυμερή υλικά ήταν τα πρώτα που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία τρισδιάστατων αντικειμένων με τη χρήση της μεθόδου ΠΚ, και θεωρούνται τα πιο διαδεδομένα υλικά μέχρι και σήμερα. Στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία πολυμερών με διάφορα χαρακτηριστικά, έτοιμα για χρήση με την ΠΚ και με χαμηλό κόστος. Τα πολυμερή χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τα θερμοπλαστικά και τα θερμοσκληρυνόμενα. Τα θερμοπλαστικά είναι υλικά τα οποία μπορούν λιώσουν και να ψυχθούν πολλές φορές και αναπαράγουν ιδιότητες άλλων φυσικών υλικών. Διαχωρίζονται σε κρυσταλλικά και άμορφα θερμοπλαστικά πολυμερή. Τα κρυσταλλικά (π.χ. PLA και PP) έχουν πολύ οργανωμένα μόρια στη σύστασή τους και γίνονται υγρά σε ακριβή θερμοκρασία, είναι πιο ανθεκτικά στη θερμότητα, δεν παραμορφώνονται εύκολα και παράγουν γερά μοντέλα. Τα άμορφα δομημένα θερμοπλαστικά πολυμερή (π.χ. ABS και HiPS) δεν έχουν συγκεκριμένη θερμοκρασία τήξης και δίνουν πιο ευέλικτα τρισδιάστατα μοντέλα [11-12].

Τα θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή (π.χ. σιλικόνη, πολυεστέρες), σε αντίθεση με τα θερμοπλαστικά πολυμερή, παραμένουν στην ίδια στερεή κατάσταση αφού σταθεροποιηθούν, και μπορούν να αλλάξουν σχήμα με τη βοήθεια χημικής αντίδρασης ή εάν η θερμοκρασία είναι τόσο υψηλή που διαβρώσει το αντικείμενο [13-16].

2.2.2 Κεραμικά

Τα κεραμικά υλικά άρχισαν να χρησιμοποιούνται ως υλικό ΠΚ στις αρχές της δεκαετίας του '90. Η σύνθεσή τους δεν αποτελείται από πηλό, αλλά από ένα μείγμα σκόνης με πρόσθετα και μερικές φορές συνδετικά, με προσαρμοσμένες ιδιότητες για την κάλυψη των αναγκών των τεχνικών εφαρμογών. Κάποιες από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες τους είναι η μηχανική αντοχή και σκληρότητα, η θερμική και χημική σταθερότητα, η οπτική, ηλεκτρική και μαγνητική απόδοση, το μέγεθος των σωματιδίων, η ρευστότητα, η τραχύτητα και η διαβρεξιμότητα. Ωστόσο, το αποτέλεσμα της τρισδιάστατης κατασκευής εξαρτάται και από την επιλεγείσα τεχνική, μιας και όλες οι τεχνικές δεν δίνουν το ίδιο αποτέλεσμα [10,17-18].

2.2.3 Μέταλλα

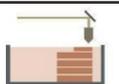
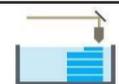
Τα μεταλλικά υλικά χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στην ΠΚ στις αρχές της δεκαετίας του '90, από την εταιρεία EOS, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία SLS. Παράγοντες όπως η καλύτερη μηχανική αντοχή, η αντοχή στη θερμότητα και οι ηλεκτρικές και μαγνητικές ιδιότητες σε σύγκριση με τα πολυμερή, έχουν επηρεάσει θετικά την ανάπτυξη της ΠΚ μεταλλικών αντικειμένων. Τα μέταλλα τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα είναι αλουμίνιο, χαλκός, χρωμίου, κοβάλτιο, χρυσός, ιρίδιο, σίδηρος, μαγνήσιο, νικέλιο, νιόβιο, πλάτινα, πυρίμαχο μέταλλο, ασήμι, χάλυβας, κασσίτερος, τιτάνιο, ψευδάργυρος και ζirkόνιο [4, 19-23].

2.2.4 Σύνθετα υλικά

Στα μέσα της δεκαετίας του '90 ξεκίνησαν να χρησιμοποιούνται τα σύνθετα υλικά στην ΠΚ, τα οποία αποτελούνται από τον συνδυασμό των προηγούμενων τριών κατηγοριών. Σκοπός τους είναι να παρέχουν περισσότερες ιδιότητες και πιο βελτιωμένες δυνατότητες από τα

μεμονωμένα υλικά. Για το λόγο αυτό, τα σύνθετα υλικά δημιουργούνται λαμβάνοντας υπόψη τον σκοπό της προοριζόμενης χρήσης τους. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα ψηφιακά και τα έξυπνα υλικά. Τα ψηφιακά υλικά αποτελούνται από πολυμερή τα οποία προσαρμόζουν τα χαρακτηριστικά τους (π.χ. χρώμα, υφή, τοπική σκληρότητα) και μπορούν να μιμηθούν φωτορεαλιστικές λεπτομέρειες και χαρακτηριστικά φυσικών υλικών. Τα υλικά αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί στην μηχανολογία και την ιατρική. Τα έξυπνα υλικά, ή αλλιώς 4D υλικά, είναι εκείνα τα οποία μπορούν να αλλάζουν την αρχική γεωμετρία τ'ους τρισδιάστατου αντικειμένου κατά τη διάρκεια του χρόνου, μεταβάλλοντας εξωτερικά ερεθίσματα, όπως υγρασία, θερμοκρασία, φως, αέρα και μαγνητική ενέργεια. Η μεταβολή στη γεωμετρία τους περιλαμβάνει δίπλωση, λύγισμα, περιστροφή, συρρίκνωση ή διαστολή [24-27].

Πίνακας 2: Υλικά Προσθετικής Κατασκευής ανά τεχνική.

Υλικά Προσθετικής Κατασκευής							
Τεχνικές	Binder Jetting	Powder Bed Fusion	Directed Energy Deposition	Material Extrusion	Material Jetting	Sheet Lamination	Vat Photopolymerization
Σχηματική διαδικασία							
Υλικά	Κεραμικό	✓			✓		✓
	Γυαλί	✓					
	Μέταλλο	✓	✓	✓	✓	✓	
	Πολυμερή	✓	✓		✓	✓	✓
	Χαρτί						✓
Τύπος υλικού	Σκόνη	Σκόνη	Σκόνη	Στερεό	Υγρό	Στερεό	Υγρό

3. Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ

Τα τελευταία 10 χρόνια η μέθοδος ΠΚ έχει εφαρμοστεί σε περιπτώσεις αισθητικής αποκατάστασης αντικειμένων Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Ένα από τα πρώτα παραδείγματα είναι από το Εθνικό Μουσείο Σλοβενίας, όπου συντηρητές χρησιμοποίησαν την ΠΚ για να αποκαταστήσουν τη βάση μιας κεραμικής φρουτιέρας [28]. Η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί επίσης για την κατασκευή συμπληρωματικών κομματιών σε κεραμικό άγαλμα [29], πρόταση υβριδικής επανασυναρμολόγησης κεραμικών δοχείων [30], ως παράδειγμα αποκατάστασης χαμηλού κόστους σε πέτρινα αγάλματα [31], για την αποκατάσταση διακοσμητικού μοτίβου ξύλινης καρέκλας [32], για την χαμηλού κόστους αποκατάσταση κεραμικών δοχείων [33] και την αποκατάσταση μαρμάρινου αγάλματος [34]. Τα υλικά ΠΚ που χρησιμοποιήθηκαν είναι κεραμικές σκόνες [28-29], πολυμερή [30-33], και σύνθετο υλικό σκόνης μαρμάρου και πολυμερούς [34].

Το 2018 ερευνητές από το Πανεπιστήμιο της Φλόριντα δημοσίευσαν τη μελέτη τους σχετικά με τη σταθερότητα και ασφάλεια θερμοπλαστικών πολυμερών υλικών [35]. Ωστόσο, καμία μελέτη δεν έχει γίνει για κεραμικά και γυάλινα, σύνθετα ή μη, υλικά ΠΚ, ως προς την καταλληλότητα τους για τη χρήση τους στη συντήρηση αρχαιοτήτων και έργων τέχνης. Αυτό είναι ένα από τα ερωτήματα της έρευνας που παρουσιάζεται σε αυτό το άρθρο.

3.1 Η μεθοδολογία της έρευνας

Για να απαντηθεί το συγκεκριμένο ερώτημα έγινε αρχικά βιβλιογραφική ανασκόπηση σε δύο τομείς: στον τομέα της συντήρησης και στον τομέα της ΠΚ. Στον τομέα της συντήρησης έγινε

ανάλυση των ιδιοτήτων των υλικών κατασκευής, των φθορών που τα αντικείμενα μπορεί να υποστούν και των παραδοσιακών επεμβάσεων συντήρησης κεραμικών και γυάλινων αντικειμένων, με έμφαση στο στάδιο της αισθητικής αποκατάστασης. Επιπλέον έγινε αναφορά στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται από τους συντηρητές για να αξιολογήσουν τα υλικά αποκατάστασης πριν την εφαρμογή τους, καθώς και στις ψηφιακές μεθόδους καταγραφής αισθητικής αποκατάστασης των κεραμικών και γυάλινων αντικειμένων. Στον τομέα της ΠΚ έγινε ανάλυση των τεχνολογιών και των υλικών ΠΚ που είναι σήμερα διαθέσιμα, των τρόπων αναπαραγωγής των ιδιοτήτων των αντικειμένων, ενώ μελετήθηκαν παραδείγματα εφαρμογής της μεθόδου στον τομέα της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, με ιδιαίτερη έμφαση την αισθητική αποκατάσταση. Την βιβλιογραφική ανασκόπηση ακολούθησε πρακτική εφαρμογή της μεθόδου ΠΚ για την δημιουργία χαμένων τμημάτων από κεραμικά και γυάλινα αντικείμενα, και η αισθητική αποκατάσταση των αυθεντικών αντικειμένων με τη χρήση των νέων κομματιών. Στόχος της πρακτικής εφαρμογής είναι η εύρεση κατάλληλων υλικών Προσθετικής Κατασκευής για την αισθητική αποκατάσταση κεραμικών και γυάλινων αντικειμένων, και η αξιολόγηση της συνολικής διαδικασίας της αισθητικής αποκατάστασης με τη χρήση της μεθόδου ΠΚ ως προς το αισθητικό αποτέλεσμα, τον χρόνο και το κόστος εφαρμογής, και άλλων επιπτώσεων στη διατήρηση αντικειμένων.

3.2 Αντικείμενα μελέτης

Τα αντικείμενα που επιλέχθηκαν για την πρακτική εφαρμογή προέρχονται από τις συλλογές του Βρετανικού Μουσείου, στο Λονδίνο του Ηνωμένου Βασιλείου. Επιθυμητό ήταν να χρησιμοποιηθούν αντικείμενα από διάφορες γεωγραφικές περιοχές και χρονικές περιόδους, καλύπτοντας έτσι μεγαλύτερο φάσμα υλικών κατασκευής και μεθόδων. Τελικώς επιλέχθηκαν τρία κεραμικά αντικείμενα από την Ελληνική και Ρωμαϊκή συλλογή (Εικόνα 1), δύο κεραμικά αντικείμενα από την Ασιατική συλλογή και ένα γυάλινο αντικείμενο από την Ισλαμική συλλογή (Εικόνα 2).

Όλα τα αντικείμενα ψηφιοποιήθηκαν με τη χρήση της φωτογραμμετρίας. Η μέθοδος αυτή επιλέχθηκε επειδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε εργαστήριο συντήρησης, λόγω της εύκολης πρόσβασης στον απαραίτητο εξοπλισμό. Παρόλα αυτά, σε κάποια από τα αντικείμενα λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των επιφανειών τους (διαφάνεια, γυαλιστερό μαύρο, γυαλιστερό λευκό) δεν ήταν εύκολο να εφαρμοστεί η μέθοδος της φωτογραμμετρίας με επιτυχία και να δημιουργηθούν άρτια τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα.

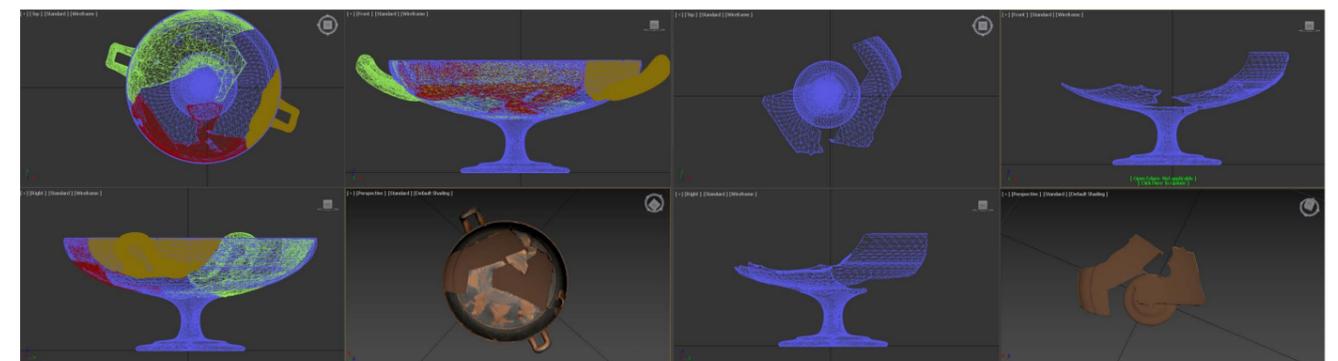


Εικόνα 1: Τα αντικείμενα από την Ελληνική και Ρωμαϊκή συλλογή. Από αριστερά προς τα δεξιά: τρία θραύσματα Αττικού Κύλικα, Οινοχόη και Φιγούρα ανθρωπόμορφου τέρατος, Πιατάκι και γυάλινο Δοχείο. (© E. Καρτάκη, με την ευγενική άδεια του Βρετανικού Μουσείου)

Επόμενο βήμα ήταν η ψηφιακή αποκατάσταση των αντικειμένων. Σκοπός της ψηφιακής αποκατάστασης ήταν η αναδημιουργία των χαμένων κομματιών των αντικειμένων σε ψηφιακή μορφή και η αποθήκευσή τους σε αρχεία STL, ώστε να μπορούν χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία φυσικών κομματιών με τη μέθοδο της ΠΚ. Η εκάστοτε ψηφιακή αποκατάσταση έγινε βάσει υποδείξεων των επιμελητών των συλλογών του Μουσείου, έπειτα από συνέντευξη μαζί τους. Οι τεχνικές ψηφιακής αισθητικής αποκατάστασης που ακολουθήθηκαν, βασίστηκαν

σε παραδείγματα άλλων ερευνητών και επιλέχθηκαν βάση των διαθέσιμων δεδομένων του εκάστοτε αντικείμενου. Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το Autodesk, AutoCAD, Autodesk 3ds Max και MeshLab.

