



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΕΠΙΖΩΓΡΑΦΙΣΜΕΝΗΣ ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΗΣ
ΦΟΡΗΤΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ»

ΝΙΚΟΛΕΤΑ ΝΙΚΟΛΑΪΔΟΥ

ΑΜ: 18676057

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ Π. ΜΑΣΤΡΟΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ: ΑΝΔΡΕΑΣ ΣΑΜΠΑΤΑΚΟΣ

Αθήνα

Ιούλιος 2024

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ
ΕΠΙΖΩΓΡΑΦΙΣΜΕΝΗΣ ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΗΣ ΦΟΡΗΤΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ»*

ΝΙΚΟΛΕΤΑ ΝΙΚΟΛΑΪΔΟΥ

ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ :

Γ.Π. ΜΑΣΤΡΟΘΕΟΔΩΡΟΣ
Α.ΠΟΥΡΝΟΥ
Α.ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΥ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ Π. ΜΑΣΤΡΟΘΕΟΔΩΡΟΣ
ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ: ΑΝΔΡΕΑΣ ΣΑΜΠΑΤΑΚΟΣ

Μέλη εξεταστικής επιτροπής:


α/α	Όνομα -Επώνυμο	Ιδιότητα/Βαθμίδα	Ψηφιακή Υπογραφή
1	Γεώργιος Π. Μαστροθεόδωρος	Επιβλέπων / Επίκουρος Καθηγητής	
2	Αναστασία Πούρνου	Μέλος / Καθηγήτρια	
3	Αθηνά Αλεξοπούλου	Μέλος / Καθηγήτρια	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Νικολέτα Νικολαΐδου του Βασιλείου με αριθμό μητρώου 18676057 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού του Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Η Δηλούσα


ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όσους συνέβαλαν, στην ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Αρχικά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Γεώργιο Μαστροθεόδωρο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε παραχωρώντας μου ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον θέμα καθώς και για την διαρκή καθοδήγηση του, την υποστήριξη και τη βοήθεια που μου προσέφερε όλο αυτό το διάστημα.

Τον κ. Αντρέα Σαμπατάκο Τεχνικό Σύμβουλο της παρούσας πτυχιακής, για την αποφασιστική συμβολή του, τόσο πρακτικά όσο και θεωρητικά, στην ανάλυση της εικόνας καθώς και για την συμβουλευτική, ψυχολογική υποστήριξη που προσέφερε καθ' όλη την διάρκεια των προπτυχιακών μου σπουδών.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κα Καμινάρη Αγάθη όπου υπό την επίβλεψη και καθοδήγηση της διενεργήθηκαν οι απεικονιστικές μέθοδοι που θα παρουσιαστούν στην παρούσα πτυχιακή (φωτογράφιση στο ορατό, υπεριώδης φωτογραφία φθορισμού, πολυφασματική απεικόνιση).

Επίσης, εκφράζω ευχαριστίες προς την κα Α. Αλεξοπούλου, που διέθεσε τον εξοπλισμό και τον χώρο του εργαστηρίου για την ολοκλήρωση του πειραματικού μέρους.

Ευχαριστώ επίσης τον κ. Δ. Φ. Αναγνωστόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή και υπεύθυνο του Εργαστηρίου Φασματοσκοπίας Ακτίνων-Χ, του Τμήματος Μηχανικών Επιστήμης Υλικών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, για την εξέταση του έργου με χρήση της διάταξης MA-XRF, καθώς και τον υποψήφιο διδάκτορα του προαναφερθέντος τμήματος, Α. Ασβεστά, ο οποίος πραγματοποίησε τις μετρήσεις και επεξεργάστηκε τα δεδομένα MA-XRF.

Επιπλέον, ευχαριστώ κ. Θεόδωρο Πάνου (Ε.Τ.Ε.Π Τομέας Ακτινολογίας & Ακτινοθεραπείας, Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών, Σχολή Επιστημών Υγείας & Πρόνοιας), για την διεξαγωγή των ακτινογραφίσεων.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζω προς τον κ. Χαράλαμπο Πασιαλή που μας παραχώρησε το υπό μελέτη έργο, ενώ θερμά ευχαριστώ την κα Ε. Τζιαμουράνη, την κα Α. Πούρνου και την κα Μ. Χατζηδάκη.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την αδερφή μου Ηρώ, την οικογένεια μου, τους συμφοιτητές και φίλους που με στήριξαν, με ενέπνευσαν με την αμέριστη αγάπη τους και με βοήθησαν στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΔΗΛΩΣΗ.....	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT	8
ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ	9
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΕΠΙΖΩΓΡΑΦΙΣΕΩΝ	11
1.2 ΟΙ ΕΠΙΖΩΓΡΑΦΙΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ.....	13
1.3 Η ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΗ ΦΟΡΗΤΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΟΥ ΧΡΙΣΤΟΥ ΠΑΝΤΟΚΡΑΤΟΡΑ	15
1.4 ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ	17
1.5 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	18
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	20
2.1 ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ	21
2.2 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ.....	22
2.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ ΕΠΑΓΩΜΕΝΟΥ ΑΠΟ ΥΠΕΡΙΩΔΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (ULTRAVIOLET FLUORESCENCE PHOTOGRAPHY, UVF).....	23
2.4 ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΑΝΑΚΛΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ (INFRARED REFLECTOGRAPHY)	25
2.5 ΑΝΑΚΛΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ (INFRARED REFLECTOGRAPHY, IRRrf)	27
2.6 ΥΠΕΡΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ (HYPERSPETRAL IMAGING, HI).....	27
2.7 ΦΘΟΡΙΣΜΟΜΕΤΡΙΑ ΑΚΤΙΝΩΝ Χ (X-RAY FLUORESCENCE, XRF).....	29
2.8 ΣΑΡΩΤΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΑΚΤΙΝΩΝ Χ / sCANNING MACRO X-RAY FLUORESCENCE (MA-XRF)	32
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	36
3.1 ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ	37
3.1.1 ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ	37
3.1.2 ΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ & ΜΑΚΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΣΤΟ ΟΡΑΤΟ	41
3.1.3 ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ (UV)	46
3.1.4 ΥΠΕΡΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕ CAMERA MUSIS HS	50
3.1.5 ΑΝΑΚΛΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ / ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕ InGaAs	55
3.1.6 ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ ROENTGEN (X-RAY)	57
3.1.7 ΣΑΡΩΤΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΑΚΤΙΝΩΝ Χ (MA-XRF)	63
3.2 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ & ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ & ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ	73

3.2.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΞΥΛΙΝΟΥ ΦΟΡΕΑ	78
3.3 ΣΩΖΩΜΕΝΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΗ ΖΩΓΡΑΦΙΚΗ	83
3.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	87
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	90
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	93
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	101
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	105
5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	105

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί η μελέτη μιας μεταβυζαντινής φορητής εικόνας που απεικονίζει τον Χριστό Παντοκράτορα και χρονολογείται περί τα τέλη του 18^{ου} αιώνα. Η ζωγραφική σύνθεση της εικόνας φαίνεται να έχει δεχθεί εκτεταμένες μεταγενέστερες επεμβάσεις επιζωγράφισης οι οποίες έχουν καλύψει το μεγαλύτερο ποσοστό της αρχικής ζωγραφικής. Αρχικώς, η παρουσία επιζωγραφίσεων διαπιστώθηκε μέσω απλής μακροσκοπικής παρατήρησης καθώς υφίστανται περιοχές με πρόδηλες διαφορές ως προς την τεχνοτροπία.

Πρωταρχικός στόχος της εργασίας ήταν ο προσδιορισμός της σωζόμενης έκτασης και των ποιοτικών χαρακτηριστικών της αρχικής ζωγραφικής, ενώ παράλληλα επιχειρήθηκε η εν γένει καταγραφή της κατάστασης διατήρησης του έργου και η τεκμηρίωση της τεχνολογίας κατασκευής. Επίσης επιχειρήθηκε ο διαχωρισμός μεταξύ τυχόν διαφορετικών φάσεων προγενέστερων επεμβάσεων αποκατάστασης, καθώς και η ταυτοποίηση των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στις εν λόγω επεμβάσεις.

Οι παραπάνω στόχοι επιτεύχθηκαν με αποκλειστική αξιοποίηση μη καταστρεπτικών/μη επεμβατικών μεθόδων και πιο συγκεκριμένα μέσω φωτογράφισης με προσπίπτοντα και πλάγιο φωτισμό, φωτογράφισης ανάκλασης και φθορισμού υπεριώδους ακτινοβολίας (Ultraviolet Fluorescence photography, UVF) πολυφασματικής απεικόνισης με χρήση υπερφασματικής κάμερας (HSI), ανακλαστογραφίας υπέρυθρου (IRRef), ακτινογραφίας Roentgen (X-ray radiography), καθώς και φασματοσκοπίας σάρωσης ακτίνων X (MA XRF).

Πράγματι, μέσω των ανωτέρω τεχνικών λήφθηκαν δεδομένα που πιστοποίησαν την ύπαρξη τουλάχιστον δυο φάσεων επιζωγράφισης/αποκατάστασης ενώ παράλληλα τεκμηριώθηκε η υψηλή καλλιτεχνική αξία της αυθεντικής/αρχικής ζωγραφικής καθώς και η διατήρησή της σε σημαντική έκταση. Παράλληλα, τα συγκεντρωθέντα δεδομένα επέτρεψαν την τεκμηρίωση των υλικών και της τεχνολογίας κατασκευής των αυθεντικών και μεταγενέστερων χρωματικών στρωμάτων, ενώ αξιοποιήθηκαν και για την λεπτομερή καταγραφή της παθολογίας και της κατάστασης διατήρησης του έργου.

Επιπλέον αποκαλύφθηκε ότι το αρχικό (υποκείμενο) ζωγραφικό στρώμα είναι σημαντικά παλαιότερο από τις επιζωγραφίσεις (19^{ος} - 20^{ος} αι.) καθώς πιθανότατα χρονολογείται στις αρχές του 18ου αιώνα. Τέλος, κατέστη εφικτή η κατάρτιση συγκεκριμένου πλάνου προτεινόμενων εργασιών συντήρησης οι οποίες αποσκοπούν πρωτίστως στην διάσωση και την ανάδειξη της αξιολογίας αρχικής ζωγραφικής.

Λέξεις κλειδιά: Επιζωγραφίσεις, MA XRF, Μέθοδοι Διάγνωσης Μη Καταστρεπτικού Ελέγχου, Πολυφασματική Απεικόνιση, Φορητή εικόνα, X-Ray, XRF, UV.

ABSTRACT

The subject of this thesis is the study of a post-Byzantine portable icon depicting Christ Pantocrator, dated to the late 18th century. The painting composition of the icon appears to have undergone extensive later overpainting interventions, which have covered the majority of the original painting. Initially, the presence of overpainting was detected through simple macroscopic observation, as there are areas with obvious differences in technique.

The primary goal of the thesis was to determine the extent and qualitative characteristics of the surviving original painting while also attempting to document the overall preservation state of the work and the technology of its construction. Additionally, efforts were made to distinguish between any different phases of previous restoration interventions and to identify the materials used in these interventions.

The above objectives were achieved exclusively using non-destructive/non-invasive methods, specifically through photography with incident and raking light, ultraviolet radiation and ultraviolet luminescence photography, multispectral imaging using a hyperspectral camera (HSI), infrared reflectography (IRRef), X-ray radiography, and scanning X-ray fluorescence spectroscopy (MA-XRF).

Indeed, through the aforementioned techniques, data were obtained that confirmed the existence of at least two phases of overpainting/restoration, while also documenting the high artistic value of the original painting and its significant extent of preservation. Furthermore, the collected data allowed for the documentation of the materials and technology used in both the original and later paint layers, and they were utilized for a detailed recording of the pathology and preservation state of the work.

Additionally, it was revealed that the original (underlying) paint layer is significantly older than the overpaintings (19th - 20th centuries), as it likely dates to the early 18th century. Finally, it was possible to develop a specific plan of proposed conservation work aimed primarily at the preservation and highlighting of the valuable original painting.

Key words: Overpainting, MA-XRF, Non-destructive analysis, multispectral imaging, Panel painting, X-Ray, XRF, UV.

ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ

UVF – Ultraviolet Fluorescence Photography

IR – Infrared

Vis – Visible

MA-XRF: macroscopic X-ray fluorescence scanning

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΕΠΙΖΩΓΡΑΦΙΣΕΩΝ

Ο όρος επιζωγράφιση (overpainting¹) δηλώνει την ζωγραφική πάνω από ένα ήδη υπάρχον ζωγραφικό έργο ή και επιφάνεια αυτού, δηλαδή το τελικό χρωματικό στρώμα που έχει προστεθεί από κάποιον καλλιτέχνη ή συντηρητή με σκοπό την αισθητική βελτίωση του έργου (Καρασαρλίδου 2014).

Το φαινόμενο της επιζωγράφισης αποτελεί πιθανώς την προσπάθεια επαναφοράς της αισθητικής ενός ζωγραφικού έργου που ενδέχεται να έχει υποστεί σοβαρή φθορά, και απαντάται ως σε μια επέμβαση με τοπικό ή με συνολικό χαρακτήρα. Σε κάποιες περιπτώσεις ήταν γνωστή και η ημερομηνία και ο καλλιτέχνης ο οποίος έκανε την επιζωγράφιση (Veliz 2001)². Ειδικά για την περίπτωση των χριστιανικών θρησκευτικών φορητών εικόνων, ακόμα και όταν τα έργα αυτά φέρουν κάποιες φθορές, δεν παύουν να θεωρούνται ιερά, θρησκευτικά, χρηστικά αντικείμενα. Για αυτό τον λόγο οι ζωγράφοι συχνά επέλεξαν να επιζωγραφίσουν μια εικόνα αντί να την αντικαταστήσουν με ένα καινούργιο έργο, προκειμένου να διατηρηθεί η λειτουργία ενός αντικειμένου που είχε ήδη χρησιμοποιηθεί στην λατρεία.

Επιζωγραφίσεις μικρής έκτασης εντοπίζονται σε αρκετές περιπτώσεις εικόνων όπως για παράδειγμα στην εικόνα του Μιχαήλ Δαμασκηνού με θέμα τον Μυστικό Δείπνο, όπου υφίστανται επιζωγραφίσεις στα πρόσωπα και τα μαλλιά των αγγέλων, στις μορφές των αποστόλων και στα μαλλιά του Χριστού (Αλεξοπούλου, Θεοδωροπούλου και Τσαϊρης 1997).

Ωστόσο σε πολλές περιπτώσεις οι επιζωγραφίσεις δεν αποτελούν απλές τοπικές χρωματικές προσθήκες, αλλά τμήματα πλήρων ζωγραφικών συνθέσεων, (ενίοτε χωρίς ιδιαίτερη καλλιτεχνική αξία). Πραγματοποιούνται στα έργα ενδεχομένως για να καλύψουν είτε την κακή κατάσταση διατήρησης των εικόνων, είτε τους αποχρωματισμούς και τις απώλειες της αυθεντικής ζωγραφικής σύνθεσης, που μπορεί να προκλήθηκαν για παράδειγμα από ακραίες προσπάθειες καθαρισμού των περιοχών αυτών, και αποσκοπούσαν στην επαναφορά της ζωγραφικής στην αρχική της μορφή και όχι μόνο. Τα χαρακτηριστικά τους διαφέρουν ανάλογα με το επίπεδο ικανότητας του καλλιτέχνη. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι άτεχνες και αδρές, ενώ σε άλλες είναι επιτηδευμένες και μιμούνται σε σημαντικό βαθμό επιτυχώς το ύφος της

¹ Στη θέση του οποίου ο John Ruskin χρησιμοποιεί το «repainting», δηλαδή «επανά-ζωγράφιση» (Ruskin, 1903).

αρχικής ζωγραφικής. Ενίοτε κατά τη διάρκεια εργασιών αποκατάστασης ή συντήρησης κάποιου έργου καλύπτονταν με νέα χρωματικά στρώματα μόνο οι περιοχές όπου υφίσταντο ολική απώλεια, χωρίς να καλύπτονται περιοχές όπου υπήρχε το αυθεντικό χρωματικό στρώμα (Λαζίδου και Δροσάκη 2008).

Σύμφωνα με την ιστορία της συντήρησης των εικόνων, η επιζωγράφιση κυριαρχούσε ως αντίληψη για την αισθητική αποκατάσταση τον 20ου αιώνα (Λαζίδου και Δροσάκη 2008), ως εκ τούτου σήμερα εντοπίζονται πολλά επιζωγραφισμένα έργα και τίθεται επιτακτικά το ζήτημα της αντιμετώπισής τους. Πρωταρχικό μέλημα για να αποφασισθεί πως θα αντιμετωπιστεί μια προγενέστερη επέμβαση επιζωγράφισης είναι η διαπίστωση της έκτασής της αλλά και της κατάστασης των υποκείμενων στρωμάτων. Ωστόσο, για τον προσδιορισμό των προαναφερθέντων, οπωσδήποτε δεν αρκεί η οπτική παρατήρηση, αλλά απαιτείται η εξέταση των έργων με ειδικές διαγνωστικές μεθόδους. Το εάν και σε τι έκταση θα αφαιρεθούν οι επιζωγραφίσεις εξαρτάται από την κατάσταση διατήρησής τους, την ηλικία τους και το κατά πόσο αποτελούν ουσιώδη μέρος της ιστορίας του έργου. Στρωματογραφικά, μπορεί να εντοπιστούν είτε επάνω στο αρχικό βερνίκι, γεγονός που καθιστά την αφαίρεσή τους πιο απλή, είτε σε επαφή με τα αρχικά ζωγραφικά στρώματα, καθιστώντας δυσκολότερη την ασφαλή απομάκρυνση τους από την αρχική ζωγραφική επιφάνεια (Λαζίδου και Δροσάκη 2008).

Ως επιζωγραφίσεις ωστόσο μπορούν να χαρακτηριστούν και οι διορθώσεις που έκανε ο καλλιτέχνης κατά τη δημιουργία ενός έργου τέχνης, αναζητώντας τη σωστή σύνθεση αλλάζοντας τη θέση των στοιχείων, ανασχεδιάζοντας συγκεκριμένες λεπτομέρειες κ.λπ. Όλες αυτές οι διορθώσεις επικαλύπτουν τα κατώτερα στρώματα του πίνακα και μπορούν να αποκαλυφθούν με επιστημονικές τεχνικές. Δεν είναι άλλωστε λίγες οι περιπτώσεις όπου διαπιστώνονται πλήρεις αναδιατυπώσεις του στυλ ή συγκεκριμένων λεπτομερειών ενός έργου από τον ίδιο τον ζωγράφο. Σημειώνεται δε ότι σύμφωνα με τη σύγχρονη ηθική της συντήρησης-αποκατάστασης, οι επιζωγραφίσεις από τον ίδιο τον καλλιτέχνη απλώς τεκμηριώνονται φωτογραφικά, αφήνοντας τις αλλαγές ανέγγιχτες³ (Škorja 2010).

Τέλος αναφέρεται ότι πολλές επεμβάσεις επιζωγράφισης πραγματοποιήθηκαν κατά τον 19ο αιώνα, γεγονός που ανακλά τις ιδεολογικές ανησυχίες της συγκεκριμένης περιόδου. Η

³ Ως εναλλακτικό παράδειγμα, θα μπορούσε να αναφερθεί η αφαίρεση της "επιζωγράφισης του καλλιτέχνη" στη δεκαετία του 1960 στην περίπτωση του πίνακα του Edgar Degas με τίτλο "Aux Courses, Les Jockeys Blasse", ο οποίος είναι σε ιδιωτική κατοχή. Στα τελευταία χρόνια της ζωής του, όταν ήταν σχεδόν τυφλός, ο Dega είχε ζωγραφίσει πάνω στο σκοτεινό φόντο με τουλάχιστον οκτώ στρώσεις έλαιο. Ο πρώτος Degas εμφανίστηκε ξανά κάτω από τις αφαιρεθείσες στρώσεις. Η αύξηση της αξίας και το πνεύμα της εποχής είναι οι πιο πιθανοί λόγοι για μια τέτοια απόφαση (Škorja, 2010).

συντριπτική πλειονότητα των σχετικών επιζωγραφίσεων σχετίζονται με προσπάθειες ακατάλληλης "ανανέωσης", "καλλωπισμού" ή αναδιατύπωσης ενός υφιστάμενου έργου τέχνης. Επιπλέον διαπιστώνονται περιπτώσεις πλήρους αναδιατύπωσης του στυλ ή συγκεκριμένων λεπτομερειών έργων. Συχνές είναι επίσης σε κάποιες περιπτώσεις επιζωγραφίσεις που πραγματοποιούνταν με σκοπό την ωραιοποίηση έργων και την μετέπειτα πώλησή τους (Škorič 2010).

1.2 ΟΙ ΕΠΙΖΩΓΡΑΦΙΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Πέραν των προσπαθειών «αναπαλαίωσης» έργων, αρκετοί ζωγράφοι οδηγήθηκαν σε επιζωγραφίσεις του ζωγραφικού διάκοσμου ναών, και φορητών εικόνων για αμιγώς βιοποριστικούς λόγους, καθώς επέλεξαν να χρωματίσουν επιλεκτικά τμήματα από ήδη υπάρχουσες παραστάσεις, μορφές ή το φόντο τους, αντί να απεικονίσουν ολόκληρα προγράμματα από την αρχή μέσα στο γενικό κλίμα ανανέωσης αγιορείτικων συνόλων 19^{ου} αιώνα (Μπονόβας 2009). Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι προφανή, καθώς το κόστος και ο χρόνος εκτέλεσης του έργου περιορίζονται σημαντικά ενώ το αισθητικό αποτέλεσμα μπορεί να είναι ικανοποιητικό. Αυτή η νέα προσέγγιση, που φαίνεται να επικρατεί κατά τη διάρκεια μιας περιόδου οικονομικών δυσχερειών, έγινε αποδεκτή από πολλούς προοδευτικούς καλλιτέχνες. Η ταχεία εξέλιξη της ζωγραφικής προς αυτή την κατεύθυνση, παρά την κάποια υστέρηση στην ποιότητα, αποτελεί νέα αφετηρία και πηγή έρευνας. Με βάση τις γενικότερες αισθητικές αξίες των δημιουργών, πραγματοποιείται εκτίμηση για τις ανυπόγραφες τοιχογραφίες και φορητές εικόνες, υπερβαίνοντας τις υπόγραφες σε αριθμό. Έργα που παρουσιάζουν τρέχουσες και αναγνωρίσιμες μορφές τέχνης αποκαλύπτουν τις διακριτικές χειρονομίες, παρά την επιρροή του κοινού αισθητικού λόγου του εργαστηρίου (Μπονόβας 2009).

Παρατηρείται ότι, από τη στιγμή που για λόγους κυρίως οικονομικής δυσχέρειας η παραγωγή νέων εντοιχίων διακοσμήσεων περιορίζονται, αναπτύσσεται σημαντικά η παραγωγή φορητών εικόνων. Άλλωστε οι συχνές ανακαινίσεις των ναών ή οι επιζωγραφίσεις παλαιότερων έργων καταγράφονται ως παρεμβάσεις με οικονομικό κίνητρο στον τομέα των εκκλησιών και ενσωματώνονται στο γενικό οικονομικό πλαίσιο της εποχής. Με λίγα λόγια, η τάση είναι η εύκολη ικανοποίηση της ανάγκης ιστόρησης μέσω της μερικής ανανέωσης των παλαιότερων εικονογραφικών έργων.

Η πρώτη φορά που φαίνεται να ερευνάται συστηματικά το ζήτημα των επιζωγραφίσεων με σύγχρονα μέσα στην Ελλάδα, είναι περί τα τέλη της δεκαετίας του 1950, όταν στο Βυζαντινό Μουσείο Αθηνών δημιουργείται ένα από τα πρώτα οργανωμένα εργαστήρια

συντήρησης ζωγραφικών έργων. Τότε, άρχισε να χρησιμοποιείται η ακτινογραφία σαν μέσο εντοπισμού της κατάστασης στην οποία ήταν η αυθεντική ζωγραφική⁴ τόσο σε περιπτώσεις μερικώς όσο και ολικώς επιζωγραφισμένων εικόνων (Μαργαριτώφ 1960).

Ενδεικτικά παραδείγματα αποτελούν οι εικόνες "Η Παναγία Ζωοδόχος Πηγή" και "Ο Άγιος Αθανάσιος ο Αθωνίτης", έργα που χρονολογούνται κατά τον 16ο αιώνα και έχουν επιζωγραφιστεί από το ίδιο «χέρι» στις αρχές του 20ου αιώνα (Daniilia et al. 2002). Επιπροσθέτως, ενδιαφέρουσα περίπτωση είναι μια εικόνα του "Αγίου Νικολάου" που έχει επιζωγραφιστεί πλήρως με την απεικόνιση του "Αγίου Στέφανου" κατά τον 19ο αιώνα, περίπτωση που καταδεικνύει ότι συχνά οι επιζωγραφίσεις δεν παρέμεναν μόνο στα όρια των συμπληρώσεων απωλειών και αναπαραγωγής της αρχικής θεματογραφίας ενός έργου, αλλά μπορούσαν να επεκταθούν και σε όλο αλλάζοντας ενίοτε ακόμη και την θεματογραφία (Bratitsi et al. 2019).

⁴ Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελεί μια αμφιπρόσωπη εικόνα που στη μια όψη της έφερε απεικόνιση της Παναγίας Βρεφοκρατούσας και στην άλλη την Σταύρωση, έργο που μελετήθηκε από τον πρωτοπόρο Έλληνα συντηρητή Τάσο Μαργαριτώφ (Μαργαριτώφ. 1960).

1.3 Η ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΗ ΦΟΡΗΤΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΟΥ ΧΡΙΣΤΟΥ ΠΑΝΤΟΚΡΑΤΟΡΑ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί μια επιζωγραφισμένη μεταβυζαντινή φορητή εικόνα που απεικονίζει τον Ιησού Χριστό στον εικονογραφικό τύπο του Παντοκράτορα (Εικόνα 1-αριστερά). Το έργο προέρχεται από ιδιωτική συλλογή της Σκύρου (δεσποτική εικόνα μικρού ιδιωτικού ναού) παραχωρήθηκε για μελέτη από τον κύριο Χαράλαμπο Πασιαλή. Πρόκειται για εικόνα διαστάσεων 65,0 x 45,0 x 3,1 εκατοστά (ύψος x πλάτος x πάχος) στην οποία απεικονίζεται ο Χριστός Παντοκράτωρ από την μέση και πάνω, κρατώντας ανοιχτό το ευαγγέλιο και ευλογώντας με το δεξί χέρι του ενώ με το αριστερό κρατάει ανοιχτό Ευαγγέλιο επί του οποίου αναγράφεται: ΕΓΩ ΕΙΜΙ ΤΟ ΦΩΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ Ο ΑΚΟΛΟΥΘΩΝ ΕΜΟΙ ΟΥ ΜΗ ΠΕΡΙΠΑΤΗΣΗ ΕΝ ΤΗ ΣΚΟΤΕΙΑ ΑΛΛ ΕΞΕΙ ΤΟ (ΦΩΣ ΤΗΣ ΖΩΗΣ)⁵. Ο Κύριος είναι ενδεδυμένος με πορφυρό χιτώνα και σκούρο μπλε μανδύα, ενώ η κεφαλή του περιβάλλεται από κίτρινο φωτοστέφανο του οποίου εμφανίζεται η επιγραφή «ΩΝ». Η εικόνα είναι ζωγραφισμένη σε ξύλινο φορέα ο οποίος έχει υποστεί εγκάρσια ρήξη και συγκρατείται με δυο οριζόντια τρέσα (Εικόνα 1).



Εικόνα 1 Ο Χριστός Παντοκράτωρ α) Εμπρόσθια β) Πίσω όψη.

⁵ Φράση που εξαιτίας της ολικής επιζωγράφισης του βιβλίου δεν χώρεσε, όμως θα έπρεπε να περιλαμβάνεται. Χωρίο από το κατά Ιωάννη Ευαγγέλιο, κεφάλαιο 8, στίχος 12.

Επί τη βάσει της εξέτασης της ζωγραφικής του έργου σχηματίζεται η εντύπωση ότι πρόκειται για έργο απλοϊκού / λαϊκού ζωγράφου του 2ου αιώνα. Ενδεικτικά επισημαίνονται ο πολύ αδρός τρόπος απεικόνισης της ευλογούσας δεξιάς χείρας του Χριστού, η άκαμπτη απόδοση της πτυχολογίας των ενδυμάτων αλλά και το άτεχνο κείμενο επί του Ευαγγελίου. Εντούτοις, μέσω προσεκτικής μακροσκοπικής παρατήρησης του προσώπου και της κόμης του Χριστού εντοπίζονται ορισμένα ζωγραφικά χαρακτηριστικά τα οποία αποκλίνουν σημαντικά από τα προαναφερθέντα και φαίνεται να συνάδουν με έργο σαφώς καλύτερης τέχνης και κατά πολύ προγενέστερο, πιθανότατα του 18ου αιώνας (Εικόνα 2). Το γεγονός αυτό καθιστά σαφές ότι το υπόψιν έργο αποτελεί ένα ακόμη παράδειγμα επιζωγραφισμένης φορητής εικόνας.



Εικόνα 2 Λεπτομέρεια προσώπου.

1.4 ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Με αφορμή τον διαπίστωση της ύπαρξης αξιόλογης και σημαντικά παλαιότερης ζωγραφικής αποφασίστηκε η ενδεδειγμένη μελέτη της εικόνας αποκλειστικά με αξιοποίηση μη καταστρεπτικών τεχνικών ώστε να διαπιστωθεί η έκταση διατήρησης του αυθεντικού υποκείμενου ζωγραφικού στρώματος καθώς και η κατάσταση διατήρησής του, ζητούμενα που αποτελούν και τους κύριους ερευνητικούς στόχους της παρούσας εργασίας. Επιπροσθέτως, μέσω της ενδεδειγμένης μελέτης της εικόνας επιδιώκεται η συλλογή δεδομένων που θα αξιοποιηθούν για την κατάρτιση ενός πλάνου προτεινόμενων εργασιών συντήρησης.

Αναλυτικότερα η ανά χείρας εργασία αποσκοπεί :

- στην εν γένει τεκμηρίωση της τρέχουσας κατάστασης διατήρησης της εικόνας
- στην καταγραφή της τεχνολογίας κατασκευής της
- στην χαρτογράφηση των περιοχών της που έχουν δεχθεί προγενέστερες επεμβάσεις
- στην διερεύνηση ή και ταυτοποίηση ορισμένων υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή του έργου έτσι ώστε να προσδιοριστεί η προέλευση υλικών με σκοπό να συμβάλλουν στην ερμηνεία των μηχανισμών φθορών που φέρει η εικόνα
- στον προσδιορισμό των χρωστικών που χρησιμοποιήθηκαν στην αυθεντική ζωγραφική και τις επιζωγραφίσεις
- στον προσδιορισμό της έκτασης και κατάστασης διατήρησης της αυθεντικής ζωγραφικής και, τέλος,

Η αποκάλυψη της έκτασης και της κατάστασης διατήρησης της αυθεντικής ζωγραφικής και της (ή των) επιζωγραφίσεων μέσω των δεδομένων που θα συλλεχθούν από την αξιοποίηση των επιλεχθεισών αναλυτικών τεχνικών (βλ. συνέχεια) αποτελούν τα βασικά ζητούμενα της παρούσης καθώς, θα επιτρέψουν την ολιστική αποτίμηση του έργου και την ακριβέστερη χρονολόγηση των πολλαπλών φάσεων ζωγραφικής. Επιπλέον η παρούσα πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στην αξιοποίηση των αναλυτικών δεδομένων και για την κατάρτιση ενός πλάνου προτεινόμενων επεμβάσεων συντήρησης.

1.5 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το κείμενο της εργασίας διαρθρώνεται σε τέσσερις διακριτές ενότητες. Στην «Εισαγωγή» της εργασίας περιγράφεται συνοπτικά το φαινόμενο των επιζωγραφίσεων θρησκευτικών εικόνων και αναφέρονται ορισμένα σχετικά παραδείγματα από τη βιβλιογραφία. Επιπλέον, παρατίθενται οι βασικές πληροφορίες σχετικά με την υπόψιν εικόνα.

Στη «Μεθοδολογία» γίνεται λεπτομερής περιγραφή της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε για τη μελέτη της εικόνας. Πιο συγκεκριμένα, οι μέθοδοι που αξιοποιήθηκαν για την καταγραφή της κατάστασης της εικόνας και την διερεύνηση των υλικών και τεχνικών κατασκευής της, είναι η φωτογράφιση στο ορατό φάσμα με συμμετρικό και εφαπτομενικό φωτισμό, φωτογράφιση υπεριώδους φθορισμού, ανακλαστογραφία υπέρυθρου, ακτινογραφία Roentgen καθώς και σαρωτική φασματοσκοπία ακτίνων X (MA-XRF). Ειδικά ως προς την τελευταία τεχνική (MA-XRF) τονίζεται, ότι αποτελεί καινοτόμο μέθοδο, η οποία αξιοποιείται για πρώτη φορά στο πλαίσιο εργασίας του Τμήματος και επιτεύχθη μέσω συνεργασίας με το Εργαστήριο Φασματοσκοπίας Ακτίνων-X του Τμήματος Μηχανικών Επιστήμης Υλικών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (υπεύθυνος: Αναπληρωτής Καθηγητής Δ. Φ. Αναγνωστόπουλος). Προς διευκόλυνση των συζητήσεων που ακολουθούν την επόμενη ενότητα («Αποτελέσματα-Συζήτηση») η «Μεθοδολογία» περιλαμβάνει συνοπτικές πληροφορίες σχετικά με τις βασικές αρχές λειτουργίας και τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα κάθε μεθόδου καθώς και ορισμένες βασικές σχετικές βιβλιογραφικές παραπομπές. Επιπλέον, παρουσιάζεται λεπτομερώς ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας και οι εκάστοτε συνθήκες λειτουργίας.

Η ενότητα «Αποτελέσματα-Συζήτηση» επικεντρώνεται στην παρουσίαση και αξιολόγηση των δεδομένων που συλλέχθηκαν, βάσει των οποίων κατέστη δυνατή η καταγραφή – χαρτογράφηση των φθορών της εικόνας, καθώς και ο προσδιορισμός της έκτασης διατήρησης και της κατάστασης της σωζόμενης αρχικής ζωγραφικής. Ταυτόχρονα, επιχειρήθηκε ο εν γένει χαρακτηρισμός των υλικών και τεχνικών κατασκευής του έργου (αυθεντικού και μεταγενέστερων στρωμάτων), στο πλαίσιο του οποίου επιτεύχθηκε διάκριση μεταξύ των διαδοχικών φάσεων αποκατάστασης και της αυθεντικής ζωγραφικής. Η συζήτηση περιλαμβάνει αυτοτελή ερμηνεία των αποτελεσμάτων καθώς και προβληματισμούς – διλήμματα ως προς την αντιμετώπιση των επιζωγραφίσεων στα έργα τέχνης βάσει αντίστοιχων βιβλιογραφικών αναφορών. Επιπλέον, στην παρούσα ενότητα παρατίθεται και ένα από τα κύρια ζητούμενα της εργασίας, ήτοι η πρόταση επεμβάσεων συντήρησης, η οποία καταρτίστηκε λαμβάνοντας υπόψιν τα συνολικά ευρήματα της μελέτης.

Τέλος, στο κεφάλαιο «Συμπεράσματα» συνοψίζονται τα κύρια ευρήματα που προκύπτουν από την αξιολόγηση των δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά τη μελέτη της εικόνας, βάσει των οποίων επετεύχθη η τεκμηρίωση των υλικών και τεχνικών κατασκευής της αυθεντικής ζωγραφικής και των μεταγενέστερων επεμβάσεων και προσδιορίστηκε η κατάσταση καθώς και η έκταση διατήρησης της αυθεντικής ζωγραφικής της εικόνας.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Οι "μη καταστρεπτικές" τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούν διαγνωστικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην εξέταση και τεκμηρίωση των έργων τέχνης και βασίζονται στα φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα κατά την αλληλεπίδραση ακτινοβολιών διαφόρων μηκών κύματος με τα υλικά των έργων τέχνης, (π.χ. απεικονιστικές τεχνικές). Το χαρακτηριστικό τους είναι ότι δεν προκαλούν αλλοιώσεις ή φθορές στα υπό εξέταση έργα που εξετάζεται ενώ παράλληλα είναι δυνατό να αποφέρουν πληροφορίες που αποκαλύπτουν τη σύσταση και, κατά περίπτωση, την εσωτερική δομή των εξεταζόμενων έργων. Αυτό σημαίνει ότι είναι πιθανό να αποφευχθεί η λήψη δείγματος από το εξεταζόμενο έργο, δηλαδή επιτυγχάνεται τεκμηρίωση χωρίς να υπάρξει παρέμβαση στο ίδιο το έργο τέχνης (Αλεξοπούλου και Χρυσουλάκης 1993).