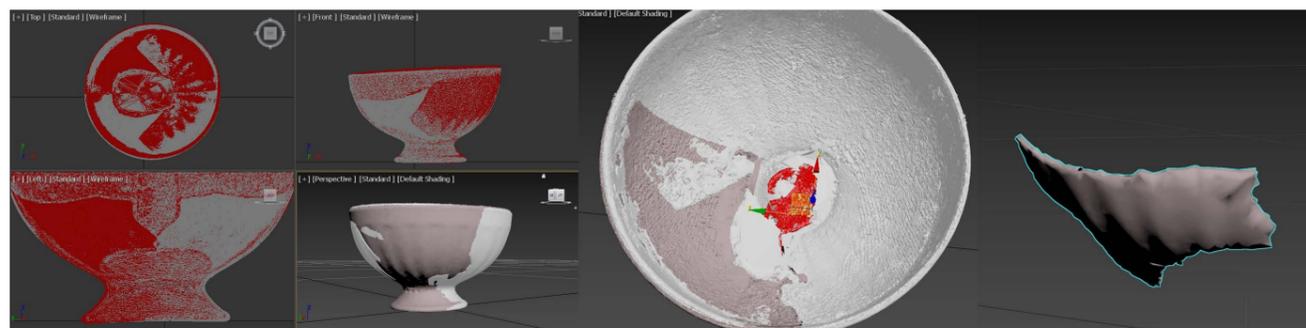
Για παράδειγμα, στην περίπτωση του Αττικού Κύλικα επιλέχθηκε η δημιουργία ενός νέου κύλικα στο Autodesk AutoCAD, βασισμένο σε διαθέσιμο αρχαιολογικό σχέδιο του απεικονίζει την τομή του. Έπειτα στο Autodesk 3ds Max, τοποθετήθηκαν τα τρία θραύσματα του Κύλικα πάνω στον νέο κύλικα, και με τη χρήση της εντολής Boolean αφαιρέθηκαν από τον νέο κύλικα, αφήνοντας το κομμάτι του κύλικα που απουσιάζει από το αυθεντικό αντικείμενο (Εικόνα 3). Η μέθοδος αυτή βασίστηκε στο παράδειγμα των [33]. Στην περίπτωση της Φιγούρας ανθρωπόμορφου τέρατος, χρησιμοποιήθηκε στο MeshLab το ίδιο το αντικείμενο για τη δημιουργία του μπροστινού ποδιού, και ένα δεύτερο αντικείμενο, πανομοιότυπο με το αντικείμενο της μελέτης, για τα δύο πίσω πόδια, ακολουθώντας το παράδειγμα των [32] και [31] αντίστοιχα (Εικόνα 4). Το παράδειγμα του [31] ακολουθήθηκε και στην περίπτωση της Οινοχόης. Στην περίπτωση του γυάλινου Δοχείου, το αρχικό πλάνο ήταν να χρησιμοποιηθεί στο Autodesk 3ds Max το ίδιο το αντικείμενο και να αναδημιουργηθεί το χαμένο κομμάτι όπως στο παράδειγμα των [35]. Παρόλα αυτά, το τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο δεν ήταν κατάλληλο για τη χρήση της εντολής Boolean, και το χαμένο κομμάτι αναδημιουργήθηκε αφαιρώντας με ελεύθερο χέρι τα υπόλοιπα μέρη του δοχείου, αφήνοντας εκείνο που εικάζεται ότι εφαρμόζει κατάλληλα στην οπή του (Εικόνα 5).



Εικόνα 3: Αττικός Κύλικας. Τα τρία θραύσματα τοποθετήθηκαν πάνω στον νέο κύλικα και αφαιρέθηκαν, δημιουργώντας το κομμάτι του κύλικα που λείπει από το αυθεντικό κομμάτι.



Εικόνα 4: Φιγούρα ανθρωπόμορφου τέρατος και η δημιουργία των χαμένων ποδιών, χρησιμοποιώντας το αντικείμενο της μελέτης για το μπροστινό πόδι και ενός παρόμοιου για τα δύο πίσω πόδια.



Εικόνα 5: Γυάλινο Μπολ. Η δημιουργία του χαμένου κομματιού, χρησιμοποιώντας το αντικείμενο της μελέτης και αφαιρώντας με ελεύθερο χέρι τα μέρη του αντικειμένου που δεν χρειάζονται.

3.3 Υλικά Προσθετική Κατασκευής

Για την εύρεση του κατάλληλου υλικού ΠΚ χρησιμοποιήθηκε το Oddy Test, το οποίο που χρησιμοποιούν οι συντηρητές για να αξιολογήσουν παραδοσιακά υλικά συντήρησης [37-39]. Χρησιμοποιώντας την διαδικτυακή βάση δεδομένων Senvol.com, εντοπίστηκαν προμηθευτές κεραμικών και γυάλινων υλικών ΠΚ, από τους οποίους ζητήθηκε η συμβολή τους στην έρευνα αυτή, στέλνοντας δείγμα του υλικού τους. Η ίδια προσέγγιση έγινε σε Ινστιτούτα και Πανεπιστήμια του Ηνωμένου Βασιλείου που ασχολούνται με την ΠΚ, καθώς και στην ελληνική εταιρία THETIS Authentics Ltd, για τη συμβολή υλικού που χρησιμοποιείται για την κατασκευή πιστών αντιγράφων αρχαιολογικών κεραμικών αγγείων. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσπάθειας αυτής.

Πίνακας 3: Αριθμός προμηθευτών και οργανισμών που προσεγγίστηκαν ώστε να συμβάλουν στην έρευνα με δείγματα υλικών, και τα αποτελέσματα της προσέγγισης.

Συλλογή υλικών Προσθετικής Κατασκευής				
Οργανισμοί και προμηθευτές υλικών	Επικοινωνία	Απάντησαν	Συμφώνησαν να συνεισφέρουν	Σύνολο υλικών
Προμηθευτές κεραμικών υλικών	9	4	1	6
Προμηθευτές γυάλινων υλικών	34	1	1	2
Ινστιτούτα και πανεπιστήμια	7	5	3	9
Σύνολο	50	10	5	17

Το Oddy Test πραγματοποιήθηκε στα εργαστήρια συντήρησης του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας στο Λονδίνο, Ηνωμένου Βασιλείου, από επαγγελματίες συντηρητές, οι οποίοι και αξιολόγησαν τα αποτελέσματα (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Αποτελέσματα από το Oddy test των υλικών Προσθετικής Κατασκευής.

Οργανισμοί και προμηθευτές υλικών	Σύνολο υλικών	Κατάλληλα υλικά για μακροπρόθεσμη χρήση	Κατάλληλα υλικά για βραχυπρόθεσμη χρήση	Ακατάλληλα
Προμηθευτές κεραμικών υλικών	6	1	5	0
Προμηθευτές γυάλινων υλικών	2	0	1	1
Ινστιτούτα και πανεπιστήμια	9	1	7	1
Σύνολο	17	2	13	2

4. ΕΠΟΜΕΝΑ ΒΗΜΑΤΑ

Έχοντας τα ψηφιακά αρχεία STL έτοιμα και γνωρίζοντας ποια υλικά ΠΚ θεωρούνται κατάλληλα για να χρησιμοποιηθούν στην αποκατάσταση κεραμικών και γυάλινων αντικειμένων, η έρευνα είναι έτοιμη να περάσει στο επόμενο στάδιο της αναδημιουργίας των χαμένων κομματιών με τη χρήση της ΠΚ. Όταν τα νέα κομμάτια είναι έτοιμα θα χρησιμοποιηθούν για να γίνει η τελική αισθητική αποκατάσταση των αντικειμένων. Έπειτα, θα πραγματοποιηθεί μία δεύτερη συνέντευξη με τους επιμελητές των συλλογών και τους συντηρητές του Βρετανικού Μουσείου, όπου θα συζητηθούν τα αποτελέσματα της εφαρμογής και άλλες πιθανές μελλοντικές εφαρμογές. Στη συνέχεια θα γίνει μία ανάλυση κόστους οφέλους όπου θα περιλαμβάνει το αισθητικό αποτέλεσμα, τις ιδιότητες του υλικού, την ακρίβεια του εκτυπωμένου αντικειμένου, την οικονομική και χρονική δαπάνη. Τέλος θα γίνει μία συζήτηση εφ' όλης της ύλης για την εφαρμογή της πρόσθετης κατασκευής ως πρακτική αισθητικής αποκατάστασης στη συντήρηση αρχαιοτήτων και έργων τέχνης.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] C. Balletti et al., 3D printing: State of the art and future perspectives. *Journal of Cultural Heritage*, 2017, vol. 26, pp. 172–182
- [2] R. Vaidyanathan, Additive manufacturing technologies for polymers and composites, in Amit Bandyopadhyay & Susmita Bose (eds.) *Additive Manufacturing*, 2016, Taylor & Francis Group
- [3] I. Hager et al., 3D Printing of Buildings and Building Components as the Future of Sustainable Construction? *Procedia Engineering*, 2016, vol. 151, pp 292–299
- [4] A. Bandyopadhyay and S. Bose, *Additive Manufacturing*, 2016, New York: Taylor & Francis Group
- [5] I. Gibson et al., *Additive manufacturing technologies*, 2015, Springer
- [6] J.Y. Lee et al., Fundamentals and applications of 3D printing for novel materials. *Applied Materials Today*, 2017, vol. 7, pp 120–133
- [7] N. Afshar-Mohajer et al., Characterization of particulate matters and total VOC emissions from a binder jetting 3D printer, *Building and Environment*, 2015, vol. 93 pp. 293–301
- [8] M. Hofmann, 3D Printing Gets a Boost and Opportunities with Polymer Materials, 2014, <https://pubs.acs.org/sharingguidelines> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [9] ASTM F2792-12, Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies (Withdrawn 2015), ASTM International, 2012, www.astm.org (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [10] H. Campos, 3D Printing Materials: 2018 Quick Guide – Beamer, 2018, <https://www.beamer.com/3d-printing-materials/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [11] Filaments Directory, What is 3D printing filament made of?, 2018, <https://www.filaments.directory/en/plastics> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [12] Crow Polymer Properties Database Elastomers, 2015, <https://polymerdatabase.com/Elastomers/Elastomers.html> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [13] A.T. Marques, Fibrous materials reinforced composites production techniques, in R. Figueiro (ed.) *Fibrous and composite materials for civil engineering applications*, 2011, Manchester, UK: Woodhead Publishing. p. 401

- [14] J.P. Pascault, and R.J.J. Williams, Overview of thermosets: structure, properties and processing for advanced applications', in Qipeng Guo (ed.) Thermosets structure, properties and applications, 2012, Woodhead Publishing Limited, Cambridge
- [15] M.J. Mullins et al., Mechanical properties of thermosets, in Qipeng, Guo (ed.) Thermosets : structure, properties and applications, 2012, Woodhead Publishing, pp. 28–61
- [16] Osborne Industries, The Difference Between Thermoplastic and Thermosetting Plastic, 2017, <https://www.osborneindustries.com/news/the-difference-between-thermoplastic-and-thermosetting-plastic/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [17] L.C. Hwa et al., Recent advances in 3D printing of porous ceramics: A review, Current Opinion in Solid State and Materials Science, 2017, vol 21 (6), 323–347
- [18] A.N. Chen et al., Fabrication of porous fibrous alumina ceramics by direct coagulation casting combined with 3D printing, Ceramics International, 2018, vol. 44 (5), 4845–4852
- [19] T.D. Ngo et al., Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges, Composites Part B: Engineering, 2018, vol. 143, pp. 172–196
- [20] C. Buchanan and L. Gardner, Metal 3D printing in construction: A review of methods, research, applications, opportunities and challenges, Engineering Structures, 2019, vol. 180, pp. 332–348
- [21] Sevnol.com, Sevnol/material search, <http://sevnol.com/material-search/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [22] T. Duda and L.V. Raghavan, 3D Metal Printing Technology, IFAC-PapersOnLine, 2016, vol. 49 (29), pp. 103–110
- [23] D. Wang et al., Ultrafast laser-enabled 3D metal printing: A solution to fabricate arbitrary submicron metal structures, Precision Engineering, 2018, vol. 52, pp. 106–111
- [24] Z.X. Khoo et al., 3D printing of smart materials: A review on recent progresses in 4D printing, Virtual and Physical Prototyping, 2015, vol. 10 (3), pp. 103–122
- [25] A.Y. Lee et al., Two-Way 4D Printing: A Review on the Reversibility of 3D-Printed Shape Memory Materials, Engineering, 2017, vol. 3 (5), pp. 663–674
- [26] F. Momeni et al., A review of 4D printing, Materials & Design, 2017, vol. 122, pp. 42–79
- [27] E. Pei, 4D Printing-Dawn of an Emerging Technology Cycle, Assembly Automation: the international journal of assembly technology and management, 2014, vol. 34 (4), pp. 310–314
- [28] K. Antlejš et al., Restoration of a stemmed fruit bowl using 3D technologies, in Dunja Seiter-Šverko (ed.) Review of the National Center for Digitization. SEEDI Communications 14, Proceedings of the Sixth SEEDI Conference. Digitization of Cultural and Scientific Heritage, 2012 Belgrade: Faculty of Mathematics, pp. 141–146
- [29] L. Arbace et al., Innovative uses of 3D digital technologies to assist the restoration of a fragmented terracotta statue, Journal of Cultural Heritage, 2013, vol 14 (4), pp. 332–345
- [30] A. Zoran, and L. Buechley, Hybrid Reassemblage: An Exploration of Craft, Digital Fabrication and Artifact Uniqueness, Leonardo, Journal of Arts, Sciences and Technology, 2013, vol. 46 (1), pp. 4–10
- [31] G. Bigliardi, Stampa 3D e restauro scultoreo, 2014, <http://www.3d-archeolab.it/2014/08/4-7-settembre-2014-s-martino-dallargine-mn-la-rivoluzione-dello-spazio/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)

- [32] Z. Allen, The Conservation of Marie Antoinette's Chair, 2015, <http://www.vam.ac.uk/blog/conservation-blog/the-conservation-of-marie-antoinettes-chair> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [33] F. Avella et al., Low cost system for visualization and exhibition of pottery finds in archaeological museums, SCIRES-IT - SCientific RESearch and Information Technology, 2015, vol. 5 (2), pp. 111–128
- [34] 3D ArcheoLab, Restauro in stampa 3D della statua di Cornelio Nepote a Ostiglia (MN), 2017, <https://www.3d-archeolab.it/portfolio-items/restauro-in-stampa-3d-della-statua-di-cornelio-nepote-ostiglia-mantova/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [35] N. Bharti and F. Durant, You're Printing, What? Where? The material stability and safety of 3D printing thermoplastic polymers for fused filament fabrication, American Institute for Conservation of Artistic and Historic Works Annual Meeting 2018, Houston, TX
- [36] A.F. Abate et al., An Augmented Reality Mobile App for Museums: Virtual Restoration of a Plate of Glass, in Ioannides, M. et al. (eds) 7th International Conference, EuroMed 2018, Nicosia, Cyprus, October 29–November 3, 2018, Proceedings. Nicosia: Springer International, pp. 539–559.
- [37] L. Robinet and D. Thickett, A New Methodology for Accelerated Corrosion Testing, Studies in Conservation, 2003, vol. 48 (4), pp. 263–268
- [38] C.H. Stephens et al., Updating the Oddy Test: Comparison with Volatiles Identified Using Chromatographic Techniques, Studies in Conservation, 2018, vol. 63 (sup1), pp. 425–427
- [39] H. Heine and A. Jeberien, Oddy Test Reloaded: Standardized Test Equipment and Evaluation Methods for Accelerated Corrosion Testing, Studies in Conservation, 2018, vol. 63 (sup1), pp. 362–365

Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΣ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

Π. Ξηραδάκη^{1,3}, Ε. Κυριακοπούλου^{2,3}, Ν. Κουρλής³

¹Πανεπιστήμιο Αιγαίου

²Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

³Urban Layers

Περίληψη

Αναζητώντας εναλλακτικές/νέες προοπτικές στην διατήρηση των έργων τέχνης, ένα νέο πεδίο έρευνας σκιαγραφείται προκειμένου να συμπεριλάβει όλη εκείνη την τέχνη που παρουσιάζεται στο δημόσιο χώρο. Η εφαρμογή νέων τεχνολογιών μέσα σε αυτό το πλαίσιο, θα μπορούσε να αποτελέσει σημείο σύγκλισης μεταξύ των νέων αναγκών για εξέταση και τεκμηρίωση της τέχνης στον δημόσιο χώρο και της συντήρησης εν γένει ως μιας συμμετοχικής διαδικασίας.

Η ομάδα Urban Layers αποτελεί ένα εγχείρημα, το οποίο μετέρχεται την ψηφιακή τεκμηρίωση του graffiti και της τέχνης του δρόμου, αποσκοπώντας στη διατήρηση αυτών ως σύγχρονη ιστορία της κοινωνίας. Έχοντας ως σημείο εκκίνησης τη δημιουργία και συνεχή επέκταση ενός ψηφιακού αρχείου σε συνάρτηση με το χρόνο (4th dimensional documentation), δημιουργήθηκε ένα πολυδιάστατο πρόγραμμα για την τέχνη του δρόμου, στη βάση του οποίου τοποθετήθηκε η κοινότητα και η αλληλεπίδραση με αυτήν. Πέραν των σκοπών ιστορικής τεκμηρίωσης μέσω της ψηφιακής καταγραφής και κατανόησης της εξέλιξης του δημόσιου χώρου, η ομάδα αναπτύσσει δραστηριότητες όπως εκπαιδευτικά προγράμματα, περιηγήσεις εναλλακτικού τουρισμού κ.α., προκειμένου να δημιουργηθεί μια διευρυμένη συζήτηση για τον δημόσιο χώρο και όλη την τέχνη που παρουσιάζεται σε αυτόν.

Μέσα από το παρόν κείμενο, πραγματοποιείται μια προσπάθεια κατανόησης του πώς η επιστήμη της συντήρησης μπορεί μέσω της τεχνολογίας να αποκτήσει μια κοινωνική και πολιτιστική διάσταση, προτείνοντας μια κοινωνική ενασχόληση με την δημόσια τέχνη.

1. ΤΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΑΣΤΙΚΗ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ: Η ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΣ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΩΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΙΣΤΟΡΙΑ / ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Κάνοντας λόγο για την διατήρηση της τέχνης του δρόμου, ως σημείο εκκίνησης θα λέγαμε πως αυτή αφορά όχι μόνο την υλική/αρχιτεκτονική άποψη ενός τόπου, αλλά και την κοινωνική ύπαρξη του [1]. Η δημόσια τέχνη έχει έρθει αντιμέτωπη συχνά με την εχθρική προσέγγιση των κρατικών φορέων και του ευρέος κοινού. Ο λόγος για αυτήν την προκατάληψη βρίσκεται σε μεγάλο βαθμό στην περιθωριακή ταυτότητα της κοινότητας μέσα από την οποία γεννήθηκε το graffiti, καθώς και στην παραβατική συμπεριφορά των δημιουργών. Σε επόμενο στάδιο, η τέχνη του δρόμου επηρεάστηκε σαφώς από την αυστηρή διχοτόμηση της πολιτιστικής κληρονομιάς σε επίσημη και ανεπίσημη, όπως την εξέφρασε ο Rodney Harrison [2]. Ως επίσημες εκφράσεις πολιτιστικής κληρονομιάς χαρακτηρίζονται όσα τέχνηρα διαχωρίζονται σαφώς από την καθημερινότητα ως επιβολή εκ των άνω, γεγονός που καθιστά σαφές πως η δημόσια τέχνη εμπίπτει στην κατηγορία της ανεπίσημης πολιτιστικής κληρονομιάς, καθώς δημιουργείται από τη βάση της κοινωνικής πυραμίδας και εντάσσεται απόλυτα στην καθημερινότητα του αστικού τοπίου.

Η τέχνη του δρόμου προσφέρεται για πολιτικά ή κοινωνικά σχόλια σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι πολλές άλλες μορφές τέχνης, καθώς κάθε έργο που μπορεί να αποτελέσει μέρος ενός δημόσιου χώρου αφορά την κοινωνία, τις επιδιώξεις της και την ταυτότητά της. Ένα τέτοιο έργο σχετίζεται με την ιστορία και την κληρονομιά της περιοχής. Το βασικό στοιχείο είναι η αναγνώριση των έργων αυτών ως μέρος μιας συνεχιζόμενης κοινωνικής διαδικασίας [3].

Το γεγονός αυτό προσδίδει μια έντονη δυναμική στην τέχνη του δρόμου. Αναφερόμενος σε αυτή ο Craig Campbell [4] την χαρακτηρίζει ως «μια αέναη σειρά επιφανειών που εμφανίζονται και εξαφανίζονται από το οπτικό πεδίο, καθώς κινούμαστε στον κόσμο». Αυτή η φράση περικλείει όμως και ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της το οποίο είναι η εφήμερη φύση.

Όσον αφορά την παροδικότητα των έργων αυτών, δεν αναφερόμαστε αποκλειστικά στις συνθήκες έκθεσης τους ή τα υλικά κατασκευής, αλλά περισσότερο στον ανθρώπινο παράγοντα, ο οποίος μπορεί να αποδειχθεί καταλυτικός για την παραμονή ή όχι ενός τέτοιου έργου. Από την στιγμή που αυτό δημιουργείται στον δημόσιο χώρο, γίνεται κτήμα της πόλης και των κατοίκων της, γεγονός που εμπεριέχει τον κίνδυνο και την πρόκληση κάθε δραστικού θεατή, επίδοξου καλλιτέχνη, ιδιοκτήτη κ.α. [5, 6].



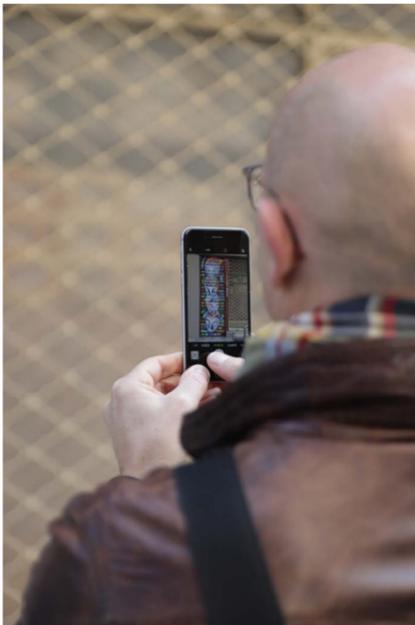
Εικόνα 1: Η δημιουργία έργων στο δημόσιο χώρο.

Επομένως, όταν γίνεται λόγος για διατήρηση της τέχνης του δρόμου, οι παραδοσιακές πρακτικές συντήρησης καλούνται να προσαρμοστούν σε αυτά τα δεδομένα. Ποιο είναι όμως το εμείς που καθορίζει ποιο από αυτά θα διατηρηθεί και με ποιον τρόπο;

2. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ

Κατά την Rachel Masilamani [7], το graffiti αποτελεί ουσιαστικά την καταγραφή της παρουσίας του δημιουργού του. Ακόμα όμως και αν η καταγραφή συνδέεται άρρηκτα με την ίδια την έννοια του graffiti, η δημιουργία αρχείου γύρω από αυτό είναι ιδιαίτερος ισχυρή. Ξεκίνησε δειλά καθώς το κίνημα λάμβανε μεγαλύτερες διαστάσεις, με τους ίδιους τους δημιουργούς να πρωτοστατούν στην καταγραφή αυτήν, κυρίως για πρακτικούς λόγους, καθώς επιθυμούσαν να διατηρήσουν με κάποιον τρόπο τα παλαιότερα έργα τους πριν αυτά καταστραφούν. Η ανεπίσημη αυτή καταγραφή αποσκοπούσε τόσο στον διαμοιρασμό του αντίστοιχου φωτογραφικού υλικού ανάμεσα στα μέλη της κοινότητας όσο και στην περαιτέρω μελέτη των προηγούμενων έργων από τους δημιουργούς τους, στο πλαίσιο της βελτίωσης της τεχνικής τους.

Σε συνέχεια αυτής της πρακτικής, ξεκίνησαν οι πρώτες φωτογραφικές συλλογές ατόμων που βρίσκονταν εκτός του στενού πλαισίου της κοινότητας του graffiti, με πρώτα χαρακτηριστικά παραδείγματα τα αρχεία των Henry Chalfant [8] και Martha Cooper. Κάθε φορά που οι δημιουργοί εντόπιζαν κάποιους που φωτογράφιζαν τα έργα τους, τους ενημέρωναν σχετικά με τα νέα έργα, αντιλαμβανόμενοι πως η καταγραφή αυτής της εφήμερης έκφρασης αποτελούσε σπουδαία βάση για τα ίδια τα νεότερα μέλη της κοινότητας, τα οποία μπορούσαν μέσα από τα φωτογραφικά αρχεία να έρθουν σε επαφή με τη δουλειά παλαιότερων δημιουργών.



Εικόνα 2: Φωτογραφική τεκμηρίωση.

Η φωτογραφική τεκμηρίωση είναι ένας τρόπος για να διατηρηθεί η εικόνα των έργων που κινδυνεύουν να εξαφανιστούν και να δημιουργηθεί ένα αρχείο για μελλοντική μελέτη. Πριν από αυτό όμως, η φωτογραφία συνέβαλε καθοριστικά στην αποδοχή και διάδοση της τέχνης του δρόμου, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που η νομιμότητα της τίθεται σε αμφισβήτηση, ή χαρακτηρίζεται ως βανδαλισμός. Μάλιστα, η φωτογραφία του graffiti έγινε αποδεκτή από τον κόσμο της τέχνης πριν ακόμη το ίδιο το graffiti αναγνωριστεί ως νόμιμη τέχνη και το έργο φωτογράφων συνέβαλε στην αύξηση της δημοτικότητάς του, ενθαρρύνοντας το κοινό να εξετάσει με διαφορετικό τρόπο τα graffiti στους δρόμους. Η φωτογραφική τεκμηρίωση από την άλλη είναι σημαντική και για πολλούς καλλιτέχνες, λόγω της εφήμερης φύσης των έργων τους [9]. Σχετικά με το συγκεκριμένο ζήτημα, έχει παρατηρηθεί πως η διατήρηση αποτελεί συχνά τον αντίποδα της εξέλιξης, καθώς μπορεί να θεωρηθεί πως μέσω αυτής ένα αντικείμενο εξαναγκάζεται βίαια να αποκοπεί από την πορεία του χρόνου και να παραμείνει παγωμένο σε ένα στιγμιότυπο, χωρίς δυνατότητα να εξελιχθεί φυσικά στη ροή του χρόνου [10]. Η θέση αυτή παρέχει άλλον έναν λόγο ώστε να θεωρηθεί η φωτογραφική τεκμηρίωση ως η βέλτιστη, τουλάχιστον μέχρι στιγμής, μέθοδος προσέγγισης της διατήρησης της τέχνης του δρόμου.

Ωστόσο, η συλλογική επικοινωνία γύρω από το graffiti και την τέχνη του δρόμου υποδεικνύει την ανάγκη για μια προσέγγιση από πολλούς στην τεκμηρίωση, καθώς φαίνεται ότι οποιαδήποτε θεσμικά δεσμευμένη συλλογή θα ήταν ανεπαρκής για το έργο της τεκμηρίωσης του πολιτισμού από μόνη της.

3. Η ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΩΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ήδη από τη δεκαετία του 1980, η Helen Willa Samuels [11] είχε υπογραμμίσει πως η δημιουργία αρχείου αποτελεί πεδίο διαμάχης ανάμεσα σε επίσημα, κρατικά οργανωμένα αφηγήματα και μεμονωμένους πολίτες. Όσον αφορά σε περιπτώσεις αφηγημάτων που αφορούν ομάδες που υποεκπροσωπούνται, όπως συμβαίνει με την κοινότητα γύρω από το graffiti, η επίσημη καταγραφή και αρχειοθέτηση μοιάζει σε μεγάλο βαθμό αναποτελεσματική. Επομένως, γίνεται σαφές πως αυτό που απαιτείται στις περιπτώσεις αυτές είναι ο εκδημοκρατισμός των διαδικασιών καταγραφής, τεκμηρίωσης και δημιουργίας αρχείων. Αυτός ο εκδημοκρατισμός πηγάζει από προσεγγίσεις όπως αυτή του Pierre Nora [12] πως "η διαδικασία της μνήμης μετατρέπεται τον καθένα σε προσωπικό ιστορικό του εαυτού του" αλλά και από την έννοια της "αντι-μνήμης" (counter-memory) όπως την εισήγαγε ο Foucault [13] ως την αντίδραση απέναντι στα κυρίαρχα, επίσημα αφηγήματα σχετικά με τις ιστορίες κοινοτήτων. Άλλωστε, τα

ίδια τα αρχεία έχουν χαρακτηριστεί ως πολύτιμα τμήματα της συλλογικής μνήμης της κοινότητας. [14] Παράλληλα, τα τελευταία προσεγγίζονται όλο και περισσότερο ως εργαλεία μέσα από τα οποία μπορεί κανείς να παράγει νέα γνώση, παρά ως κλειστά συστήματα που αναφέρονται μονάχα σε όσα έχουν ήδη λάβει χώρα, γεγονός που δημιουργεί ένα μεγαλύτερο πεδίο αλληλεπίδρασης μεταξύ των αρχειακών πηγών και των σύγχρονων ερευνητών [15, 16].

Επομένως, η διατήρηση της τέχνης του δρόμου μπορεί να θεωρηθεί ως μια χαρακτηριστική περίπτωση στην οποία η συνεργασία των μελών της κοινότητας, των καλλιτεχνών και των συντηρητών, αποτελεί τη βέλτιστη πρακτική. Οι διαφορές μεταξύ των συνηθισμένων πρακτικών συντήρησης και των καλλιτεχνών ή της κοινότητας, μπορούν να προσδιοριστούν και να επιλυθούν μόνο σε συνδυασμό με την κοινότητα. Οι ρόλοι των συμμετεχόντων σε ένα προτεινόμενο πρόγραμμα διατήρησης πρέπει να επαναπροσδιοριστούν με βάση το ότι ένα έργο τέχνης του δρόμου δεν είναι απλώς ένα έργο τέχνης, αλλά και μέρος μιας συνεχιζόμενης κοινωνικής διαδικασίας. Η διατήρηση αυτού πρέπει να διατηρήσει την κοινωνική και την καλλιτεχνική υπόσταση του έργου μαζί με την ίδια τη ζωγραφική [3].

Μάλιστα, δεν είναι δυνατόν να αγνοηθεί το γεγονός πως η ίδια η τέχνη του δρόμου αποτελεί μια εγγενώς συμμετοχική διαδικασία. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η συμμετοχική καταγραφή και τεκμηρίωση μπορεί να θεωρηθεί πως υιοθετεί τις ίδιες τις βασικές αρχές μέσα από τις οποίες αναπτύχθηκε το graffiti [7], ενώ επιπλέον δεν αποτελεί λιγότερο σημαντικό παράγοντα το γεγονός πως ο διαμοιρασμός καθηκόντων ισούται με ελαχιστοποίηση του απαιτούμενου φόρτου εργασίας, γεγονός που διευκολύνει σημαντικά τις αντίστοιχες διαδικασίες σε πρακτικό επίπεδο.



Εικόνα 3: Η τεκμηρίωση ως συμμετοχική διαδικασία.

4. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΑΡΧΕΙΩΝ

Σε μια ολόκληρη αστική βάση, έρευνες που αποσκοπούν σε συγκέντρωση δεδομένων που σχετίζονται με συγκεκριμένα έργα, κυρίως για να εκπληρώσουν κανονιστικές απαιτήσεις, μπορούν να δημιουργήσουν ένα συνονθύλευμα ασυνεπών δεδομένων τα οποία να έχουν περιορισμένη αξία ως δημόσια και να απαιτούν μεγάλο χρηματικό κόστος. Η μη οργανωμένη μνήμη, ως ένα άτακτο χαστικό αρχείο, καθίσταται σχεδόν άχρηστη, καθώς καταλήγει να διατηρεί τα πάντα και, ως εκ τούτου, τίποτα απολύτως [17]. Κάτι τέτοιο αποτελεί πραγματική πρόκληση στη σύγχρονη πραγματικότητα, καθώς εκ των πραγμάτων ο καθένας δύναται να δράσει ως αρχειοφύλακας μέσα από την ευκολία της καταγραφής και δημιουργίας αρχείου. Αυτό ακριβώς καθιστά επιτακτική την ανάγκη οργάνωσης του υλικού τεκμηρίωσης, ώστε να αποτελέσει ένα εύχρηστο εργαλείο και μια πραγματική πηγή άντλησης γνώσης. Ιδανικά, συγκεκριμένα για την τέχνη του δρόμου, μια σχετική έρευνα θα πρέπει να έχει τη δυναμική να αναπτύξει δεδομένα που να ισχύουν για διάφορους σκοπούς, συμπεριλαμβανομένης της λογικής της εκπαίδευσης του κοινού και των επιδιώξεων της κοινότητας.

5. ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΟΦΕΛΗ

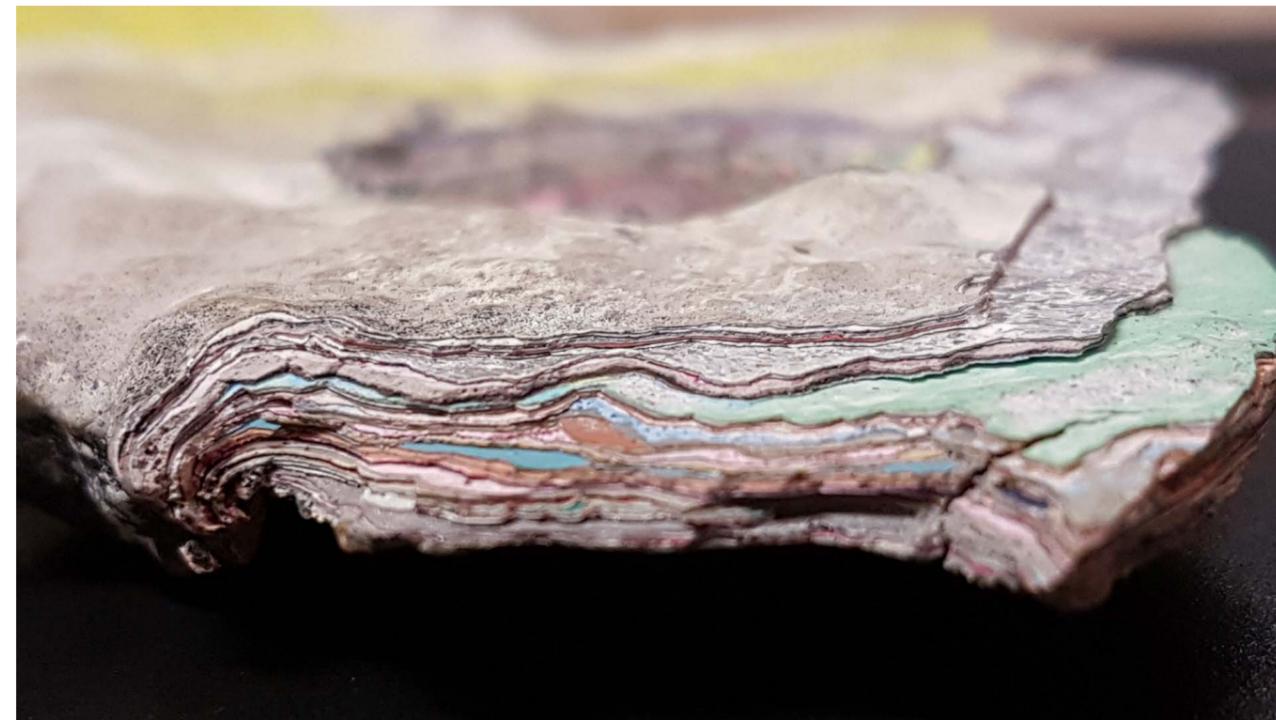
Το αξιακό πλαίσιο που περιβάλλει την διατήρηση τέτοιων μορφών τέχνης στο δημόσιο χώρο, μπορεί να επιφέρει οφέλη σε κοινωνικό, περιβαλλοντικό, οικονομικό και αισθητικό επίπεδο. Η διατήρηση και διαχείριση της τέχνης του δρόμου, προωθεί την ενότητα μεταξύ των μελών μιας κοινωνίας, συμβάλλει στην απτή βελτίωση της αξίας των ακινήτων, ενθαρρύνει έναν εναλλακτικό τουρισμό και επιταχύνει την αποκατάσταση και αναζωογόνηση μη ανεπτυγμένων περιοχών [18]. Ιδιαίτερα για τη δημόσια τέχνη, η οποία αποτελεί έκφραση μιας κοινότητας που υποεκπροσωπείται από πλευράς παραδοσιακών, καθιερωμένων αφηγημάτων, η δυνατότητα διατήρησης και μελέτης σχετικού υλικού αποτελεί μια κομβική πρακτική. Αυτό συμβαίνει γιατί η δημόσια τέχνη, είτε το συνειδητοποιούμε είτε όχι, επιδρά καταλυτικά στον τρόπο με τον οποίο οι πολίτες, ως χρήστες του δημόσιου χώρου, αντιλαμβάνονται τον ρόλο τους μέσα στην πόλη [19]. Με τον τρόπο αυτόν, μπορεί να καταστεί σαφές για τους ίδιους τους πολίτες πως η διατήρηση και η μελέτη της δημόσιας τέχνης δεν αφορά αποκλειστικά την κοινότητα που τη δημιουργεί, αλλά αντιθέτως αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της συλλογικής μνήμης όσων κινούνται στον αστικό ιστό.

6. URBAN LAYERS: ΑΣΤΙΚΗ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΣΤΟΝ ΨΗΦΙΑΚΟ ΚΟΣΜΟ

Η είσοδος νέων τεχνολογιών στην διαδικασία της συντήρησης έργων τέχνης, δημιουργεί αυξανόμενες ανάγκες στην αντιμετώπιση των εκάστοτε περιπτώσεων και πολλές φορές προϋποθέτει και την ύπαρξη γνώσεων πέρα των παραδοσιακών τεχνικών. Η δημιουργία ενός ψηφιακού αρχείου το οποίο θα καταγράφει όλη την τέχνη του δρόμου που παρουσιάζεται στο δημόσιο χώρο, αποτελεί μια διαδικασία στην οποία πέρα από συντηρητές, ισότιμο ρόλο διαδραματίζουν και άλλες ειδικότητες (φωτογράφοι, προγραμματιστές κ.α.) αλλά και το καθημερινό κοινό το οποίο είναι ο τελικός αποδέκτης αυτής της έκφρασης. Η εξίσωση αυτή καθίσταται απαραίτητη λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της τέχνης του δρόμου και όλης της προβληματικής όπως περιγράφηκε προηγουμένως.

Η ψηφιακή πλατφόρμα Urban Layers, δημιουργήθηκε προκειμένου να συγκεντρώσει, να καταγράψει και να διατηρήσει την εικόνα της τέχνης του δρόμου στην Αθήνα, όπως αυτή παρουσιάζεται και εξελίσσεται στο πέρασμα του χρόνου. Στόχος αυτής είναι όχι μόνο να προσελκύσει ένα κοινό που ενδιαφέρεται να πραγματοποιήσει μια ανάγνωση της τέχνης του δρόμου, αλλά και να συμβάλλει στην τεκμηρίωση αυτής, δημιουργώντας ένα δίκτυο αλληλεπίδρασης. Επισκεπτόμενος κανείς την πλατφόρμα, αρχικά αντιλαμβάνεται πως λειτουργεί ως χάρτης στον οποίο μπορεί να περιηγηθεί στην τέχνη των δρόμων της πόλης μέσα από τα έργα τα οποία παρουσιάζονται στην ακριβή τους τοποθεσία. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται μια πλήρης εικόνα μέσα από φωτογραφίες συνοδευόμενες από πληροφορίες για τους καλλιτέχνες και την ημερομηνία κατά την οποία τεκμηριώθηκε.

Το γεγονός φωτογραφικής καταγραφής ενός αριθμού έργων μια δεδομένη χρονική στιγμή, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός στρώματος σε αυτό που προσδιορίζεται ως αστική στρωματογραφία. Με εναρκτήριο σημείο το στρώμα αυτό του αστικού τοπίου, η πλατφόρμα αποσκοπεί στην καταγραφή των εναλλαγών που θα επέλθουν σε επόμενα στάδια τεκμηρίωσης με το πέρασμα του χρόνου, καθώς ολοένα και περισσότερα στρώματα θα προστίθενται. Κάθε φωτογραφία ενός έργου που αναρτάται στην πλατφόρμα παρουσιάζεται ως ένα ψηφιακό αποτύπωμα στον χάρτη της πόλης, διαμορφώνοντας ταυτόχρονα ένα χρονοδιάγραμμα για το κάθε έργο κάθε φορά που τεκμηριώνεται φωτογραφικά εκ νέου. Αυτό δίνει την ευκαιρία στους επίδοξους επισκέπτες της πλατφόρμας να εξετάσει έργα τέχνης και έργα graffiti, τον τρόπο με τον οποίο αυτά μεταβάλλονται στο χρόνο, ενώ παρέχει και τη δυνατότητα να τεκμηριωθούν έργα τα οποία ενδέχεται να έχουν καταστραφεί ή να έχουν αντικατασταθεί από νέα.



Εικόνα 4: Στρωματογραφία τοίχου (τομή) από Αμβούργο, Γερμανία.

7. Η ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΚΟΙΝΟΥ

Η αλληλεπίδραση με το κοινό της τέχνης του δρόμου στην περίπτωση των Urban Layers αποτελεί σημαντικό παράγοντα, καθώς στην περίπτωση της τέχνης στο δημόσιο χώρο, ο καθένας μπορεί να έλθει σε επαφή με την τέχνη αυτή, να επηρεαστεί και μπορεί να γίνει μέρος ενός διαλόγου στο δημόσιο χώρο. Οποιοσδήποτε χρήστης του διαδικτύου μπορεί να αποτελέσει μέρος αυτής της διαδικασίας καθώς μπορεί να καταγράψει ένα δημόσιο έργο τέχνης και μαζί με τη γεωγραφική του τοποθεσία και να το καταχωρήσει στην πλατφόρμα μέσω μιας απλής διαδικασίας. Με άλλα λόγια καθένας μπορεί να γίνει graffiti hunter σε ψηφιακό περιβάλλον.

8. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ PORTFOLIO ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΩΝ

Ένα άλλο χαρακτηριστικό της πλατφόρμας είναι το portfolio καλλιτεχνών, αφού όλα τα έργα ενός καλλιτέχνη παρουσιάζονται στην ίδια σελίδα της πλατφόρμας ως επισκόπηση. Οι χρήστες έχουν την ευκαιρία να πληροφορηθούν για το κάθε έργο και την τοποθεσία αυτού και αν το επιθυμεί να μεταβεί σε άλλες περιοχές του χάρτη και να παρακολουθήσει την δραστηριότητα του καλλιτέχνη που το δημιούργησε.

9. ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Αναγνωρίζοντας την κοινωνική διάσταση της τέχνης του δρόμου η ομάδα Urban Layers προωθεί την διάδοση αυτής μέσα από συμμετοχικές διαδικασίες. Περιηγήσεις στην τέχνη του δρόμου της πόλης πραγματοποιούνται στα πλαίσια της δράσης της ομάδας, προκειμένου να επικοινωνηθούν οι αξίες της τέχνης του δρόμου και να υπάρξει μια αμφίδρομη ανταλλαγή πληροφοριών που να συμβάλει στο διάλογο για μια δημόσια τέχνη που να δημιουργείται από και για την κοινωνία. Ακόμη, μέσα από εκπαιδευτικά προγράμματα τα οποία διαμορφώνονται, δίνεται η ευκαιρία σε ένα ευρύτερο κοινό να έρθει σε επαφή με την τέχνη του δρόμου, να ευαισθητοποιηθεί σε θέματα που αφορούν την δημιουργία της και να γίνει μέρος αυτής της

διαδικασίας. Μέσα από τα εκπαιδευτικά προγράμματα των Urban Layers, οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να έρθουν σε επαφή με την κοινωνική διάσταση της τέχνης του δρόμου, να αποκτήσουν κριτική σκέψη και αναπτύξουν την δημιουργικότητά τους.



Εικόνες 5,6: Δράσεις για το ευρύ κοινό, εκπαιδευτικό πρόγραμμα στο 3ο Δημοτικό σχολείο Καλύμνου(αριστερά) και το Γυμνάσιο ΛΤ Χάλκης(δεξιά).

10. ΝΕΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Είναι γεγονός πως οι τεχνολογικές καινοτομίες δομούν ένα νέο πλαίσιο μέσα στο οποίο η κοινότητα ή το μεμονωμένο άτομο καλείται να επαναφέρει στη μνήμη του το παρελθόν, ενώ παράλληλα παρέχονται νέα εργαλεία οργάνωσης της μνήμης. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η διαδικασία της μνήμης και της ανάκλησης πληροφοριών μετατοπίζεται από πρακτικές που θέτουν στον πυρήνα τους μια κεντρική πηγή (source-oriented practices) σε πρακτικές που πηγάζουν από τις ανάγκες του ίδιου του χρήστη (use-oriented practices). Αυτή η αλλαγή ισορροπίας σηματοδοτείται από τον όρο "dynarchive" τον οποίον εισήγαγε στη βιβλιογραφία ο Wolfgang Ernst [20, 21] για να δηλώσει ακριβώς αυτόν τον νέο τύπο οργάνωσης της πληροφορίας, ο οποίος στηρίζεται, από τη μία σε συμμετοχικές πρακτικές, και από την άλλη στη δυνατότητα του διαδικτύου να δομήσει ένα ψηφιακό πεδίο συνεργασίας και πολυφωνίας [22]. Με τη χρήση των ψηφιακών αρχείων μηδενίζεται η απόσταση μεταξύ της μνήμης και του παρόντος, καθώς όλα τα υπάρχοντα δεδομένα μετατρέπονται αμέσως σε αρχειακές εγγραφές και αντίστροφα.

Το ερώτημα που προκύπτει είναι πώς μπορεί αυτό να εφαρμοστεί σε μια ολόκληρη αστική βάση, τι προδιαγραφές πρέπει να πληροί η συγκέντρωση των δεδομένων και με ποιο τρόπο αυτά μπορούν να διαχειριστούν. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τέτοιου είδους προβλήματα, το ενδιαφέρον στρέφεται στη διεύρυνση της διαδικασίας αρχειοθέτησης σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών μέσω μιας «Υποπονημένης Διαδικασίας Χαρτογράφησης». Με τη δημιουργία ενός συνόλου οδηγιών που πρέπει να ακολουθηθούν για τη συμπλήρωση του περιεχομένου της πλατφόρμας, η συλλογή και καταγραφή των δεδομένων που απαιτούνται καθίσταται πιο αποτελεσματική.

Πέραν τούτου, μια έρευνα για την τέχνη του δρόμου, θα πρέπει να αναπτύξει δεδομένα που να ισχύουν για διάφορους σκοπούς, συμπεριλαμβανομένης της λογικής της εκπαίδευσης του κοινού και των επιδιώξεων της κοινότητας. Στόχος της ομάδας είναι η ανάπτυξη ενός δικτύου επικοινωνίας αναφορικά με την τέχνη του δρόμου, εξετάζοντας το κοινωνικοπολιτικό πλέγμα του οποίου αυτή αποτελεί μέρος και τις τεχνικές πλευρές της, η διατήρηση της τεκμηριωμένης εικόνας της και του τρόπου με τον οποίον αυτή μεταβάλλεται στο χρόνο και, τέλος, η διάδοση της προσέγγισης αυτής προς όλους όσους ενδιαφέρονται να συμμετάσχουν.

11. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η είσοδος νέων τεχνολογιών στην καθημερινότητα παρέχει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων που στην περίπτωση των Urban Layers είχε ως αποτέλεσμα το σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας πλατφόρμας ψηφιακής καταγραφής και τεκμηρίωσης της τέχνης του δρόμου. Για τους συντηρητές έργων τέχνης μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για την εξέταση και τεκμηρίωση τέτοιων μορφών τέχνης, καθώς πέραν της απλής φωτογραφικής τεκμηρίωσης, παρέχει την δυνατότητα παρακολούθησης της κατάστασης διατήρησης ενός έργου στην πορεία του χρόνου, μέσω ενός διαρκώς ενημερωμένου χρονοδιαγράμματος. Επιπλέον, η εφαρμογή ενός μεγάλου εύρους υλικών και τεχνικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή δημιουργεί ένα μεγάλο πεδίο διερεύνησης αυτών, καθώς και του τρόπου με τον οποίο επηρεάζονται από τους διάφορους φθοροποιούς παράγοντες.

Απώτερος σκοπός είναι η έκφραση ανησυχίας και η ενασχόληση όχι μόνο από τους συντηρητές, αλλά και από οποιαδήποτε άλλη ομάδα που μπορεί να εκδηλώσει το ενδιαφέρον αυτό και να μπει στη διαδικασία να εξετάσει και να τεκμηριώσει την τέχνη στον δημόσιο χώρο, τροφοδοτώντας το ψηφιακό αυτό αρχείο σε μια αστική βάση, στο οποίο μπορεί να συνεισφέρει και να έχει πρόσβαση ο καθένας. Μια τέτοια διαδικασία μπορεί να λειτουργήσει ως γέφυρα μεταξύ των εκάστοτε φορέων και της κοινότητας, να προωθήσει την καλλιτεχνική δημιουργία στον δημόσιο χώρο και να περιλάβει και τη διατήρηση αυτής μέσω ενός διαρκούς διαλόγου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] J. Levin, L. Folgarait, W. Shank, W. Healy and A. Garfinkle, Preserving Art in Public Places: A Discussion about Mural Painting and Conservation, Getty Conservation Institute Newsletter, 2003, Vol. 18, No. 2, http://www.getty.edu/conservation/publications/newsletters/18_2/feature.html
- [2] R. Harrison, Heritage: Critical approaches, New York 2013
- [3] T.W. Drescher, Priorities in Conserving Community Murals, Los Angeles 2003
- [4] C. Campbell, "Minor Marks and Modifications: Foot traffic", TransculturAI, Vol. 6, No. 1, 2014
- [5] C. Cowich, "Preserving Street Art: Uncovering the Challenges and Obstacles", Art Documentation: Journal of the Art Libraries Society of North America, Vol. 34, No. 1, 2015
- [6] A. Garfinkle, The Legal and Ethical Consideration of Mural Conservation: Issues and Debates, Los Angeles 2003
- [7] R. Masilamani, Documenting Illegal Art', Art Documentation: Journal of the Art Libraries Society of North America, 2008, Vol. 27, No. 2, 2008
- [8] Henry Chalfant: Henry Chalfant's online graffiti archives
- [9] A. T. Tatum, Graffiti: when preservation's foe becomes its focus (Part 1&2), 19 August 2011, <http://tatumtaylor.com/2011/08/19/graffiti-when-preservation-foe-becomes-its-focus-part-1/> (τελευταία πρόσβαση 08/04/2024)
- [10] S. McDonald, A Companion to Museum Studies, Massachusetts 2016
- [11] H.W. Samuels, Who Controls the Past?', American Archivist, Vol. 49, No. 2, 1986
- [12] P. Nora, "Between Memory and History: Les Lieux de Mémoire", Representations, No. 26, 1989
- [13] M. Foucault, Language, Counter-Memory, Practice: Selected Essays and Interviews, New York 1977

[14] K. Foote, "To Remember and Forget: Archives, memory and culture", *American Archivist*, Vol. 53, No. 3, 1990

[15] L. L. Gaillet, "(Per)Forming Archival Research Methodologies", *College Composition and Communication*, Vol. 64, No.1, 2012

[16] C. Patterson, "Perceptions and Understandings of Archives in the Digital Age", *American Archivist*, Vol. 79, No. 2, 2016

[17] J. Schalansky, *An Inventory of Loses*, New York 2020

[18] H.K. Welch, *Los Angeles Historic Resource Survey Assessment Project, Summary Report*, Los Angeles 2001

[19] S. Giller, "Graffiti: Inscribing Transgression on the Urban Landscape", *Hip-Hop Network*, Vol. 25, September 2005

[20] W. Ernst, *Digital Memory and the Archive*, Minneapolis 2013

[21] W. Ernst, "The Archive as Metaphor: From archival space to archival time", *Open! Platform for Art, Culture and the Public Domain*, 2004.

[22] S. Lubar, "Information Culture and the Archival Record," *American Archivist*, Vol. 62, 1999

«ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΓΙΑ ΠΑΙΔΙΑ» ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΙΝΑΚΟΘΗΚΗΣ

Ε. Καβαλιεράτου¹

¹Εθνική Πινακοθήκη – Μουσείο Αλεξάνδρου Σούτσου

Περίληψη

Η τεχνολογία αποτελεί πια αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής ζωής των παιδιών και των νέων και αλλάζει τον τρόπο που τα παιδιά ζουν και μαθαίνουν στο σχολείο, στο παιχνίδι, ακόμα και στο μουσείο, ιδιαίτερα μετά την περίοδο της πανδημίας. Το ευρύ κοινό ενδιαφέρεται να μάθει για όσα συμβαίνουν στον «αθέατο κόσμο» των μουσείων και ιδιαίτερα στα εργαστήρια συντήρησης. Ο εκπαιδευτικός ιστοχώρος «Συντήρηση για παιδιά», είναι προσβάσιμος από τον ιστοχώρο της Εθνικής Πινακοθήκης, αφορά στη συντήρηση των έργων τέχνης και έχει κύριο στόχο να προβληθούν ο ρόλος και οι δραστηριότητες των εργασιών συντήρησης, ο αθέατος κόσμος του μουσείου στο ευρύ κοινό και συγκεκριμένα σε παιδιά ηλικίας 9-11 ετών. Η δημιουργία του συγκεκριμένου ιστοχώρου ήταν πρωτοποριακή λόγω της μεθοδολογίας του συμμετοχικού σχεδιασμού (participatory design) που εφαρμόστηκε, αλλά και διότι σπάνια προβάλλεται ο τομέας της Συντήρησης των έργων τέχνης στο ευρύ κοινό και ιδιαίτερα σε παιδιά.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια είναι ταχύτερη και συνεχής η εξάπλωση των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας στο χώρο του πολιτισμού. Παράλληλα, η τεχνολογία αποτελεί πια αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής ζωής των παιδιών και των νέων και αλλάζει τον τρόπο που τα παιδιά ζουν και μαθαίνουν στο σχολείο, στο παιχνίδι, ακόμα και στο μουσείο, ιδιαίτερα μετά την περίοδο της πανδημίας.

Η «Συντήρηση για παιδιά» είναι ένας εκπαιδευτικός ιστοχώρος¹ που αφορά στη συντήρηση των έργων τέχνης και έχει κύριο στόχο να προβληθούν ο ρόλος και οι δραστηριότητες των εργασιών συντήρησης, ο αθέατος κόσμος του μουσείου, στο ευρύ κοινό και συγκεκριμένα σε παιδιά (ηλικίας 9-11 ετών). Η ψηφιακή εφαρμογή περιλαμβάνει πληροφορίες που αφορούν γενικά στα υλικά κατασκευής των έργων τέχνης και τους παράγοντες φθοράς, αλλά κυρίως εστιάζει στα εργαστήρια συντήρησης και φυσικοχημικών ερευνών της Εθνικής Πινακοθήκης. Η δημιουργία του συγκεκριμένου ιστοχώρου ήταν πρωτοποριακή λόγω της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε για τον σχεδιασμό, αλλά και διότι σπάνια προβάλλεται ο τομέας της Συντήρησης των έργων τέχνης στο ευρύ κοινό και ιδιαίτερα σε παιδιά.

2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Στην Εθνική Πινακοθήκη, το καλοκαίρι του 2006, μαθητές ηλικίας περίπου 11 ετών (ε' και στ' δημοτικού) συμμετείχαν σε εκπαιδευτικές δράσεις που πραγματοποιήθηκαν με στόχο τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός ψηφιακού εκπαιδευτικού προγράμματος για τη συντήρηση των έργων τέχνης που να ενδιαφέρει τους ίδιους και τους συνομήλικούς τους.

Κατά τη διάρκεια των συναντήσεων, αρχικά, τα παιδιά ξεναγήθηκαν στους εκθεσιακούς χώρους της μόνιμης συλλογής (Εικόνα 1) και στη συνέχεια βρέθηκαν στα «παρασκήνια» του μουσείου, σε χώρους που δεν είναι προσβάσιμοι στο ευρύ κοινό. Στα εργαστήρια Συντήρησης έργων τέχνης της Εθνικής Πινακοθήκης τα παιδιά μπόρεσαν να συνομιλήσουν με τους συντηρητές έργων τέχνης. Τους δόθηκε η δυνατότητα να μάθουν για τα υλικά

¹<https://conservation.nationalgallery.gr/Education.aspx?cul>

κατασκευής των έργων τέχνης, τους παράγοντες φθοράς τους, για τα μέτρα προστασίας που είναι απαραίτητα να λαμβάνονται κατά τη διάρκεια των εργασιών συντήρησης. Τα παιδιά μπόρεσαν να δουν και να χειριστούν εργαλεία που χρησιμοποιούν οι συντηρητές κατά τη διάρκεια των εργασιών. Επίσης, στο εργαστήριο φυσικοχημικών ερευνών συνομίλησαν με τους ερευνητές και τη χημικό σχετικά με την έρευνα που πραγματοποιείται στα έργα τέχνης και πολλές φορές βοηθά στην αποκάλυψη «κρυμμένων μυστικών» των έργων.

Στις προτελευταίες συναντήσεις τα παιδιά χρησιμοποιώντας χρωματιστά χαρτιά, post-it, μαρκαδόρους κλπ, έφτιαξαν μακέτες για την παρουσίαση του κάθε εργαστηρίου, αλλά και παιχνιδιών για τη συντήρηση έργων τέχνης. Σε πρότυπα «χαμηλής πιστότητας» (low tech prototypes) έγινε η χαρτογράφηση της ιδέας και σχεδιασμός του ιστοχώρου (Εικόνα 2) [1]. Πιλοτικά εφαρμόστηκε η μεθοδολογία του «συμμετοχικού σχεδιασμού» (participatory design) [2], όπου συμμετείχαν 4 παιδιά και 1 ενήλικος, και το αποτέλεσμα ήταν ιδιαίτερα επιτυχημένο [3].



Εικόνα 1: Εκθεσιακός χώρος Εθνικής Πινακοθήκης, πρώτη συνάντηση ομάδας συμμετοχικού σχεδιασμού (καλοκαίρι 2006)



Εικόνα 2: Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης «χαμηλής πιστότητας» του εκπαιδευτικού ιστοχώρου για τη συντήρηση των έργων τέχνης.

3. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ψηφιακή Σύγκλιση» (ΕΣΠΑ 2007-2013), το 2009, η Εθνική Πινακοθήκη κατέθεσε πρόταση για την ένταξη της υλοποίησης με τίτλο: «Η ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ ΤΗΝ ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΟΧΗ – ΕΜΠΕΙΡΙΑ, ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ, ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ» (κωδ: MIS 292789) και συμπεριλήφθηκε ο εκπαιδευτικός ιστοχώρος. Η εταιρεία Optimedia Interactive Systems ανέλαβε την υλοποίηση, τον Μάρτιο του 2012, που εγκρίθηκε η σχετική χρηματοδότηση. Στο τέλος του 2013 ολοκληρώθηκε η υλοποίηση και η ψηφιακή

εφαρμογή για τη συντήρηση των έργων τέχνης ξεκίνησε να είναι διαθέσιμη μέσω του ιστοχώρου της Πινακοθήκης. Στη συνέχεια έγινε αξιολόγηση της ψηφιακής εφαρμογής, πραγματοποιήθηκαν τροποποιήσεις και ξεκίνησε η λειτουργία του εκπαιδευτικού ιστοχώρου.

Το 2020, λόγω της Πανδημίας κορυφώθηκε η ταχύτητα και συνεχής εξάπλωση των τεχνολογιών και η χρήση του διαδικτύου που είχε παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια. Για να μπορέσει η «Συντήρηση για παιδιά» να λειτουργήσει σε ταμπλέτες (tablets) και έξυπνα τηλέφωνα (smartphones), έγιναν οι απαραίτητες διορθώσεις και τροποποιήσεις. Το 2021 έγινε επαναξιολόγηση και μέσα στο 2022 ο εκπαιδευτικός ιστοχώρος πρόκειται να ακολουθήσει τη «ΝΕΑ ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΘΝΙΚΗ ΠΙΝΑΚΟΘΗΚΗ» - τις νέες ψηφιακές εφαρμογές και το νέο ιστοχώρο της Εθνικής Πινακοθήκης.

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΙΣΤΟΧΩΡΟΥ

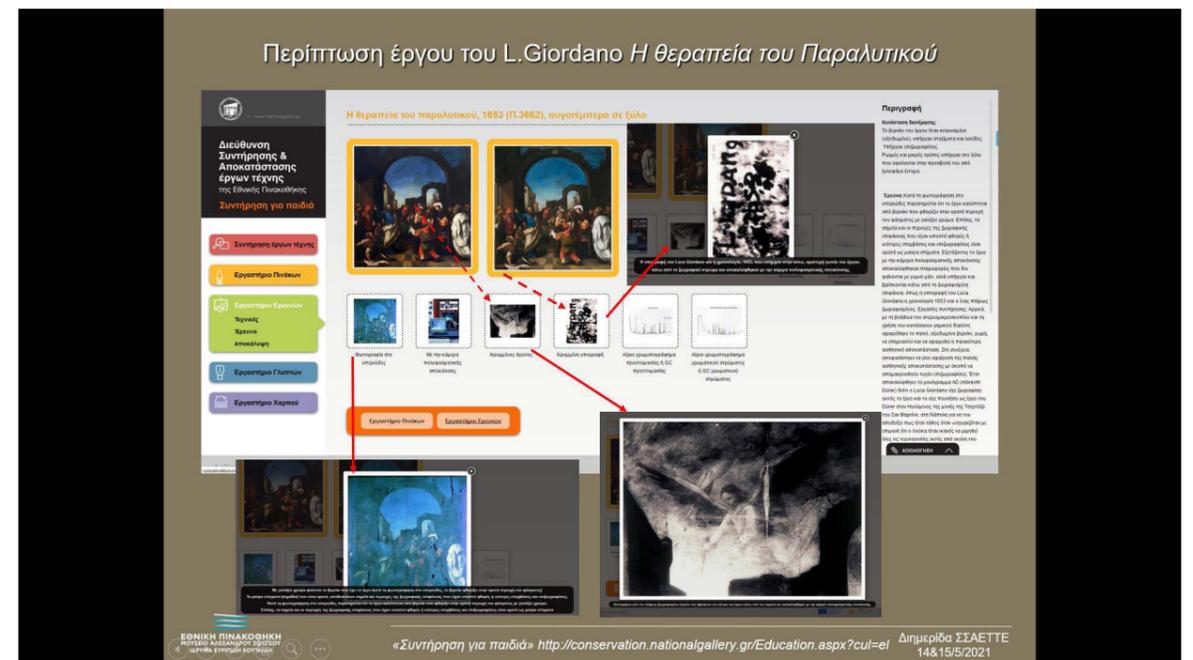
Ο ιστοχώρος υλοποιήθηκε από την εταιρεία πληροφορικής σε συνεργασία με την Εθνική Πινακοθήκη και βασίστηκε στο «εικονογραφημένο σενάριο» και στη δομή πλοήγησης που είχε δημιουργήσει η ομάδα συμμετοχικού σχεδιασμού σε «πρωτότυπα χαμηλής και υψηλής πιστότητας».