Εν προκειμένω αξιοποιήθηκαν εξέταση και φωτογραφική τεκμηρίωση με συμμετρικό και πλάγιο φωτισμό, φωτογράφιση ορατού φθορισμού επαγόμενου από υπεριώδη ακτινοβολία, υπέρυθρη ανακλαστογραφία, απεικόνιση του έργου στο υπέρυθρο με χρήση υπερφασματικής κάμερας, σημειακή φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X και, τέλος, σαρωτική φασματοσκοπία ακτίνων X. Στη συνέχεια περιγράφονται συνοπτικά οι εφαρμοσθείσες τεχνικές εξετάσεις.

2.1 ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

Μέσω της μακροσκοπικής εξέτασης, που αποτελεί μια μη επεμβατική μέθοδο παρατήρησης, κατά την οποία το αντικείμενο εξετάζεται με γυμνό μάτι ή με τη βοήθεια μεγεθυντικών φακών, για τον εντοπισμό επιφανειακών φθορών, τεχνικών χαρακτηριστικών και υλικών. Μέσα από αυτή διαδικασία μπορούμε να λάβουμε πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την κατασκευή, την κατάσταση διατήρησης, καθώς και τυχόν παλαιότερες. Η μακροσκοπική εξέταση αποτελεί το πρώτο βήμα για την ανάπτυξη ενός πλαισίου ανάλυσης και περαιτέρω μελέτης την εικόνων. Μετά την ολοκλήρωση της μακροσκοπικής παρατήρησης και της βιβλιογραφικής ανασκόπησης για τα χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης εικόνας, ο στόχος είναι η εφαρμογή μεθόδων ανάλυσης με μη καταστρεπτικές / μη επεμβατικές τεχνικές ώστε να απαντηθούν στα ερωτήματα και οι προβληματισμοί που προέκυψαν από την προκαταρκτική μελέτη που προαναφέρθηκε. Πρωταρχικό στόχο αποτελεί η τεκμηρίωση της κατάστασης στην οποία σώζεται η αρχική ζωγραφική, ενώ επιπλέον επιχειρείται να τεκμηριωθούν τα υλικά και η τεχνολογία κατασκευής της εικόνας (αυθεντική ζωγραφική & μεταγενέστερες επεμβάσεις).

2.2 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

Ο βασικός σκοπός της φωτογράφισης είναι η καταγραφή της κατάστασης διατήρησης ενός αντικειμένου και η τεκμηρίωση λεπτομερειών που θα μας επιτρέψουν να κατανοήσουμε (ή τουλάχιστον να προσεγγίσουμε) την τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του. Οι ψηφιακές φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης, που κατά περίπτωση ενδέχεται να επιτρέπουν την πραγματοποίηση στερεοσκοπικών παρατηρήσεων, αποκαλύπτουν λεπτομέρειες του έργου που σχετίζονται τόσο με τον τρόπο που εργάστηκε ο καλλιτέχνης, όσο και με την επίδραση εξωγενών παραγόντων στην μετά τη δημιουργία του, πορεία του έργου. Ειδικά η μέθοδος φωτογράφισης με εφαπτομενικά προσπίπτοντα φωτισμό αναδεικνύει τυχόν επιφανειακές ανωμαλίες, μεταβολές στο βερνίκι, αποκολλήσεις ζωγραφικών στρωμάτων, ρωγμές και άλλες φθορές ή μεταβολές στην επιφάνεια και την δομή του αντικειμένου (Αλεξοπούλου και Χρυσουλάκης 1993).

Με σκοπό την λεπτομερή τεκμηρίωση της εικόνας, η φωτογράφισή της πραγματοποιήθηκε στην ορατή περιοχή του φάσματος χρησιμοποιώντας συμμετρικά προσπίπτοντα και εφαπτομενικά προσπίπτοντα φωτισμό. Για αυτόν τον σκοπό, χρησιμοποιήθηκε σύστημα στήριξης φωτιστικών πηγών, καθώς και μια φωτογραφική κλίμακα (Color separation guide and Gray scale) της εταιρείας Kodak. Για τη λήψη των φωτογραφιών από το έργο χρησιμοποιήθηκε ψηφιακή φωτογραφική μηχανή NIKON D800, με φακούς NIKKOR micro 60 mm f/2.8D & NIKKOR ED 24-70mm f/2.8G. Τέλος, κατά τη διάρκεια της φωτογράφισης του έργου με τον ανωτέρω εξοπλισμό, αλλά και κατά τη διάρκεια εφαρμογής των υπόλοιπων μεθόδων εξέτασης του έργου, λαμβάνονταν φωτογραφίες της όλης διαδικασίας χρησιμοποιώντας κινητό τηλέφωνο Samsung M53 με κύρια κάμερα 108 MP, f/1.8, υπερευρυγώνια 8 MP, f/2.2, 1/4", 1.12μm και Macro 2 MP, f/2.4 (Εικόνα 3).



Εικόνα 1 Φωτογράφιση λεπτομερειών πίσω όψης (αριστερά) και φωτογραφική αποτύπωση με εφαπτομενικό φωτισμό (δεξιά).

2.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ ΕΠΑΓΩΜΕΝΟΥ ΑΠΟ ΥΠΕΡΙΩΔΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (ULTRAVIOLET FLUORESCENCE PHOTOGRAPHY, UVF)

Η φωτογράφιση φθορισμού επαγόμενου από υπεριώδη ακτινοβολία (UVF) βασίζεται στην ιδιότητα των ηλεκτρονίων να διεγείρονται όταν εκτίθενται σε εγγύς υπεριώδη ακτινοβολία και στη συνέχεια να επιστρέφουν στην αρχική τους κατάσταση εκπέμποντας ορατή ακτινοβολία με μικρότερη ενέργεια (και συνεπώς μεγαλύτερο μήκος κύματος). Έτσι λοιπόν, ουσίες, κυρίως οργανικής φύσεως, απορροφούν την προσπίπτουσα υπεριώδη ακτινοβολία, διεγείρονται, και εκπέμπουν ακτινοβολία στο ορατό τμήμα του φάσματος (σύμφωνα με τον νόμο του Stokes) (Αλεξοπούλου και Χρυσουλάκης 1993).

Η μέθοδος αξιοποιεί την περιοχή του εγγύς υπεριώδους (UV-A, 300-400nm) για την απεικόνιση του φθορισμού των χρωστικών και των λοιπών συστατικών των έργων τέχνης. Για να αποκλειστεί η καταγραφή της ανακλώμενης υπεριώδους ακτινοβολίας κατά τη φωτογραφική λήψη, χρησιμοποιείται φίλτρο αποκοπής υπεριώδους, το οποίο προσαρμόζεται στον φωτογραφικό φακό. Πιο συγκεκριμένα, εν προκειμένω χρησιμοποιήθηκε το φίλτρο 2E WRATTEN KODAK, το οποίο χρησιμοποιείται για να φιλτράρει το σύνολο της υπεριώδους ακτινοβολία αλλά και μικρό μέρος της μπλε ακτινοβολία καθώς η καμπύλη απορρόφησής του μηδενίζεται περίπου στα 420nm. Αυτό το φίλτρο εξασφαλίζει ότι θα καταγραφεί μόνο ο φθορισμός στην ορατή περιοχή του φάσματος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου με τη χρήση των κατάλληλων φίλτρων επιτρέπει την καλύτερη απεικόνιση του φθορισμού, περιορίζοντας ή και εκμηδενίζοντας πρακτικά την επίδραση της ανακλώμενης υπεριώδους ακτινοβολίας στη φωτογραφία.

Ο επαγόμενος από υπεριώδη ακτινοβολία φθορισμός, παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την επιφάνεια των έργων τέχνης, στην οποία συνήθως απαντώνται και τα βερνίκια. Ορισμένες ουσίες φθορίζουν ενώ άλλες όχι, και, επιπλέον, τα φθορίζοντα υλικά δυνατόν να εμφανίζουν διαφορές στην ένταση και το χρώμα φθορισμού, επομένως εξέταση μέσω UVF μπορούν να αναδείξουν ανωμαλίες στην ζωγραφική επιφάνεια λόγω φθορών ή επεμβάσεων των επιφανειακών στρωμάτων του εκάστοτε εξεταζόμενου αντικειμένου. Για παράδειγμα βερνίκια που βασίζονται σε φυσικές ρητίνες συνήθως εμφανίζονται με κίτρινο-πράσινο φθορισμό, ενώ μερικές φορές μπορεί να παρατηρηθεί και μπλε φθορισμός (σημείωση: η απουσία φθορισμού δεν υποδηλώνει απαραίτητα την απουσία βερνικιού). Επιπλέον, ο φθορισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση χρωστικών, καθώς ορισμένες χρωστικές ουσίες μπορεί να παράγουν χαρακτηριστικά χρώματα κατά την ακτινοβόλησή τους με UV. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί, το λευκό του μολύβδου που εμφανίζει ροζ-καφέ φθορισμό (Αλεξοπούλου και Χρυσουλάκης 1993).

Στην παρούσα εργασία που το ενδιαφέρον εστιάζεται σε μια φορητή εικόνα, ουσιαστικά το κυρίως στρώμα που ακτινοβολείται κατά τη διαδικασία είναι το επικαλυπτικό υλικό / βερνίκι. Εάν αυτό το υλικό έχει απομακρυνθεί ή δεν έχει μεγάλο πάχος, η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να φτάσει και να διεγείρει τα επιφανειακά ζωγραφικά στρώματα και να παρέχει πληροφορίες για τα στρώματα που βρίσκονται κάτω από το επικαλυπτικό υλικό. Επιπλέον, η παρουσία ελαίων και βερνικιών μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τον φθορισμό των χρωστικών σε μια εικόνα. Τα ελαία και τα βερνίκια μπορούν να δημιουργήσουν φιλμ πάνω στην επιφάνεια του έργου τέχνης, καλύπτοντας τα χρώματα και επηρεάζοντας τον τρόπο με τον οποίο αντιδρούν στην υπεριώδη ακτινοβολία (de la Rie 1982). Αυτό σημαίνει ότι ο φθορισμός των χρωστικών ενδέχεται να μην είναι αρκετά εμφανής ή διακριτός λόγω της παρουσίας αυτών των υλικών. Επιπλέον, αν το ζωγραφικό στρώμα είναι αλλοιωμένο ή έχει υποστεί μεταγενέστερες επεμβάσεις, η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να αποκαλύψει πληροφορίες σχετικά με την σύσταση, την παθολογία και τα μεταγενέστερα ή άλλες αλλαγές που έχουν επηρεάσει το ζωγραφικό στρώμα. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να αποκαλύψει σημαντικές πληροφορίες για την ιστορία, την κατάσταση διατήρησης και τις επεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στο έργο τέχνης. Εντούτοις, για την αναγνώριση των χρωστικών συνήθως να απαιτείται συνδυαστική χρήση και άλλων απεικονιστικών ή άλλων τεχνικών. Επισημαίνεται έτσι η σημασία της ολιστικής προσέγγισης, συνδυάζοντας διάφορες τεχνικές ανάλυσης για μια ολοκληρωμένη κατανόηση των υλικών, της κατάστασης διατήρησης και των τεχνικών κατασκευής του έργου τέχνης (de la Rie 1982).



Εν προκειμένω, η φωτογράφιση διεξήχθη σε σκοτεινό περιβάλλον, με τους χειριστές της φωτογραφικής μηχανής να φορούν γυαλιά προστασίας από υπεριώδη ακτινοβολία. Χρησιμοποιήθηκε η φωτογραφική μηχανή NIKON D800 με φακό NIKKOR 24-70mm, και φίλτρο 2E WRATTEN KODAK αποκοπής υπεριώδους ακτινοβολίας, ενώ το έργο ακτινοβολήθηκε λάμπες υπεριώδους, black lights Philips MLW 160W τοποθετημένες με γωνία 45° ως προς την επιφάνεια του έργου (Εικόνα 4).

Εικόνα 2 Φωτογράφιση με χρήση λαμπτήρα υπεριώδους ακτινοβολίας.

2.4 ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΑΝΑΚΛΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ (INFRARED REFLECTOGRAPHY)

Στην τεχνική της υπέρυθρης ανακλαστογραφίας (IRRef), αξιοποιείται η ικανότητα της μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας υπέρυθρου (από 760 έως 2200 nm) να διεισδύει στα υλικά. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου καταγράφεται με χρήση κατάλληλης φωτογραφικής μηχανής το ποσοστό ανάκλασης της υπέρυθρης ακτινοβολίας που επιστρέφεται από τα εξεταζόμενα χρωματικά ή άλλα στρώματα, με βάση τη θεωρία Kubelka-Munk (Αλεξοπούλου και Χρυσουλάκης 1993). Η συγκεκριμένη μέθοδος επιτρέπει την εξέταση της επιφάνειας ενός έργου τέχνης σε βάθος, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις διακριτική διαφορά στα ποσοστά ανάκλασης της υπέρυθρης ακτινοβολίας μεταξύ των διαφόρων στρωμάτων του έργου. Επιπλέον, τα υπερκείμενα στρώματα δεν καλύπτουν πλήρως τα κάτω στρώματα, δηλαδή δεν είναι υπερβολικά πυκνά (Αλεξοπούλου και Χρυσουλάκης 1993).

Τα δεδομένα που προκύπτουν από την εφαρμογή της υπέρυθρης ανακλαστογραφίας (IRRef) είναι δυνατό να αποκαλύψουν την τρέχουσα κατάσταση διατήρησης ενός έργου τέχνης, καθώς συχνά αποκαλύπτονται λεπτομέρειες σχετικά με φθορές, προγενέστερες επεμβάσεις συντήρησης και λοιπές αλλαγές που έχει υποστεί στο έργο. Επιπλέον, αυτή η τεχνική μπορεί να οδηγήσει στην αποκάλυψη σταδίων δημιουργίας ενός έργου, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τα προκαταρκτικά σχέδια. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι παρεχόμενες πληροφορίες αφορούν κυρίως τα χρωματικά στρώματα του έργου, αφού συνήθως η δυνατότητα διείσδυσης της ακτινοβολίας περιορίζεται σε αυτά. Κατά συνέπεια, η μέθοδος χρησιμοποιείται συχνά και για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με την αυθεντικότητα και την καλλιτεχνική προέλευση των έργων τέχνης (Αλεξοπούλου 2020).

Χρησιμοποιήθηκε η συσκευή Allied Vision, με αισθητήρα InGaAs (ευαισθησία 900-1700nm) Goldeye P-008 SWIR Cool και φακούς CCTV 16mm/f1.4 και 50mm/f1.4 της KOWA. Για τον φωτισμό του έργου χρησιμοποιήθηκαν λαμπτήρες, τοποθετημένοι εκατέρωθεν του έργου υπό γωνία 45 μοιρών (Εικόνα 5).

Για τη διευκόλυνση των συνεχόμενων λήψεων, οριοθετήθηκε νοητά ένας κάναβος δηλαδή το έργο χωρίστηκε σε νοητά τετράγωνα, με σκοπό την καλύτερη εστίαση πριν τη λήψη και προς αποφυγή παραμόρφωσης της εικόνας. Σε κάθε τμήμα, καταγράφηκαν ασπρόμαυρες εικόνες και εικόνες ψευδοχρωμάτων, ενώ πραγματοποιήθηκαν επιπλέον λήψεις σε ορισμένες επιλεγμένες λεπτομέρειες της εικόνας που είναι εμφανές πως αποτελούν επιζωγραφισμένα σημεία. Οι εικόνες λανθασμένων / ψευδοχρωμάτων (false colors) αποτελούν επίσης απεικονιστική τεχνική όπου ουσιαστικά οι τελευταίες λήψεις λαμβάνονται σε RGB βάση των

οποίων το πρόγραμμα συνθέτει την τελική έγχρωμη εικόνα (Matteini et al. 1978; Αλεξοπούλου και Χρυσουλάκης 1993).



Εικόνα 3 Φωτογράφιση υπέρυθρης ανακλαστογραφίας.

2.5 ΑΝΑΚΛΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ (INFRARED REFLECTOGRAPHY, IRRrf)

Όπως προαναφέρθηκε (βλ.2.3), η υπέρυθρη ακτινοβολία χαρακτηρίζεται από υψηλή διεισδυτική ικανότητα, ενώ πολλά υλικά αντιδρούν διαφορετικά σε αυτήν σε σύγκριση με το ορατό φάσμα της ακτινοβολίας. Ειδικά για την περίπτωση των ζωγραφικών έργων αναφέρεται ότι η δυνατότητα διείσδυσης εξαρτάται από το ποσοστό σκέδασης και το ποσοστό απορρόφησης της υπέρυθρης ακτινοβολίας από τους κόκκους χρωστικών στα ζωγραφικά στρώματα. Λόγω αυτών των ιδιοτήτων, η ανάκλαση υπέρυθρης ακτινοβολίας (IRRef) παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη στρωματογραφική δομή των έργων ζωγραφικής, τα υποκείμενα σχέδια ή συνθέσεις, αθέατες επιφανειακές λεπτομέρειες και άλλες λεπτομέρειες (Αλεξοπούλου και Χρυσουλάκης 1993).

2.6 ΥΠΕΡΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ (HYPERSPPECTRAL IMAGING, HI)

Πέραν της προαναφερθείσας εξέτασης του έργου με τη μέθοδο της ανακλαστογραφίας υπέρυθρου (ενότητα 2.4), η υπό μελέτη εικόνα εξετάστηκε και με σύστημα υπερφασματικής απεικόνισης. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η κάμερα MuSIS™ HS που είναι ένα σύστημα υπερφασματικής απεικόνισης εύρους με δυνατότητα καταγραφής εικόνων σε διακριτά μήκη κύματος στην περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από το εγγύς υπεριώδες έως το εγγύς υπέρυθρο (370-1000 nm). Είναι εξοπλισμένη με αισθητήρα CCD 1/2" Progressive Scan ανάλυσης 1600x1200 pixels και έχει δυνατότητα επιλογής 34 φασματικών ζωνών, ενώ προσφέρει πληθώρα λειτουργιών από την καταγραφή της ανάκλασης ορατού (VIS) και εγγύς υπέρυθρου (NIR) έως την έγχρωμη υπέρυθρη απεικόνιση (FCIR). Το σύστημα καταγράφει εικόνες στενής φασματικής ζώνης σε όλο το εύρος του φάσματος, επιτρέποντας την ανίχνευση επεμβάσεων ή αλλοιώσεων σε εσωτερικά ζωγραφικά στρώματα, τον εντοπισμό τυχόν υποκείμενων ζωγραφικών στρωμάτων, επιζωγραφίσεων και προσχέδιων. Στην περίπτωση της υπό μελέτη εικόνας του Χρηστού Παντοκράτωρα καταγράφηκαν η έγχρωμη απεικόνιση στο ορατό, η σύνθεση RGB, καθώς και η έγχρωμη υπέρυθρη απεικόνιση (FCIR) για εντοπισμό χρωματικών περιοχών που εμφανίζονται ως ίδιας απόχρωσης αλλά αποτελούνται από υλικά διαφορετικής χημικής σύστασης. Η εικόνα χωρίστηκε νοητά σε 8 διακριτά, διαδοχικά τμήματα με σκοπό την καλύτερη ανάλυση και λεπτομερέστερη απεικόνισή της (Εικόνα 6).

Η ευελιξία του συστήματος MuSIS™⁶ HS και η ολοκληρωμένη λειτουργικότητα του, σε συνδυασμό με το λογισμικό του, το καθιστούν ένα ιδιαίτερα ισχυρό εργαλείο κατάλληλο τόσο για την διαρεύνηση των χρωματικών στρωμάτων και την ανίχνευση τυχόν προγενέστερων αλλαγών σε έργα τέχνης, όσο και για εφαρμογή σε διάφορα άλλα πεδία.



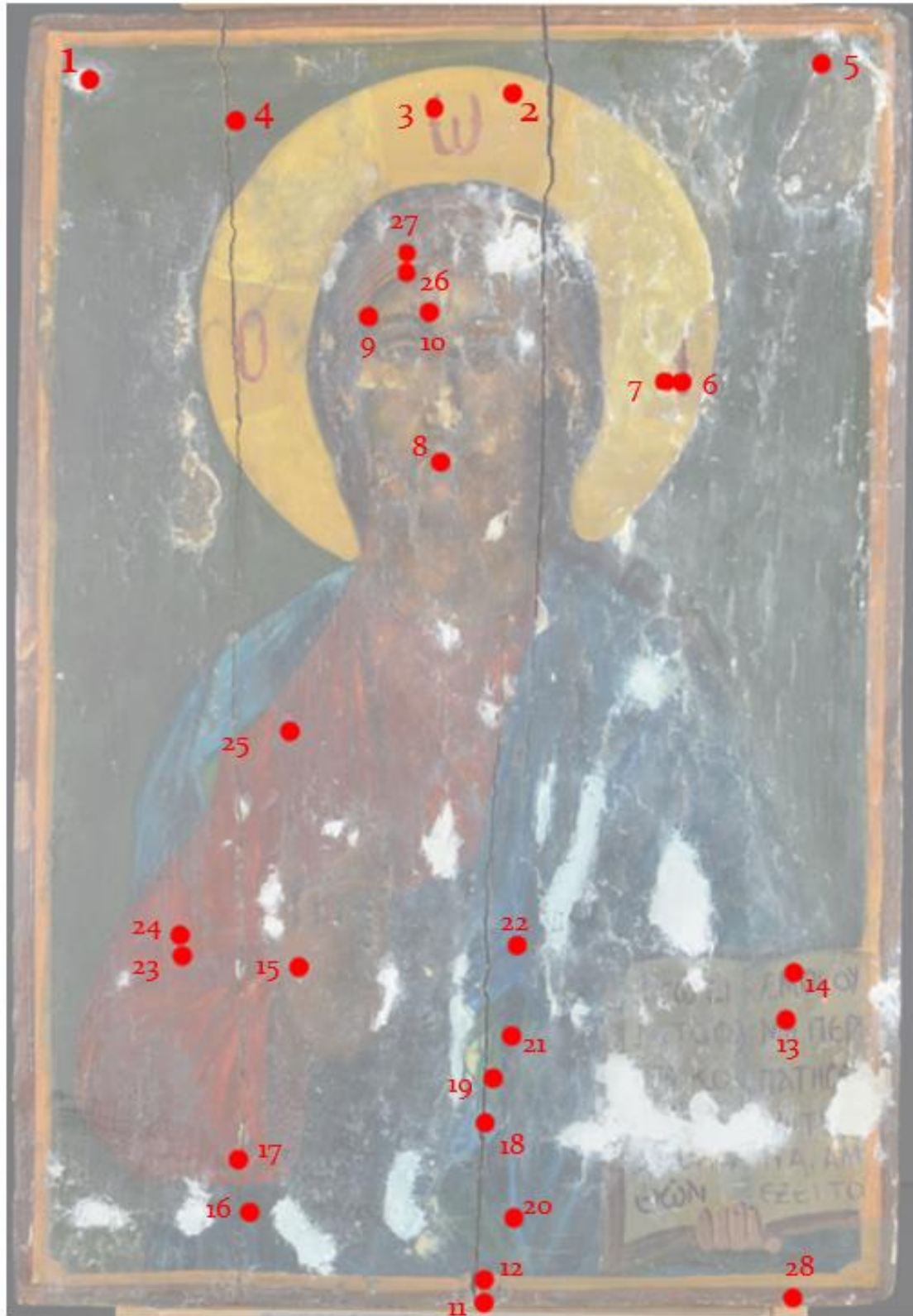
Εικόνα 4 Διάταξη φωτογράφισης με το σύστημα MuSIS.