Η «Συντήρηση για παιδιά» περιλαμβάνει μια αρχική σελίδα (Εικόνα 3) με γενικές πληροφορίες για τη Συντήρηση (τα υλικά κατασκευής και τους παράγοντες φθοράς των έργων τέχνης) και ξεχωριστές σελίδες για κάθε ένα από τα τέσσερα εργαστήρια συντήρησης της Εθνικής Πινακοθήκης. Επίσης, στον ιστοχώρο παρουσιάζονται τεχνικές συντήρησης και δίνεται η δυνατότητα επιλογής περιπτώσεων συντήρησης επιλεγμένων έργων από τη συλλογές της Εθνικής Πινακοθήκης. Η τεκμηρίωση γίνεται με σχετικά απλοποιημένα κείμενα και φωτογραφικό υλικό από τα στάδια συντήρησης και έρευνας που έχουν πραγματοποιηθεί στα έργα (Εικόνα 4).

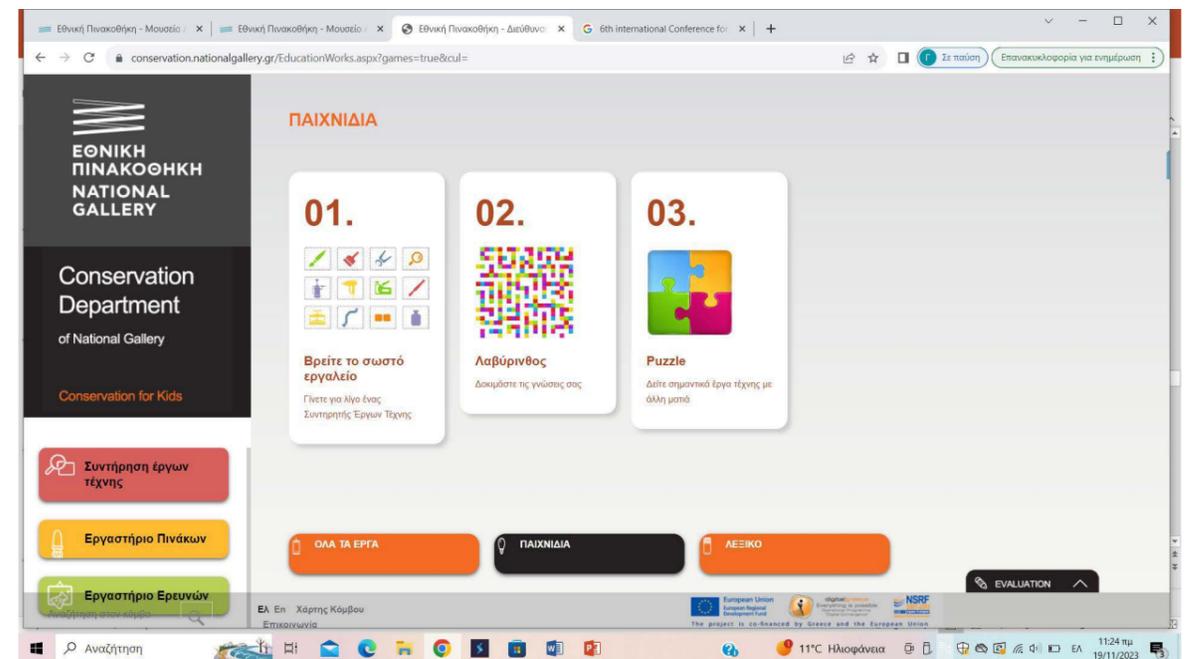
Στον εκπαιδευτικό ιστοχώρο έχουν συμπεριληφθεί και τρία διαδραστικά παιχνίδια: «Βρείτε το σωστό εργαλείο», «Λαβύρινθος» και «Puzzle» (Εικόνα 5) βασισμένα στην επιθυμία των παιδιών και είχαν προκύψει μετά από τη διαδικασία του «καταιγισμού ιδεών» εμπνευσμένα από τις επισκέψεις τους στα εργαστήρια συντήρησης. Ένα «λεξικό» με όρους που αφορούν στη Συντήρηση και στα υλικά κατασκευής των έργων τέχνης συμπεριλαμβάνεται με γλώσσα απλοποιημένη ώστε δύσκολες έννοιες να γίνουν πιο κατανοητές στα παιδιά.



Εικόνα 3: Αρχική Σελίδα



Εικόνα 4: Περίπτωση έρευνας και συντήρησης έργου του Luca Giordano, Η Θεραπεία του παραλυτικού.



Εικόνα 5: Διαδραστικά παιχνίδια

5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στον ιστοχώρο υπήρχε εξ αρχής η δυνατότητα «Αξιολόγησης» μέσω συγκεκριμένων ερωτήσεων. Τα σχόλια των επισκεπτών – αξιολογητών λήφθηκαν υπόψη και υλοποιήθηκαν οι πρώτες διορθώσεις του εκπαιδευτικού ιστοχώρου. Με την πάροδο του χρόνου και τη ραγδαία εξέλιξη των νέων τεχνολογιών και τη χρήση ταμπλετών (tablets), έξυπνων τηλεφώνων (smartphones) κλπ., από τα παιδιά ο εκπαιδευτικός ιστοχώρος επαναξιολογείται και γίνεται προσπάθεια τροποποιήσεων και αλλαγών, ώστε να βελτιωθεί και ίσως να μπορέσει να ακολουθήσει τις απαιτήσεις της νέας εποχής.



Εικόνα 6: Κατά τη διάρκεια αξιολόγησης του εκπαιδευτικού ιστοχώρου (2021)

6. ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΟΙΝΟΥ

Η εμπειρία μας στο μουσείο έχει δείξει ότι το ευρύ κοινό ενδιαφέρεται να μάθει για όσα συμβαίνουν στον «αθέατο κόσμο» των μουσείων. Η ανταπόκριση του κοινού είναι μεγάλη κάθε φορά που πραγματοποιούνται δράσεις σε εργαστήρια συντήρησης έργων τέχνης. Σχετικά με την εκπαιδευτικό ιστοχώρο «Συντήρηση για παιδιά», από τη αρχή της λειτουργίας μέχρι και σήμερα, όσες φορές έχει γίνει κάποια παρουσίαση, σε συνέδρια ή ημερίδες, δημοσίευση σε περιοδικό, δημοσίευση στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (π.χ., facebook), έχει παρατηρηθεί επισκεψιμότητα στον ιστοχώρο και περιήγηση στις ψηφιακές εφαρμογές. Γενικά τον ιστοχώρο επισκέπτεται εξειδικευμένο κοινό, παιδιά και ενήλικοι που σχετίζονται με μουσεία και το χώρο της συντήρησης έργων τέχνης.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Η πρόσβαση στον «αθέατο κόσμο» και ιδιαίτερα στα εργαστήρια Συντήρησης των έργων τέχνης ενδιαφέρει του ευρύ κοινό, είτε με διαδικτυακές, είτε με δια ζώσης δράσεις. Μελλοντικά, η Εθνική Πινακοθήκη έχει σκοπό να πραγματοποιήσει ανοιχτές δράσεις που αφορούν σε αυτόν τον τομέα. Εκπαιδευτικά προγράμματα για παιδιά και ενήλικες προκειται να υλοποιηθούν στους νέους χώρους της Πινακοθήκης.

Στον εκπαιδευτικό ιστοχώρο της «Συντήρηση για παιδιά» πρόκειται να γίνει ανανέωση του υλικού που περιλαμβάνεται και να παρουσιαστούν περισσότερα παραδείγματα από νέες περιπτώσεις συντήρησης. Επίσης, θα πραγματοποιηθούν αλλαγές σύμφωνα με τις παρατηρήσεις και τα σχόλια μετά από τελευταία αξιολόγηση των παιδιών. Ακόμα, πρόκειται να γίνει επικαιροποίηση – συγχρονισμός με τις λειτουργικές ανανεώσεις του γενικού ιστοχώρου της Πινακοθήκης και προσπάθεια ώστε η εφαρμογή να είναι λειτουργική εκτός από υπολογιστές σε tablets και σε κινητά τηλέφωνα.

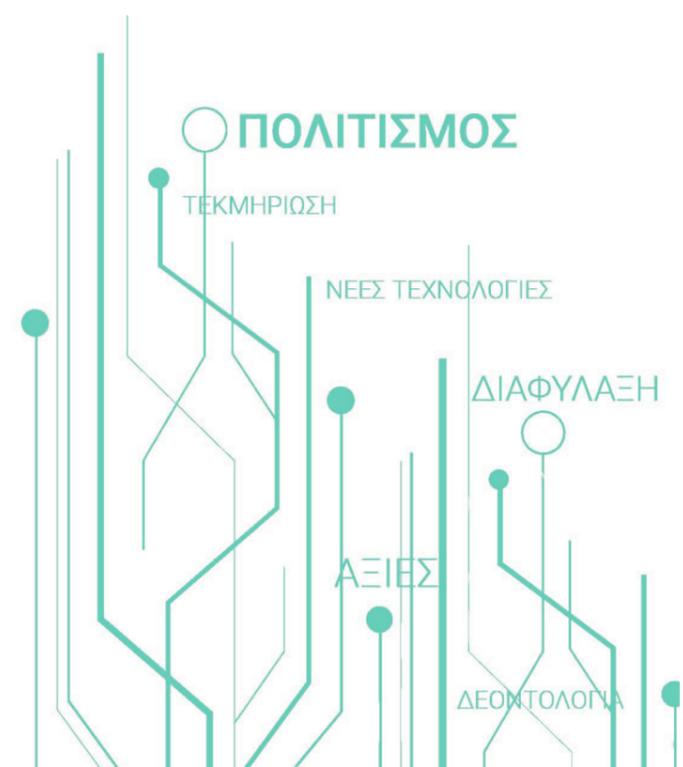
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Ε. Καβαλιεράτου, Σχεδιασμός Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Προγράμματος για τη Συντήρηση Έργων Τέχνης με τη βοήθεια του κοινού του, Μεταπτυχιακή εργασία εξειδίκευσης στο Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα «Μουσειακές Σπουδές», 2006, ΕΚΠΑ, Αθήνα.

[2] A. Druin, B. Bederson, A. Boltman, A. Miura, D. Knotts-Calahan and M.Platt, Children as Our Technology Design Partners, in Druin, A. ed. The Design of Children's Technology, 1999, Morgan Kaufmann, San Francisco, 51-72

[3] M. Roussou, E. Kavalieratou and M. Doulgeridis, Children Designers in the Museum: Applying Participatory Design for the Development of an Art Educational Program, ed M.Bekker, J.Robertson, J.Skot, Proceedings of the 6th international Conference for Interaction Design and Children, 2007, Aalborg, Denmark, 77-80.

Αναρτήσεις Διημερίδας



Η ΑΡΕΘΟΥΣΑ ΤΕΚΜΗΡΙΩΝΕΙ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΘΕΜΑΤΩΝ ΤΗΣ

Δ. Καραμουζάς¹

¹Συντηρητής αρχαιοτήτων ΕΦΑ Ευβοίας, Αρεθούσης & Κιαπέκου, 34100, Χαλκίδα

Με την κατασκευή του συγκροτήματος Αρέθουσα [1], δηλαδή του Νέου Αρχαιολογικού Μουσείου Χαλκίδας, των γραφείων, των εργαστηρίων συντήρησης και της κεντρικής αποθήκης της ΕΦΑ Ευβοίας και μέρος της μόνιμης έκθεσης το έτος 2015, ξεκινά να υλοποιείται η μουσειολογική [2] και μουσειογραφική εγκεκριμένη μελέτη και όλες εκείνες οι εργασίες της μόνιμης έκθεσης που ολοκληρώνεται στο τέλος του 2020. Για την τελική επιλογή των περίπου 850 εκθεμάτων υπήρχε μια μεγαλύτερη δεξαμενή από 1700 αντικείμενα, που κάθε ένα από αυτά διέθετε καταγεγραμμένα τα δικά του χαρακτηριστικά, όπως: αριθμός Μουσείου Χαλκίδας, φωτογραφία, προέλευση, θέση, χρονολογία, βιβλιογραφία κ. α., ταξινόμηση σε πρόγραμμα Microsoft Access η οποία είχε πραγματοποιηθεί τα έτη 2011-13, συμβάλλοντας τόσο στο σχεδιασμό, όσο και στην υλοποίηση της έκθεσης. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε ένα από καλύτερα εργαλεία διαχείρισης συνολικά των εκθεμάτων βοηθώντας, τη συγκέντρωση, ταξινόμηση, συντήρηση, επαγγελματική φωτογράφιση, τοποθέτηση, δηλαδή όλων εκείνων των πεδίων που εξυπηρέτησαν τις δεδομένες, αλλά και τις μελλοντικές απαιτήσεις [3], της ΕΦΑ Ευβοίας.

Από την άλλη μεριά στον τοπικό διακομιστή της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας μπορεί κανείς να διατρέξει σε φακέλους περίπου όλων των εκθεμάτων που δείχνουν εργασίες πριν κατά τη διάρκεια και το τέλος της συντήρησής των, αλλά και εκείνων που αφορούν την απόσπαση, μεταφορά και επανατοποθέτησή τους στη νέα τους θέση στο Μουσείο. Όσο αφορά τα δελτία συντήρησης των αντικειμένων επεξεργάστηκαν σε πρόγραμμα Microsoft Office Excel με διαφορετικές πληροφορίες, κοινές όμως για κεραμικά, μεταλλικά και μαρμάρια αντικείμενα, με δυνατότητα γρήγορης αναζήτησης. Κάθε ένα από αυτά, απαρτίζεται από στοιχεία ταυτότητας, τεχνολογίας κατασκευής, προηγούμενες επεμβάσεις συντήρησης, κατάσταση διατήρησης, σχεδιαστική τεκμηρίωση της παθολογίας του αντικειμένου, τις επεμβάσεις συντήρησης και τις προτεινόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η καταγραφή [4] υλοποιείται με τη μορφή πολλαπλών επιλογών [5]. Σημαντική παράλληλα συμβολή αποτελεί το επαγγελματικό, φωτογραφικό και οπτικοακουστικό αρχείο των εκθεμάτων, αλλά και επιλεγμένων γεγονότων όπως η απόσπαση και εκ νέου τοποθέτηση γλυπτών ιδιαίτερου βάρους.