⁶ Κατά τη διάρκεια των αναλύσεων της εικόνας, η ΣΑΕΤ απέκτησε επιπλέον την συσκευή πολυφασματικής απεικόνισης MUSES. Ωστόσο, διάφορα τεχνικά προβλήματα που παρουσίασε η συσκευή δεν επέτρεψαν την αποτελεσματική χρήση της.

2.7 ΦΘΟΡΙΣΜΟΜΕΤΡΙΑ ΑΚΤΙΝΩΝ X (X-RAY FLUORESCENCE, XRF)

Η φθορισμομετρία ακτίνων X (X-Ray Fluorescence) βασίζεται στην ιδιότητα των χημικών στοιχείων να εκπέμπουν δευτερογενές ακτίνες X χαρακτηριστικής ενέργειας (ανάλογα με την δομή των εσωτερικών τροχιακών τους επιπέδων) όταν ακτινοβολούνται με υψηλής ενέργειας φωτόνια ακτίνων X (Αλεξοπούλου και Χρυσουλάκης 1993; Κουή et al. 2016). Η ενέργεια την εκπεμπόμενης δευτερογενούς ακτινοβολίας δεν εξαρτάται από τους χημικούς δεσμούς, και μέσω συλλογής και επεξεργασίας της με κατάλληλους ανιχνευτές (που συνήθως βασίζονται στη μέθοδο διασποράς ενέργειας ακτίνων X / Energy dispersive X-ray analysers) μπορεί να πραγματοποιηθεί στοιχειακή ανάλυση και να προσδιοριστούν στοιχεία που βρίσκονται ακόμη και σε περιεκτικότητες της τάξης των μερών ανά εκατομμύριο (ppm). Επιπλέον, με χρήση κατάλληλων οπτικών συστημάτων η δέσμη πρωτογενών ακτίνων X μπορεί να εστιαστεί σημαντικά με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η ανάλυση περιοχών μεγέθους μερικών μικρομέτρων (μm). Με χρήση συμβατικών διατάξεων είναι εφικτή η ανίχνευση στοιχείων με ατομικό αριθμό (Z) από 11 και άνω (Na) και κατά περίπτωση μπορεί να επιτευχθεί και ποσοτική στοιχειακή ανάλυση. (Αλεξοπούλου και Χρυσουλάκης 1993).

Εν προκειμένω, επιλέχθηκαν 28 σημεία στην εικόνα, τα οποία συμπίπτουν τόσο με περιοχές επιζωγραφίσεων όσο και με περιοχές του αρχικού ζωγραφικού στρώματος και με φθορές (Εικόνα 7 & Πίνακας 1). Για την πραγματοποίηση των σημειακών αναλύσεων XRF χρησιμοποιήθηκε το φορητό φασματόμετρο Tracer 5g της εταιρίας Bruker το οποίο χρησιμοποιεί πηγή ακτίνων X ροδίου, έχει παράθυρο ανιχνευτή γραφένιου και επιτρέπει την επιλογή διαμέτρου δέσμης ακτίνων X (collimator) 3 ή 8 mm. Σε κάθε ένα από τα επιλεγμένα σημεία πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις, προσαρμόζοντας αρχικά τις ρυθμίσεις της συσκευής σε 15kV & 70mA, και έπειτα σε 40kV & 100mA, χρησιμοποιώντας παράλληλα φίλτρο Ti-Al. Η αύξηση της ενέργειας των ακτίνων X, (που επιτυγχάνεται μέσω αύξησης της τάσης και της έντασης του ρεύματος της λυχνίας), στοχεύει στο να επιτρέψει την ανίχνευση στοιχείων με μεγάλους ατομικούς αριθμούς. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, η βέλτιστη διέγερση ενός στοιχείου επιτυγχάνεται όταν η ενέργεια της δέσμης ακτίνων X είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από το όριο απορρόφησης του υπόψιν στοιχείου. Έτσι, προτείνεται τάση περίπου 15 kV για την διέγερση και ανίχνευση στοιχείων με μικρό ατομικό αριθμό ($Z < 28$ / Ni), ενώ για στοιχεία μεγάλου ατομικού αριθμού προτείνεται τάση περίπου 40-50 kV (Bruker 2022).



Εικόνα 5 Σημεία πραγματοποίησης μη επεμβατικών αναλύσεων με φορητή διάταξη XRF.

Αριθμηση	15KV μΑ70	40KV μΑ100	Περιγραφή σημείου
1	1774	1801	Στοκάρισμα πάνω αριστερά
2	1775	1802	Φωτοστέφανο κεντρικά πορτοκαλί, δεξιά του Ω
3	1776	1803	Πάνω στο γράμμα Ω
4	1777	1804	Πάνω από το στέφανο αριστερά στο πράσινο φόντο
5	1778	1805	Πάνω δεξιά στο στοκάρισμα με χρώμα
6	1779	1806	Στο χρύσωμα του φωτοστέφανου πάνω στο γράμμα
7	1780	1807	Στο χρύσωμα του φωτοστέφανου δίπλα στο γράμμα
8	1781	1808	Στο κάτω χείλος στο κέντρο
9	1782	1809	Πάνω αριστερά από το αριστερό φρύδι
10	1783	1810	Πάνω δεξιά από το αριστερό φρύδι
11	1784	1811	Κάτω κεντρικά, δεξιά του κρακ στο καφέ
12	1785	1812	Κάτω κεντρικά, δεξιά του κρακ στο πορτοκαλί
13	1786	1813	Στο βιβλίο ,στο ΜΗ πάνω αριστερά του Η
14	1787	1814	Στο βιβλίο , στο ΕΜΟΙ πάνω δεξιά του Μ
15	1788	1815	Στο χερσάι πάνω στην γομαλιάκα στην παλάμη
16	1789	1816	Κάτω από το μανίκι στο μπλε φόντο δίπλα στην ρωγμή
17	1790	1817	Στο κόκκινο μανίκι ,δίπλα στην ρωγμή κάτω από απώλεια
18	1791	1818	Κάτω κεντρικά ,ρωγμή στο μπλε
19	1792	1819	Κάτω κεντρικά , ρωγμή στο πράσινο
20	1793	1820	Κάτω από το 18 , σε γωνιακή δίπλωση του μπλε μανδύα
21	1794	1821	Πάνω από το 19 σκούρο μπλε
22	1795	1822	Λίγο πιο πάνω ,σκούρο μπλε κεντρικά της εικόνας
23	1796	1823	Στο ύψος του αγκώνα σκούρο κόκκινο
24	1797	1824	Στο ύψος του αγκώνα κόκκινο
25	1798	1825	Πάνω αριστερά στο ώμο ,ανάγλυφο κόκκινο
26	1799	1826	Στα μαλλιά αριστερά 2η σκούρα σειρά
27	1800	1827	Στα μαλλιά αριστερά 2η σειρά στο ξανθό
28	1829	1828	Στο στοκάρισμα κάτω δεξιά πλευρά

Πίνακας 1 Περιγραφή σημείων ανάλυσης με τη φορητή διάταξη XRF.

2.8 ΣΑΡΩΤΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΑΚΤΙΝΩΝ X / SCANNING MACRO X-RAY FLUORESCENCE (MA-XRF)

Όπως προαναφέρθηκε (βλ.2.5) η φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων X (XRF), ενώ είναι μη καταστροφική και μη επεμβατική μέθοδος, που επιτρέπει τον ταχύ και ακριβή στοιχειακό χαρακτηρισμό των εξεταζόμενων αντικειμένων και για το λόγο αυτό αποτελεί μια σύγχρονη αναλυτική τεχνική για τη μελέτη υλικών που χρησιμοποιούνται σε αντικείμενα πολιτιστικής κληρονομιάς. Στην περίπτωση της σαρωτικής φασματοσκοπίας ακτίνων X (macroscopic XRF / MA-XRF) η κεφαλή του φασματόμετρου έχει τη δυνατότητα να κινείται οριζόντια και κάθετα και ταυτόχρονα να συλλέγει ταχύτατα σημειακές μετρήσεις. Ως εκ τούτου, είναι δυνατή η σάρωση ολόκληρων επιφανειών και η συλλογή χιλιάδων ή και εκατομμυρίων φασμάτων, μέσα από την επεξεργασία των οποίων είναι δυνατό να παραχθούν χάρτες (2D) κατανομής των ανιχνευόμενων στοιχείων (Alfeld et al. 2013). Οι απεικονίσεις κατανομών στοιχείων διευκολύνουν σημαντικά τον προσδιορισμό των υλικών και τεχνικών κατασκευής των έργων τέχνης και καθώς τα σημεία που αναλύονται καλύπτουν μια ευρεία επιφάνεια, είναι πιο αντιπροσωπευτικά για ολόκληρο το έργο (Saverwynsa et al. 2018).

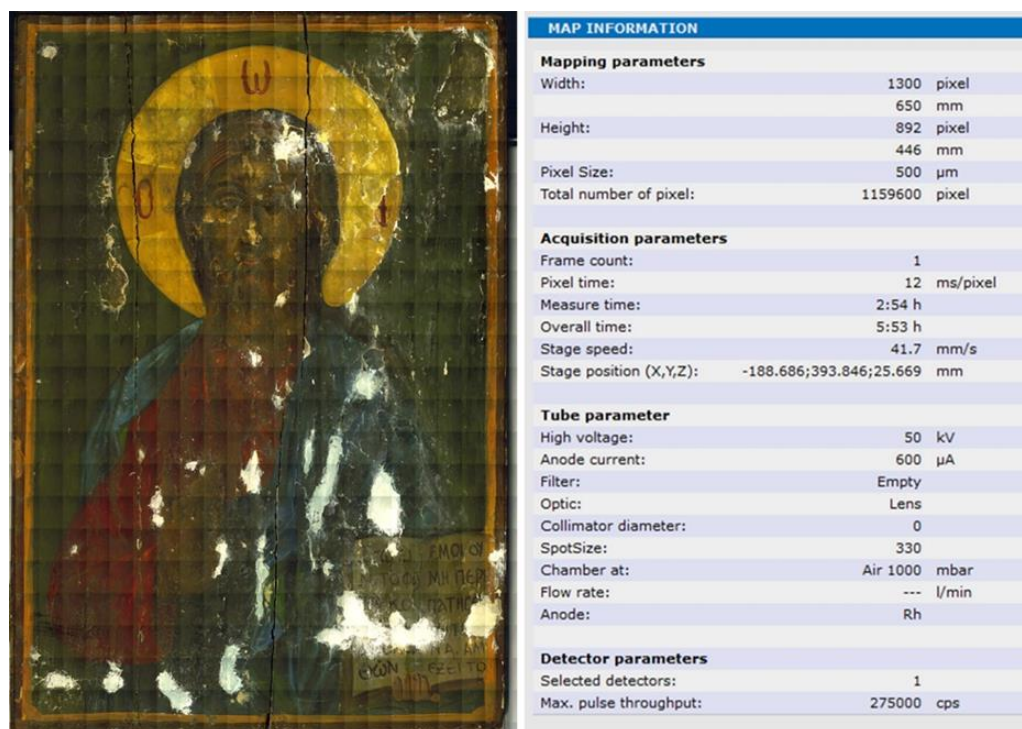
Πράγματι, οι δυνατότητες που προσφέρουν οι σαρωτές MA-XRF είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες και αξιοποιούνται κατά κόρον για την εξέταση ζωγραφικών έργων τέχνης όπως εικόνες και πίνακες. Συγκεκριμένα, η τεχνική έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμη καθώς επιτρέπει την οπτικοποίηση κατανομής των υλικών ζωγραφικής (χρωστικές, μεταλλικά φύλλα κ.α.) αλλά και την αποκάλυψη κρυμμένων στρωμάτων / υποκείμενων δομών λόγω της σχετικά μεγάλης διείσδυσης των ακτίνων X στην ύλη. Πρόκειται για ένα νέο, μη επεμβατικό και εξαιρετικά ισχυρό αναλυτικό εργαλείο το οποίο υπό συνθήκες επιτρέπει τη (σχετικά) γρήγορη⁷ σάρωση σχετικά μεγάλων περιοχών (έως $\sim 1 \times 1 \text{ m}^2$) και την δημιουργία χαρτών κατανομής στοιχείων (Alfeld et al. 2013). Παρόλο που είναι ακόμα σχετικά λίγες, πρόσφατες μελέτες φορητών εικόνων με MA-XRF έχουν αναδείξει τα μεγάλα οφέλη που μπορεί να προσφέρει η αξιοποίηση της μεθόδου MA-XRF στην έρευνα των υπόψιν έργων (Mastrotheodoros et al. 2024).