Οι ιδανικές συνθήκες διατήρησης τόσο των εκθεμάτων όσο και του αποθηκευτικού υλικού, επιτυγχάνεται με κεντρικό σύστημα διατήρησης BMS (Building Management System) της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας σε όλους τους χώρους του Μουσείου. Ιδιαίτερα είναι εξοπλισμένες με αυτόνομο σύστημα υποβοηθούμενου μηχανικά, οι προθήκες της έκθεσης με μεταλλικά αντικείμενα, της προθήκης του υφάσματος από το Λευκαντί, καθώς και της ντουλάπας φύλαξης μεταλλικών αντικειμένων στην αποθήκη του Μουσείου. Ειδικά για τον έλεγχο θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας υπάρχει φορητό καταγραφικό [6] το οποίο είναι προγραμματισμένο να λαμβάνει μετρήσεις ανά 8 ώρες, για πολύ μεγάλα χρονικά διαστήματα, να τις αποθηκεύει ηλεκτρονικά και να ελέγχει την ορθότητα των θερμοδρογράφων.

Είναι σημαντικό γεγονός οι εργασίες συντήρησης των εκθεμάτων να αποτυπώνονται και να αποθηκεύονται σε ψηφιακή μορφή. Όταν το πλήθος όλων των εργασιών ταξινομείται μέσα από την οργάνωση συνεισφέρονται πολλά πλεονεκτήματα τόσο στο έργο τέχνης, όσο και στον συντηρητή του μέλλοντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Π. Καλαμαρά κ.ά. 2015, Η πόλη της Χαλκίδας, ΕΦΑ Ευβοίας, ΥΠΠΟΑ, σελ. 71

[2] Αρχαιολογικό Μουσείο Χαλκίδας "Αρέθουσα", 2015, Χαλκίδα, www.culture.gov.gr/DocLib/MOYSEIOLOGIKI_KEIMENO.pdf

[3] Μ. Σταυρόπουλος, Συγκριτική Εφαρμογή δομών δεδομένων, ως προς τις οντότητες περιεχομένου, 2019, ΑΠΘ Μεταπτυχιακή εργασία, σελ. 147

[4] Μ. Χατζηδάκη, Η αναγκαιότητα της τεκμηρίωσης των εργασιών συντήρησης. Η τεκμηρίωση της συντήρησης και η συντήρηση της τεκμηρίωσης. Συντήρηση και έκθεση συντηρημένων έργων, Ημερίδα 29.1.2003, 2005, ΥΠΠΟΤ, Βυζαντινό και Χριστιανικό Μουσείο.

[5] Δ. Καραμουζάς, Οι Ευβοϊκές αρχαιότητες παίρνουν θέση στην Αρέθουσα. Συντήρηση εκθεμάτων στο νέο αρχαιολογικό μουσείο Χαλκίδας, 2019 (υπό έκδοση), Διημερίδα 30-31 Οκτωβρίου 2019, ΕΦΑ Ευβοίας, ΥΠΠΟΤ

[6] Tiny tag plus 2 (-25 σε +85°C, 0 σε 100% RH)

Η ΧΡΥΣΗ ΠΡΟΤΟΜΗ ΤΟΥ ΣΕΠΤΙΜΙΟΥ ΣΕΒΗΡΟΥ ΣΤΟ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ. Η ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ.

**Ε. Λαϊνίδου¹, Μ. Δάρρα¹, Ε. Σέγλια¹, Ι. Κουκή¹, Α. Χριστοφόρου¹, Ε. Γκουντάκου¹,
Χ. Αραμπατζής¹**

¹Εφορεία Αρχαιοτήτων Ροδόπης - Αρχαιολογικό μουσείο Κομοτηνής

Η χρυσή προτομή του Ρωμαίου αυτοκράτορα Σεπτίμου Σεβήρου (193-211 μ.Χ.) από την Πλωτινόπολη Διδυμοτείχου αποτελεί εμβληματικό έκθεμα του Αρχαιολογικού Μουσείου της Κομοτηνής και ένα από τα καλύτερα διατηρημένα ευρήματα του είδους του παγκοσμίως. Η παρούσα επιτοίχια ανάρτηση παρουσιάζει τις δύο μεθόδους τρισδιάστατης ψηφιακής αποτύπωσης που εφαρμόστηκαν στο αντικείμενο κατά το 2019 (στα πλαίσια σύμβασης της ΕΦΑ Ροδόπης - ΑΔΑ: 78ΨΩ4653Π4-3Ε6- με τον κ. Νικόλαο Παντελαίο), προκειμένου να δημιουργηθεί μελλοντικά αντίγραφο του προς έκθεση.

Οι μέθοδοι αυτοί είναι: 1) Η ψηφιακή σάρωση με laser Handyscan [1,2], όπου η αποτύπωση του όγκου γίνεται με τη πρόσπτωση ακτίνων laser, σε επιλεγμένες συχνότητες, σε διασταύρωση και η αντιγραφή της αντανάκλασής της από στερεοσκοπικές κάμερες, 2) η σάρωση με δομημένο φωτισμό Imetric όπου η αποτύπωση του όγκου γίνεται με τη πρόσπτωση λευκού φωτός χαμηλής συχνότητας, σε κάθετες λεπτές γραμμές, με εναλλαγή χρονικού μοτίβου, λευκού – μαύρου [3,4]. Στην περίπτωση της ψηφιακής σάρωσης με laser, η αντανάκλαση της φωτεινής πηγής στην επιφάνεια του χρυσού αντικείμενου απαιτούσε ειδική επικάλυψη της προτομής, μια επεμβατική μέθοδος που απορρίφθηκε, και η αναζήτηση μιας μη επεμβατικής μεθόδου οδήγησε στην επιλογή της σάρωσης με δομημένο φωτισμό. Η ιδιαιτερότητα της τεχνολογίας κατασκευής της χρυσής προτομής αποτέλεσε πρόκληση ως προς την αντιμετώπισή της, σύμφωνα με τα σύγχρονα ζητήματα της δεοντολογίας της Συντήρησης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Proto3000RP, Proto3000 3D Laser Scanners HandyScan Lineup, 2011, <https://www.youtube.com/watch?v=h-SeSTz3bo8> (τελευταία πρόσβαση 11/04/2024)
- [2] ImaqsGroup, HANDYSCAN revscan, 2008, <https://www.youtube.com/watch?v=07RbMuevnso> (τελευταία πρόσβαση 11/04/2024)
- [3] isodo3d, HP 3D Structured Light Scanner Pro S3, 2018, https://www.youtube.com/watch?v=Q4Np_KChKm8 (τελευταία πρόσβαση 11/04/2024)
- [4] Exact Metrology, Breuckmann White Light Scanners: An Introduction, 2011, <https://www.youtube.com/watch?v=PZwkdgRzinc> (τελευταία πρόσβαση 11/04/2024)

ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΤΟ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ

Ε. Μαντά¹, Ε. Καραντώνη¹

¹Αρχαιολογικό Μουσείο Αλεξανδρούπολης, ΕΦΑ Έβρου, Λ. Μάκρης 44, 68131, Αλεξ/πολη

Το Αρχαιολογικό Μουσείο Αλεξανδρούπολης άρχισε να οικοδομείται το 2013, ενώ η οργάνωση της μόνιμης έκθεσής του έχει ενταχθεί στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία 2014-2020» και βρίσκεται σε εξέλιξη. Στο πλαίσιο του προγράμματος αυτού πραγματοποιείται η συντήρηση κεραμικών, υάλινων, μεταλλικών, λίθινων και οστέινων αντικειμένων από την περιοχή του Έβρου.

Παρόλο που η μόνιμη έκθεσή του δεν έχει ολοκληρωθεί, το μουσείο υποδέχεται το κοινό κατά διαστήματα, καθώς στους χώρους του πραγματοποιούνται περιοδικές εκθέσεις, εκπαιδευτικά προγράμματα, ημερίδες και άλλες πολιτιστικές εκδηλώσεις.

Για να προβληθεί το έργο του επιστημονικού προσωπικού και να αναδειχθούν τα μελλοντικά εκθέματα του μουσείου αποφασίστηκε, μεταξύ άλλων, η δημιουργία ταινιών μικρού μήκους που αφορούν στη συντήρηση αντικειμένων της συλλογής. Πρωταρχικός στόχος είναι να έρθει το κοινό σε επαφή με το νεοσύστατο μουσείο και να παρακολουθήσει το ταξίδι των αρχαίων αντικειμένων, από τη διαδικασία συντήρησής τους στα εργαστήρια συντήρησης της Εφορείας Αρχαιοτήτων Έβρου, μέχρι την τοποθέτησή τους στις προθήκες της μόνιμης έκθεσης.

Όσον αφορά στις ταινίες, οι λήψεις έγιναν με φωτογραφική μηχανή Sony a58, ενώ για την επεξεργασία και το τελικό εξαγόμενο προϊόν χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Premiere Pro CC της Adobe. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να εισάγει targa, videos, φωτογραφίες και ήχο της αρεσκείας του και επεξεργάζοντάς τα να εξάγει το προϊόν που επιθυμεί.

Για τη ψηφιοποίηση των αντικειμένων με τη μέθοδο της φωτογραμμετρίας [1] χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Autodesk της Adobe, με φωτογραφικές λήψεις που έγιναν με κάμερα Sony a58. Για τα τρισδιάστατα γραφικά και τη φωτορεαλιστική απεικόνιση των αντικειμένων [2] χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Cinema 4D της Maxon που εξάγει φωτορεαλιστικά targa, τα οποία μετατρέπονται σε κίνηση. Μέσα από το πρόγραμμα το αντικείμενο αποκτά ύλη υπόσταση, αψηφά το νόμο της βαρύτητας και δίνει τη δυνατότητα τόσο στην επιστημονική ομάδα της Εφορείας όσο και στο κοινό να το προσεγγίσουν με διαφορετικό τρόπο, εστιάζοντας ο καθένας σε ό,τι τον ενδιαφέρει.

Τέλος, οι ήχοι που επένδυσαν τις ταινίες αντλήθηκαν από το YouTube και αφορούν κομμάτια κλασικής μουσικής παρελθόντων ετών που δεν εμπίπτουν πλέον σε πνευματικά δικαιώματα. Οι ταινίες αναρτήθηκαν στη σελίδα της Εφορείας στο Facebook και προσέλκυσαν το ενδιαφέρον του κοινού. Η Εφορεία Αρχαιοτήτων Έβρου ευελπιστεί η δράση αυτή να αποτελέσει ένα ακόμα βήμα για την ευαισθητοποίηση του κοινού και την προσέλκυση περισσότερων επισκεπτών στους χώρους του μουσείου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] T. Schenk, Introduction to Photogrammetry, Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science, 2005, The Ohio State University
- [2] E. Donadio, L. Sambuelli, A. Spanò and D. Picchi, Three-Dimensional (3D) Modelling and Optimization for Multipurpose Analysis and Representation of Ancient Statues, In Latest Developments in Reality-Based 3D Surveying and Modelling, Remondino, F., Georgopoulos, A., González-Aguilera, D., Agrafiotis, P. (Eds.), 2018, MDPI, Basel, Switzerland, σελ.95-118

ΨΗΦΙΑΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΝΤΟΙΧΙΩΝ ΨΗΦΙΔΩΤΩΝ ΤΗΣ ΕΦΟΡΕΙΑΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΠΟΛΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Π. Μάστορα¹, Μ. Κυρανούδη¹, Γ. Ζαχαροπούλου¹, Μ. Σταυρόπουλος²

¹Εφορεία Αρχαιοτήτων Πόλης Θεσσαλονίκης, Επταπύργιο ,Τ.Κ. 540 03 , Θεσσαλονίκη

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Θεολογίας, Τομέας Πληροφορικής Θεολογικών Δεδομένων

Από το 2018, η Εφορεία Αρχαιοτήτων Πόλης Θεσσαλονίκης υλοποιεί πρόγραμμα συστηματικής καταγραφής σπαραγμάτων εντοιχίων ψηφιδωτών που είτε προέρχονται από μνημεία αρμοδιότητάς της είτε αποτελούν ευρήματα ανασκαφικής έρευνας σε θέσεις εντός του πολεοδομικού συγκροτήματος [1]. Πολυάριθμα σπαραγμάτα ψηφιδωτών και πλήθος μεμονωμένων ψηφιδών φυλάσσονται σε αποθηκευτικούς χώρους της Εφορείας, καθώς και στο Μουσείο Βυζαντινού Πολιτισμού Θεσσαλονίκης. Το πλούσιο αυτό υλικό, μαζί με τα σωζόμενα κατά χώραν εντοιχία ψηφιδωτά, αποτελούν ένα σπουδαίο και αντιπροσωπευτικό δείγμα της τέχνης του ψηφιδωτού από τον 4ο έως τον 14ο αιώνα στην πόλη [2]. Η ανάγκη για συστηματική και τεκμηριωμένη καταγραφή και ταξινόμησή τους οδήγησε στον σχεδιασμό μίας εξειδικευμένης βάσης δεδομένων (Β.Δ.), ως αποτέλεσμα διεπιστημονικής συνεργασίας [3].

Άξονες και στόχοι του σχεδιασμού της Β.Δ. αποτέλεσαν: 1) Η μεθοδολογικά ορθή καταγραφή και κωδικοποίηση του πλήθους των δεδομένων, ώστε να διευκολύνεται η πρόσβαση του επιστημονικού προσωπικού της Εφορείας σ' αυτά, 2) Η εναρμονισμένη εισαγωγή δεδομένων από διαφορετικά επιστημονικά πεδία, όπως στοιχεία αρχαιολογικής τεκμηρίωσης, παρατηρήσεις κατασκευής, τεχνολογίας και τεχνοτροπίας, στοιχεία παθολογίας, πληροφορίες αρχαιοτέρων και νεοτέρων επεμβάσεων συντήρησης, 3) Η ορθολογική σχεδίαση της Β.Δ., ώστε να υπάρχει η δυνατότητα επέκτασής της σε βάθος χρόνου ικανοποιώντας νέες ανάγκες και καλύπτοντας πρόσθετα πεδία, 4) Η εύκολη πρόσβαση και χρήση της βάσης από το προσωπικό, χωρίς να απαιτούνται γνώσεις προγραμματισμού ή ιδιαίτερη τεχνολογική εξειδίκευση, 5) Η δυνατότητα υλικοτεχνικής υποστήριξης και η συντήρησή της, στο πλαίσιο της Εφορείας, 6) Η προοπτική αξιοποίησης των δεδομένων για την στατιστική μετ/επεξεργασία και ερμηνεία τους (όπως η συσχέτιση μεμονωμένων ψηφιδών με σπαραγμάτα ή ψηφιδωτά), με στόχο την εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων που προάγουν τη γνώση για την τέχνη του ψηφιδωτού.

Οι πληροφορίες που εισάγονται στη Β.Δ. αφορούν: α) τις ψηφίδες (είδος/υλικό, χρώμα, σχήμα, διαστάσεις, ποσότητα), β) τα κονιάματα (σύσταση, δομή υποστρώματος και τεχνικές εφαρμογής), γ) τα στάδια κατασκευής, το γραπτό προσχέδιο και τις ιδιαίτερες τεχνικές ψηφοθέτησης, δ) τις βυζαντινές επεμβάσεις συντήρησης, επισκευής ή/και ανακατασκευής των εντοιχίων ψηφιδωτών. Η καταγραφή και επεξεργασία των παραπάνω πληροφοριών αποτελεί απαρχή της περαιτέρω διεπιστημονικής μελέτης σε επιλεγμένα -βάσει προκαθορισμένων κριτηρίων- δείγματα, με την εφαρμογή αναλυτικών μεθόδων (ΟΜ, ΧRF, ΧRD, SEM-EDS κλπ.) για: α) τον φυσικοχημικό, μηχανικό και ορυκτολογικό χαρακτηρισμό των συστατικών υλικών των ψηφιδών και των κονιαμάτων, β) τη συγκριτική μελέτη ευρημάτων που προέρχονται από το ίδιο ή διαφορετικά διακοσμητικά σύνολα, και γ) την αξιολόγηση ειδικών ζητημάτων παθολογίας των υλικών κατασκευής, ως προαπαιτούμενο για τον σχεδιασμό εμπειριστατωμένης στρατηγικής διατήρησης των ψηφιδωτών που σώζονται κατά χώραν στα μνημεία της πόλης.

Για την υλοποίηση της Β.Δ. εξετάστηκαν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα διαφόρων λογισμικών ανοικτού ή κλειστού κώδικα, όπως η Microsoft SQL Server, η SQLite (και πιο φιλι-

κών εφαρμογών της, όπως η DB Browser for SQLite και SQLite Studio). Λαμβάνοντας υπόψη τον όγκο των δεδομένων και τις καταγραφείς ανάγκες από την διεπιστημονική ομάδα της Εφορείας επιλέχθηκε η χρήση, καταρχήν, της Microsoft Access. Παραμένει, ωστόσο, ανοιχτό το ενδεχόμενο αξιοποίησης ισχυρότερου λογισμικού, με στόχο την ανάπτυξη μίας ευρύτατης διαδικτυακής εφαρμογής, σε πανελλαδική κλίμακα καταχώρησης, επεξεργασίας και πρόσβασης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] P. Mastora, M. Kyranoudi and G. Zacharopoulou, Wall Mosaics of Thessaloniki: recording the art and technology of the archaeological findings, Proceedings of the 14th Conference of the Association Internationale pour l'Étude de la Mosaïque Antique (AIEMA), 15-19 October, 2018, Nicosia, Cyprus (υπό έκδοση)

[2] Π. Μάστορα, Εντοιχία ψηφιδωτά σε ανασκαφικά ευρήματα: ένας ανεκμετάλλετος θησαυρός αρχαιολογικών γνώσεων, 39ο Συμπόσιο της Χριστιανικής Αρχαιολογικής Εταιρείας, τεύχος περιλήψεων, 2019, Αθήνα, σελ. 129-130

[3] Μ. Σταυρόπουλος, Συγκριτική Εφαρμογή δομών δεδομένων, ως προς τις οντότητες περιεχομένου, Μεταπτυχιακή εργασία, 2019, ΑΠΘ, Τμήμα Θεολογίας, Τομέας Πληροφορικών και Θεολογικών Δεδομένων

ΠΡΟΤΥΠΟ ΣΧΗΜΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΕΡΓΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Τ. Πομόνης¹, Ε. Καρδάρ²

¹Μηχανικός Η/Υ & Πληροφορικής – Εφορεία Αρχαιοτήτων Ζακύνθου

²Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων & Έργων Τέχνης

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ένα πρότυπο σχήμα ΒΔ που χρησιμοποιείται, όχι μόνο για την ψηφιακή καταλογογράφηση μνημείων και αντικειμένων και της κατάστασης διατήρησής τους, αλλά και για τη διαχείριση των δεδομένων που προκύπτουν σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός έργου συντήρησής τους. Μέσω ενός κατάλληλου σχήματος μεταδεδομένων καθίσταται εφικτή η ολοκληρωμένη ψηφιακή τεκμηρίωση και υποστήριξη όλων των σταδίων ενός έργου συντήρησης, από τον αρχικό σχεδιασμό του έως την ολοκλήρωσή του, με την πλήρη καταγραφή όλων των ενδιάμεσων φάσεων και εργασιών που καλείται να φέρει εις πέρας ένας συντηρητής.

Σήμερα, παρατηρείται ευρεία χρήση των βάσεων πολιτιστικών δεδομένων, με πληθωρισμό και πολυκερματισμό σε ότι αφορά τις διαθέσιμες προσεγγίσεις και τη χρήση τους, από ιδρυματικές ΒΔ όπως οι CDS/ISIS και Museum Plus, έως πληρέστερες λύσεις όπως το NARCISSE [1], αν και είναι κυρίως προσανατολισμένες στην υποστήριξη της καταλογογράφησης συλλογών, οπότε και έχουν εγγενείς αδυναμίες σε ότι αφορά την ουσιαστική περιγραφή της διαδικασίας συντήρησης.

Η ανάγκη για συμπερίληψη των διαδικασιών συντήρησης οδήγησε στην ανάπτυξη σχετικών λύσεων, οι περισσότερες των οποίων βέβαια, εξαιτίας της υψηλής πολυπλοκότητας του θέματος, είτε περιορίζονται σε ορισμένες φάσεις της διαδικασίας συντήρησης [2] είτε επικεντρώνονται σε κάποιο συγκεκριμένο πεδίο εφαρμογής [3]. Προφανώς έχουν παρουσιαστεί και πληρέστερες προσεγγίσεις, από ιδέες ολιστικής διαχείρισης [4] και καταλογογραφικά συστήματα [5], έως πιο σύνθετες προσεγγίσεις όπως η ΒΔ EROS [6], αν και τότε η πληρότητα συνοδεύεται από υψηλή πολυπλοκότητα χρήσης, καθώς κυρίως βασίζονται στο CIDOC-CRM.

Προκειμένου να αντιμετωπίσουμε τα παραπάνω θέματα, οδηγηθήκαμε στο σχεδιασμό ενός σχήματος ΒΔ για την καταλογογράφηση πολιτιστικών αντικειμένων, και ιδιαίτερα της διαδικασίας συντήρησής τους, το οποίο στοχεύει στο να είναι συγχρόνως διαδικαστικά πλήρες και εννοιολογικά αφαιρετικό, και κυρίως προσπαθεί να παραμείνει εύχρηστο στον τελικό χρήστη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] European Commission, NARCISSE: Network of Art Research Computer Images Systems in Europe, 1993, Arquivos Nacionais/Torre Do Tombo, Lisbonne.

[2] C. Pedeli, An Interdisciplinary Conservation Module for Condition Survey on Cultural Heritages with a 3D Information System In: Recording, Documentation and Cooperation for Cultural heritage, XXIV International CIPA 2013 Symposium, 2013, Strasbourg.

[3] A. Velios and N. Pickwoad, Current use and future development of the database of the St. Catherine's Library conservation project, The Paper Conservator, 2005, 29. pp. 39-53.

[4] Y.Y. Ning, W.K. Hua, C.H. Ming and H.W. Shan, The standard of management and application of cultural heritage documentation, Proceedings of CIPA 23rd symposium, 2011

[5] N. Naoumidou, M. Chatzidaki and A. Alexopoulou, ARIADNE, Conservation Documentation System: Conceptual design and projection on the CIDOC CRM framework and limits, 2008 Annual Conference of CIDOC Athens

[6] G. Aitken, C. Lahanier, R. Pillay and D. Pitzalis, EROS: An Open Source Database For Museum Conservation Restoration, In Preprints de la 14ème réunion triennale du Comité International pour la Conservation ICOM-CC, 2005, pp. 15-23.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΦΟΡΗΤΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΤΗΣ ΗΠΕΙΡΟΥ ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑΣ

Α. Πούλια¹, Ι. Λιούγκος², Α. Παϊπέτης¹

¹Εργαστήριο Μηχανικής Σύνθετων και Ευφυών Υλικών, Τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών,

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110, Ιωάννινα

²ART RESTORATION EE

Η μελέτη των φορητών εικόνων [1] με φυσικοχημικές τεχνικές αναλύσεις επιτρέπει την ανάκτηση σημαντικών πληροφοριών για το τεχνολογικό επίπεδο και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτές. Στις μέρες μας χρησιμοποιούνται νέες τεχνολογίες στο χαρακτηρισμό των υλικών, όπως οι μη καταστροφικές μέθοδοι φασματοσκοπίας. Έτσι, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας διερευνήθηκαν φορητές εικόνες της Ηπείρου με τεχνικές φασματοσκοπίας FT-IT (4300 Handheld FTIR), φασματοσκοπίας Raman [2] (LabRAM HR Evolution Confocal Raman), καθώς και Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Σάρωσης συνοδευόμενης από φασματοσκοπία ενεργειακής διασποράς [3] (JEOL 6510 LV SEM/EDX). Από τη μελέτη των πειραματικών δεδομένων και τη χρήση των τεχνικών FTI-IR και Raman προέκυψε μια πληθώρα πληροφοριών και σχετικών διαγραμμάτων από τα σημεία ενδιαφέροντος σε φορητές εικόνες της Ηπείρου (πχ προπλασμός και φώτισμα προσώπου, μαφόρια κλπ). Οι παρατηρούμενες κορυφές των διαγραμμάτων ταυτοποιήθηκαν με βάση τη σχετική βιβλιογραφία και προσδιορίστηκαν οι χημικές ενώσεις των χρωστικών ουσιών για κάθε σημείο-στόχο. Ακολουθώντας, μέσω της Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Σάρωσης εξετάστηκε και η επιφάνεια φορητής εικόνας που έφερε μικρά σημάδια υποβάθμισης αποτυπωμένα με τη μορφή μικρο-ρωγμών και μικρο-εξογκωμάτων. Από την ποσοτική χαρτογράφηση Mapping EDX Analysis στις εν λόγω περιοχές ταυτοποιήθηκε η παρουσία του οξυγόνου σε μεγαλύτερη έκταση, καθώς και του Na και του Si. Συμπερασματικά, η χρήση προηγμένων τεχνολογιών στον τομέα της αξιολόγησης των υλικών των θρησκευτικών έργων μπορεί να δώσει νέα δεδομένα και πληροφορίες σχετικά με την προέλευση ή την ηλικία του έργου και να αφήσει μια παρακαταθήκη στη μελλοντική μελέτη και αξιοποίησή τους.

Η παρούσα εργασία χρηματοδοτήθηκε από την Περιφέρεια Ηπείρου στα πλαίσια του Προγράμματος Interreg Greece-Italy 2014-2020 με τίτλο «CI-NOVATEC - Customer Intelligence for inNOVative Tourism Ecosystems».

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Π. Βοκοτόπουλος, Βυζαντινές εικόνες, σειρά Ελληνική Τέχνη, 1995, Εκδοτική Αθηνών, Αθήνα

[2] M.C. Caggiani, A. Cosentino and A. Mangone, Microchem. J., 2016, vol. 129, pp. 123-132

[3] R. Siddall, Minerals, 2018, vol. 8, pp. 201-210

COLLECTIONCARE: ΕΝΑ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Ε. Μαυρίκας¹, Μ. Καρατζά¹

¹PostScriptum, Παπαδιαμαντοπούλου 4, 115 28 Αθήνα

Μια από τις σημαντικότερες πτυχές της διαχείρισης μουσείων και συλλογών είναι η διατήρηση των αντικειμένων στην καλύτερη δυνατή κατάσταση για τις μελλοντικές γενιές. Δεδομένου ότι τα έργα τέχνης είναι ευαίσθητα στις περιβαλλοντικές αλλαγές, οι δραστηριότητες προληπτικής συντήρησης αποσκοπούν ακριβώς στην αποφυγή ή τον περιορισμό της μελλοντικής αλλοίωσης των υλικών τους, μέσω του ελέγχου των περιβαλλοντικών συνθηκών στις οποίες εκτίθενται. Σε αυτό το πλαίσιο, είναι κρίσιμη η επίγνωση των υλικών κατασκευής, του ιστορικού των περιβαλλοντικών συνθηκών στις οποίες έχει εκτεθεί το αντικείμενο και της κατάστασης διατήρησής του, καθώς και ο έλεγχος των παραγόντων που σχετίζονται με τους μηχανισμούς φθοράς του. Το Collection Care είναι ένα ευρωπαϊκό έργο που συγκεντρώνει τεχνογνωσία υψηλού επιπέδου από μια κοινοπραξία από κορυφαίους ακαδημαϊκούς και τεχνολογικούς εταίρους αλλά και μουσεία διεθνούς εμβέλειας. Συγχρηματοδοτείται από το HORIZON 2020, το πρόγραμμα Πλαίσιο της ΕΕ για την Έρευνα και την Καινοτομία.

Στόχος του CollectionCare είναι να αναπτύξει ένα καινοτόμο σύστημα προληπτικής συντήρησης μουσειακών συλλογών. Αξιοποιώντας τεχνολογίες από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), σχεδιάζονται πρωτότυπες συσκευές, οι οποίες θα καταγράφουν διαρκώς τις περιβαλλοντικές συνθήκες έκθεσης, αποθήκευσης και μεταφοράς ποικίλων αντικειμένων από συλλογές ευρωπαϊκών μουσείων και συλλογών μικρής και μεσαίας κλίμακας. Οι πληροφορίες που θα συλλέγονται για το μικροκλίμα των αντικειμένων θα αναλύονται αμέσως, σε συσχέτισμό με προηγμένα πρότυπα φθορών, επιτρέποντας στους συντηρητές κάθε μουσείου να εκτιμήσουν την εξέλιξη της φθοράς των αντικειμένων και να προτείνουν εγκαίρως την κατάλληλη στρατηγική προληπτικής συντήρησης. Στο πλαίσιο του έργου διοργανώνεται, επίσης, μια σειρά από δράσεις που επιδιώκουν να ευαισθητοποιήσουν το κοινό, και ιδιαιτέρως τους νέους, για τη σημασία της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Στο έργο, που συντονίζεται από το Πολυτεχνείο της Βαλένθια, συμμετέχουν δεκαεπτά (17) φορείς από το Βέλγιο, τη Γαλλία, τη Δανία, την Ελλάδα, την Ισπανία, την Ιταλία, τη Λετονία, την Ολλανδία και την Πολωνία. Συγκροτούν μία διεπιστημονική ομάδα εργασίας από ακαδημαϊκούς και ερευνητικούς φορείς (Uniwersytet Warszawski, Sapienza Università di Roma, Det Kongelige Danske Kunstakademis Skoler For Arkitektur Design Og Konservering, Technische Universiteit Eindhoven, Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts και Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry Polish Academy of Sciences), πολιτιστικούς οργανισμούς και μουσεία (Diputació Foral de Álava, The Ethnographic Open Air Museum of Latvia, Institut Valencià de Cultura, Koninklijke Musea Voor Kunst En Geschiedenis, The Royal Danish Collection, Ιστορική και Εθνολογική Εταιρεία της Ελλάδος), εταιρείες τεχνολογίας (Sigfox και AtoS Spain SA), πολιτιστικής διαχείρισης (PostScriptum Communication Informatics), συντήρησης και αποκατάστασης μνημείων (CBC Conservazione Beni Culturali) και μεταφοράς έργων τέχνης (Van Kralingen BV).

Η PostScriptum συγκεκριμένα έχει αναλάβει το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του λογισμικού χειρισμού και επισκόπησης των δεδομένων του συστήματος από τους συντηρητές των μουσείων και τους υπόλοιπους ενδιαφερόμενους, τη διαλειτουργικότητα του λογισμικού με τις υφιστάμενες τεχνολογικές υποδομές των μουσείων, ξεκινώντας από το λογισμικό διαχείρισης συλλογών, ενώ συμμετέχει στη διαμόρφωση ενός υπολογιστικού νέφους για μεγάλους

όγκους δεδομένων το οποίο χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των δεδομένων περιβαλλοντικών συνθηκών που παρακολουθούνται και επεξεργάζονται για μελλοντική ανάλυση. Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός τέτοιου καινοτόμου εργαλείου θα διευκολύνει και θα αυξήσει την αποτελεσματικότητα του τρόπου που επαγγελματίες και συλλέκτες διατηρούν τις συλλογές τους. Επιπλέον στόχος είναι η ανάπτυξη και η καθιέρωση ενός επιχειρηματικού μοντέλου, η στρατηγική εμπορικής αξιοποίησης και η ανάπτυξη σχεδιασμού διαχείρισης δεδομένων για την αποδοτικότερη εκμετάλλευση και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων του έργου και των ευρωπαϊκών πόρων διαθέσιμων για τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

ΔΙΑΦΥΛΑΞΗ

ΑΞΙΕΣ

ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑ

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