Μέσω της ανάλυσης με MA-XRF της υπό μελέτης εικόνας επιδιώχθηκε η αναγνώριση των υλικών της εικόνας και η ανάδειξη των περιοχών όπου υφίστανται επιζωγραφίσεις και εν γένει μεταγενέστερες επιζωγραφίσεις. Πράγματι, η MA-XRF ανάλυση της εικόνας οδήγησε συνεπικουρούμενη από τις υπόλοιπες τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν στην αναγνώριση και τη λεπτομερή τεκμηρίωση των υλικών και τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το έργο, και

⁷ Η ταχύτητα σάρωσης εξαρτάται από τις παραμέτρους της εκάστοτε μέτρησης.

αποτέλεσε έναυσμα για την αξιολόγηση των δυνατοτήτων της ανάλυσης MA-XRF για την έρευνα των εικόνων.

Εν προκειμένω η εικόνα του Χριστού Παντοκράτορα σαρώθηκε με τη διάταξη MA-XRF που βρίσκεται στο τμήμα Μηχανικών Επιστήμης των Υλικών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (υπεύθυνος: Αναπληρωτής Καθηγητής Δ. Φ. Αναγνωστόπουλος) και συγκεκριμένα με διάταξη M6-Jetstream (εταιρία: Bruker), η οποία είναι εξοπλισμένη με πηγή ακτίνων X ροδίου 30 W (μέγιστη τάση: 50 kV) πολυτριχοειδή φακό (polycapillary optics) και ανιχνευτή πυριτίου ολίσθησης (silicon drift detector). Για να επιτραπεί η σάρωση, η κεφαλή μέτρησης ήταν τοποθετημένη σε μηχανοκίνητη βάση (motorized stage) που επιτρέπει κίνηση στους άξονες ΧΥ. Ο πολυτριχοειδής φακός επικεντρώνει την πρωτογενή ακτινοβολία στον στόχο και επιτρέπει την ρύθμιση της διαμέτρου στο σημείο μέτρησης. Για την ανάλυση της εικόνας η λυχνία ρυθμίστηκε σε συνθήκες τάσης ρεύματος 50 kV και 600 mA αντίστοιχα, το μέγεθος της της δέσμης ακτίνων X ορίστηκε σε διάμετρο 500 μm και το βήμα σάρωσης / μέγεθος pixel σε 330 μm (χωρίς φίλτρο), ενώ ο χρόνος παραμονής σε κάθε σημείο (dwell time) καθορίστηκε σε 12 ms. Αυτές οι παράμετροι οδήγησαν σε συνολικό χρόνο σάρωσης 2 ωρών και 54 λεπτών, χρόνο μέτρησης 5 ωρών και 53 λεπτών και στη συλλογή 275.000 φασμάτων από τις επιλεγμένες περιοχές της εικόνας (Εικόνα 7). Σε όλες τις περιπτώσεις, τα φάσματα που συλλέχθηκαν επεξεργάστηκαν και οπτικοποιήθηκαν δηλαδή μετατράπηκαν σε χάρτες κατανομής στοιχείων χρησιμοποιώντας το ενσωματωμένο στην διάταξη M6-Jetstream λογισμικό.



Εικόνα 6 Η επιφάνεια σάρωσης με τη διάταξη MA-XRF (αριστερά) και οι συνθήκες της μέτρησης (δεξιά).

2.9 ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ ROENTGEN (X-RAY RADIOGRAPHY)

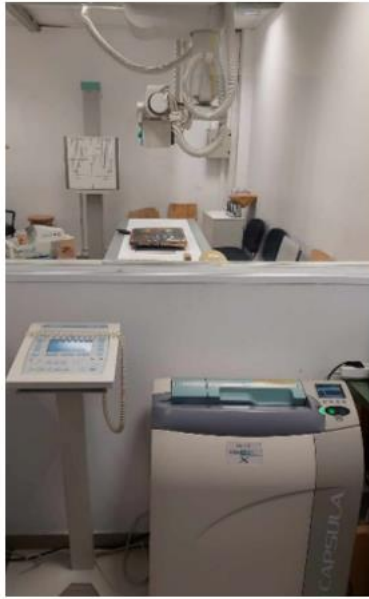
Η ακτινογραφία Roentgen ή απλώς ακτινογραφία X (X-ray radiography) αξιοποιεί μια λυχνία ακτίνων X με την οποία ακτινοβολεί («φωτίζει» τρόπον τινά) το εξεταζόμενο έργο τέχνης. Λόγω της μεγάλης διεισδυτικής τους ικανότητας οι ακτίνες X διαπερνούν το εξεταζόμενο αντικείμενο και, καθώς μέρος τους απορροφάται από τα υλικά του έργου, ένα ποσοστό της αρχικής ακτινοβολίας φτάνει στον αισθητήρα. Η ποσότητα της ακτινοβολίας που θα απορροφηθεί από το αντικείμενο εξετάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η φύση, ο όγκος και η πυκνότητα των υλικών του αντικειμένου, καθώς και το μήκος κύματος και η ενέργεια των ακτίνων X. Η ακτινοβολία που τελικά φθάνει στον αισθητήρα αλλοιώνει την φωτοευαίσθητη επιφάνειά του και έτσι σχηματίζεται η τελική εικόνα, όπου οι περιοχές που έχουν υψηλό βαθμό απορρόφησης των ακτίνων X εμφανίζονται με ανοιχτούς τόνους του γκρι (ή και λευκές), ενώ περιοχές που απορροφούν λίγη ή και καθόλου ακτινοβολία εμφανίζονται σκοτεινές ή μαύρες (Lang και Middleton 2005).

Ως εκ τούτου η ακτινογραφία επιτρέπει τη διερεύνηση και της εσωτερικής δομής του έργου τέχνης και μπορεί να παράσχει πληροφορίες σχετικά με τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, την τεχνολογία κατασκευής, και την κατάσταση διατήρησης του έργου. Μπορεί επίσης να αποκαλύψει φθορές, καρφιά, δομικές λεπτομέρειες, ρωγμές και αλλαγές στη ζωγραφική σύνθεση και επιπλέον, μπορεί να παράσχει πληροφορίες σχετικά με την παρουσία συγκεκριμένων χρωστικών, καθώς διαφορετικές χρωστικές εμφανίζουν διαφορετικό συντελεστή απορρόφησης της ακτινοβολίας (Αλεξοπούλου και Χρυσουλάκης 1993).

Εν προκειμένω, για την ακτινογράφιση της εικόνας χρησιμοποιήθηκε η εκπαιδευτική ακτινογραφική διάταξη του τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής (μοντέλο: CPI CMP20015, υπεύθυνος: Θεόδωρος Πάνου, ΕΤΕΠ τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών) ενώ οι εικόνες ψηφιοποιήθηκαν με τη χρήση του ψηφιοποιητή και του λογισμικού της Fujifilm (FCR CAPSULA). Λόγω του μεγέθους της υπόψιν εικόνας χρειάστηκε να γίνουν 4 διαδοχικές λήψεις (Εικόνα 9). Η διεισδυτικότητα των ακτίνων X στο έργο επηρεάζεται από τους παράγοντες έκθεσης, αλλά το εύρος αλλαγών περιορίζεται από τις δυνατότητες της συσκευής. Συγκεκριμένα, έγινε ακτινογράφιση στα εξής επίπεδα έκθεσης 60 kVp, 14 mAs⁸ και 55 kVp, 16 mAs. Η προσαρμογή των παραγόντων έκθεσης επηρεάζει το τρόπο διείσδυσης ακτίνων X στο

⁸ Η μονάδα kVp (kilovoltage peak) δηλώνει το μέγιστο δυναμικό που θα παράξει η γεννήτρια ακτίνων X κατά τη διάρκεια μιας έκθεσης, ενώ η μονάδα mAs (milli-ampere-second) καθορίζει πόσα φωτόνια παράγονται. Το kVp είναι αντιστρόφως ανάλογο της ευκρίνειας του αποτελέσματος, ενώ το mAs ευθέως ανάλογο (Oglat 2022).

έργο, προσφέροντας έτσι διαφορετικές πληροφορίες για την εσωτερική δομή, τα υλικά, και την κατάσταση διατήρησης του έργου.



Εικόνα 7 Χώρος ακτινογράφησης (αριστερά) και Κεφαλή συσκευής ακτινογράφησης (δεξιά).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Αλεξοπούλου-Αγορανού Α., Θεοδωροπούλου Ο., Τσαΐρης Γ, (1997). *Μελέτη των υλικών και της τεχνικής κατασκευής της μεταβυζαντινής εικόνας «ο Δείπνος ο Μυστικός» του Μιχαήλ Δαμασκηνού*, Δελτίον της Χριστιανικής Αρχαιολογικής Εταιρείας, 19, σελ. 151–166. DOI: 10.12681/dchae.1168

Αλεξοπούλου-Αγορανού Α., Χρυσουλάκης Γ., (1993). *Θετικές Επιστήμες & Έργα Τέχνης*, Αθήνα: Γκόννη.

Αλεξοπούλου-Αγορανού Α., (2020). *Μέθοδοι Διάγνωσης Μη Καταστρεπτικού Ελέγχου*, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

Ζάρρα Ι., Μεράντζας Χ., Τσιόδουλος Σ., (2015). *Από τον μεταβυζαντινό στον νεότερο ελληνικό πολιτισμό - Παραδείγματα εικαστικής παραγωγής (16ος-20ός αιώνας)* Αθήνα: Κάλλιππος.

Κάμπας Κ.Α., (2003). *Η Φυσική στην υπηρεσία της Τέχνης*, Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Καρασαρλίδου Ε., (2014). *Η αποκατάσταση επιζωγραφισμένων φορητών εικόνων στον Ελλαδικό χώρο: Ηθικά ζητήματα*. Πτυχιακή Εργασία, Ζάκυνθος: Α.Τ.Ε.Ι. Ιόνιων Νήσων. Διαθέσιμο στο: <https://docplayer.gr/12077580-1-apokatastasi-epizografsmenon-foriton-eikonon-ston-elladiko-horo-ithika-zitimata.html>

Κουή Μ., Χειλάκου Ε., Θεοδωρακέας Π., Δρίτσα Β., Αβδελίδης Ν. Π., (2015). *Μη Καταστρεπτικές και Φασματοσκοπικές Μέθοδοι Εξέτασης των Υλικών: Θεωρία, Τεχνικές και Εφαρμογές*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Λαζίδου Δ. και Δροσάκη Δ., (2008). *Εγχειρίδιο Συντήρησης Εικόνων*. Θεσσαλονίκη: Ευρωπαϊκό Κέντρο Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών Μνημείων-Μουσείο Βυζαντινού Πολιτισμού.

Μαργαριτώφ Τ., (1960). *Έκθεση καθαρισμού της αμφιπρόσωπης εικόνας του Βυζαντινού Μουσείου*, Δελτίον της Χριστιανικής Αρχαιολογικής Εταιρείας, 1, σελ. 144–148. DOI: <https://doi.org/10.12681/dchae.713>

Marolli F., (2022). *Ταυτοποίηση Συστατικών Υλικών και Πρόταση Συντήρησης μιας Επιζωγραφισμένης Εικόνας από τη Συλλογή Του Μουσείου Μεσαιωνικής Τέχνης Κορυτσάς (Nr. In.3622)*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Διαθέσιμο στο: <https://ikee.lib.auth.gr/record/344874>

Μπονόβας Νίκος Μ., (2009). *Όψιμη μεταβυζαντινή ζωγραφική στο Άγιον Όρος: το εργαστήριο των καρπενησιωτών ζωγράφων (1773-1890)*. Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Διαθέσιμο στο: <https://ikee.lib.auth.gr/record/122640?ln=el>

Πούρνου Α., (2004). *Συντήρηση Ξύλινων Τεχνουργημάτων*, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

Πούρνου Α., (2009). *Συντήρηση Ξύλινων Τεχνουργημάτων*, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

Πιτσασύνσκα Α., (2021). *Φυσικοχημική διάγνωση και τεκμηρίωση των υλικών και της τεχνολογίας κατασκευής ρωσικής εικόνας από την συλλογή του μουσείου Μπενάκη*. Πτυχιακή Εργασία, Αθήνα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής. Διαθέσιμο στο: <https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/587?show=full>.

Τσούμης Θ., (1983). *Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου*, Θεσσαλονίκη: Άγιος-Σάββας Δ. Γαρταγάνη.

Φιλοπούλου Σ., (2023). *Μεθοδολογία φυσικοχημικής διάγνωσης & τεκμηρίωσης εικόνας «Παναγία Τριχερούσα»*. Πτυχιακή εργασία, Αθήνα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής. Διαθέσιμο στο: <https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/4497>

Φωστίνη Β., (2022). *Χρωστικές Όψιμων Ελληνικών Φορητών Εικόνων*. Πτυχιακή Εργασία, Αθήνα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής. Διαθέσιμο στο: <https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/3541>

Ξενόγλωσση

Adamowicz J., (2018). *The Master of the Holy Kinship, Works from panel painting guild workshop in Krakow*, Krakow: Wydawnictwo Akademi Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie.

Alberti R., Frizzi T., Girona M., Occhipinti M., Parsani T., Seccaroni C, Tati A, (2022). *From noise to information. Analysing macro-XRF mapping of strontium impurities in Raphael's Baglioni Entombment in the Galleria Borghese, Rome*. *Journal of Cultural Heritage*, 58, pp. 130-136. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2022.10.001>

Alfeld M., Pedroso J.V., Van Eikema Hommes M., Van Der Snickt G., Tauber G., Blaas J., Haschke M., Erler K., Dik J., Janssens K., (2013). *A mobile instrument for in situ scanning macro-XRF investigation of historical paintings*, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 28 (5), pp.760-767. DOI: <https://doi.org/10.1039/C3JA30341A>

Boersma A., Giltaij J. (1998). *The intriguing changes through restoration of a newly discovered painting by Cornelis Cornelisz. van Haarlem. In Looking through Paintings: The Study of Painting Techniques and Materials in Support of Art Historical Research*. (E. Hermens, ed.), Leids Kunsthistorisch Jaarboek 11, pp. 147-158, De Prom and Archetype Publications.

Bomford D., Dunkerton J., Gordon D., Roy A., Kirby J., (1989). *Italian painting before 1400 (Art in the making)*, National Gallery Publications, London.

Bratitsi M., Liritzis I., Alexopoulou A., Makris D., (2019). *'Visualising Underpainted Layers Via Spectroscopic Techniques: A Brief Review of Case Studies'*. *Scientific Culture*. 5 (3), pp. 55-68. DOI:10.5281/zenodo.3340112

Brandis R. L. (1990). "Animal Glue", in I. Skeist (Ed.) *Handbook of Adhesives*, New York: Springer New York. pp.123-134. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0671-9>

Buck S.L., (1990). *A study of the properties of commercial liquid hide glue and traditional hot hide glue in response to change in relative humidity and temperature*. *Wooden Artifacts*, Virginia: Annu Meet Richmond.

Ciofini D., Osticioli I., Pavia A, Siano S., (2013). *Removal of overpaintings from easel paintings using LQS Nd: YAG laser*. Studies in Conservation, 60(S1), pp.49-57. DOI: 10.1179/0039363015Z.000000000207

Cosentino A., (2014). *Identification of pigments by multispectral imaging, a flowchart method*. Heritage Science, 2 (8). DOI: 10.1186/2050-7445-2-8

Daniilia Sr, Bikiaris D., Burgio L, Gavala P., Robin J. H. Clark, Chryssoulakis Y., (2002). *An extensive non-destructive and micro-spectroscopic study of two post-Byzantine overpainted icons of the 16th century*. Journal of Raman Spectroscopy, 33 (10), pp.807-814. DOI: 10.1002/jrs.907

Delaney K. J., Dooley K. A., van Loon A., Vandivere A., (2020). *Mapping the pigment distribution of Vermeer's Girl with a Pearl Earring*. Heritage Science, 8 (4). DOI: 10.1186/s40494-019-0348-9

de la Rie, E. R, (1982). *Fluorescence of paint and varnish layers (Part III)*. Studies in Conservation, 27 (3), pp. 102-108. DOI: <https://doi.org/10.2307/1506145>

dos Santos H.C., Caliri C., Pappalardo L., Catalano R., Orlando A., Rizzo F., Romano F.P., (2018). *Real-time MA-XRF imaging spectroscopy of the Virgin with the Child painted by Antonello de Saliba in 1497*. Microchemical Journal, 140, pp. 96-104. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.04.015>

Eastaugh N., Walsh V., Chaplin T., Siddall R., (2008). *Pigment compendium: a dictionary and optical microscopy of historical pigments*. Butterworth-Heinemann: Oxford, p. 958. DOI: 10.4324/9780080473765

Fromm, J., (2010). *Wood formation of trees in relation to potassium and calcium nutrition*. Tree Physiol. 30 (9), pp. 1140-1147. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpq024>

Fuster-Lopez L., Izzo F.C., Piovesan M., Yusa-Marco D.J., Sperti L., Zendri E., (2016). *Study of the chemical composition and the mechanical behaviour of 20th century commercial artists' oil paints containing manganese-based pigments*. Microchemical Journal. 1 (124), pp.962-973. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2015.08.023>

Gettens R.J., Stout G.L., (1966). *Painting materials: a short encyclopaedia*. New York: Dover Publications.

Haag J., (1997). *Entrestaurierung: Rückgewinnung von Authentizität oder Neuinszenierung*. Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung, 11(2), pp. 177-9.

Hradil D., Grygar T. M., Grygar J., Hradilová J., Bezdicka P., (2003). *Clay and iron pigments in the history of painting*. Applied Clay Science, 22, 223-236. DOI: 10.1016/S0169-1317(03)00076-0

Kisova Z., Krakova L, Pavlovi J., Sefcikova L., Opalkova Siskova A., Buckova M., Kleinova A., Puskarova A., Machatova Z, Pangallo D, (2021). *Removal of overpainting from an historical painting of the XVIII Century: A yeast enzymatic approach*. Journal of Biotechnology, 140, pp. 106-112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2019.03.017>

Knut N., (1999). *The restoration of paintings*, Cologne: Köneman Verlagsgesellschaft

Lang, J. and Middleton, A., (2005). *Radiography of Cultural Material*, Elsevier Butterworth Heinemann

Leonard M. ed., (2003). *Personal Viewpoints Thoughts about Painting Conservation: Seminar Organized by the J. Paul Getty Museum, the Getty Conservation Institute, and the Getty Research Institute at the Getty Center. Los Angeles, June 21-22, 2001*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute

MacBeth R., Breare C., (2020). *The technical examination and documentation of easel paintings*, Routledge, London, pp 302-321. DOI: 10.4324/9780429399916-20

Mairinger F., (2000). *The ultraviolet and fluorescence study of paintings and manuscripts*. ed. Creagh D.C., Bradley D.A. Radiation in Art and Archeometry, Elsevier Science. pp. 56-75. DOI: 10.1016/B978-044450487-6/50050-X

Mastrotheodoros G.P., Asvestas A., Gerodimos T., Anagnostopoulos D.F., (2023). *Revealing the Materials, Painting Techniques, and State of Preservation of a Heavily Altered Early 19th Century Greek Icon through MA-XRF*. Heritage, 6 (2), 1903-1920. <https://doi.org/10.3390/heritage6020102>.

Mastrotheodoros G.P., Tzima A., Asvestas A, Papadopoulou V., Gerodimos T, Anagnostopoulos F.D., (2024). *MA-XRF investigation of a 17th century icon by the renowned painter Theodoros Poulakis*. Journal of Archaeological Science, 53 (104313). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104313>

Matteini M., Moles A., Tiano P., (1978). *Infrared colour films as an auxiliary tool for the investigation of paintings*. ICOM Committee for Conservation, 5th Triennial Meeting, Zagreb.

Mazzinghi, A., Ruberto, C., Castelli, L., Czelusniak, C., Giuntini L., Mandò, P.A., Taccetti F., (2021). *MA-XRF for the Characterisation of the Painting Materials and Technique of the Entombment of Christ by Rogier van der Weyden*. Applied Science, 11, 6151. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11136151>

Oglat A.A., (2022). *Comparison of X-ray films in term of kVp, mA, exposure time and distance using Radiographic Chest Phantom as a radiation quality*. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 15 (4). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2022.100479>

Ruskin J., (1903). *Modern Painters*, Cross Road, London, Longmans Green and Co., New York.

Saverwynsa S., Currie C., Lamas-Delgado E., (2018). *Macro X-ray fluorescence scanning (MA-XRF) as tool in the authentication of paintings*. Microchemical Journal, 137, pp. 139-147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2017.10.008>

Schellmann N.C., (2007). *Animal glues: a review of their key properties relevant to conservation*. Studies in Conservation. 52 (1), pp. 55-66. DOI: [10.1179/sic.2007.52.Supplement-1.55](https://doi.org/10.1179/sic.2007.52.Supplement-1.55)

Siano S., Osticioli I., Pavia A., Ciofini D., (2015). *Overpaint removal from easel paintings using an LQSNd: YAG laser: The first validation stud'*. Studies in Conservation, 60(1), pp. 49-57. DOI: [10.1179/0039363015Z.000000000207](https://doi.org/10.1179/0039363015Z.000000000207)

Škorja S., (2010). *The removal of overpaintings in the case of a newly found painting by Master HGG*. In: Ribnikar B. ed, *Varstvo spomenikov 45*, Slovenia: Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 24, pp. 218-227.

Walczak M., Kruk P. M., Tarsińska-Petruk D., Płotek M., Goryl M., (2018). *MA-XRF study of 15th–17th century icons from the collection of the National Museum in Krakow. Poland, X-Ray Spectrometry, 48 (4), pp.303-310. DOI: <https://doi.org/10.1002/xrs.2949>*

Ιστοσελίδες

Bruker, (2022). *Technical Note #2001 TRACER 5 Spectrometer Mode*. <https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/elementalanalyzers/handheld-xrf-spectrometers/TRACER-5.html>

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Φωτογράφιση λεπτομερειών πίσω όψης (αριστερά) και φωτογραφική αποτύπωση με εφαπτομενικό φωτισμό (δεξιά).....	22
Εικόνα 2 Φωτογράφιση με χρήση λαμπτήρα υπεριώδους ακτινοβολίας.....	24
Εικόνα 3 Φωτογράφιση υπέρυθρης ανακλαστογραφίας.....	26
Εικόνα 4 Διάταξη φωτογράφισης με το σύστημα MuSIS.....	28
Εικόνα 5 Σημεία πραγματοποίησης μη επεμβατικών αναλύσεων με φορητή διάταξη XRF.....	30
Εικόνα 6 Η επιφάνεια σάρωσης με τη διάταξη MA-XRF (αριστερά) και οι συνθήκες της μέτρησης (δεξιά).	33
Εικόνα 7 Χώρος ακτινογράφησης (αριστερά) και Κεφαλή συσκευής ακτινογράφησης (δεξιά).....	35
Εικόνα 8 Αριστερά πίσω όψη φορητής εικόνας & δεξιά η εμπρόσθια όψη.	37
Εικόνα 9 a) Επιζωγράφιση φθοράς σε περιοχή απώλειας και b) Επιζωγράφιση αριστερού χεριού.....	38
Εικόνα 10 a) Η αυθεντική ζωγραφική προσώπου δεξιά αυθεντικό σωζόμενο χρύσωμα και b) απόδοση γράμματος στο φωτοστέφανο.....	38
Εικόνα 11 Περιοχή με χρύσωμα κάτω από επιζωγραφίσεις.	39
Εικόνα 12 Περιοχές φθορών όπου αποκαλύπτεται ο ξύλινος φορέας.	39
Εικόνα 13 Λεπτομέρεια στην περιοχή του χιτώνα με σπαράγματα συγκολλημένα σε τυχαίες θέσεις.	40
Εικόνα 14 Φωτογράφιση με προσπίπτοντα φωτισμό και με χρήση χρωματικής κλίμακας.	41
Εικόνα 15 a) Περιμετρική επιζωγραφισμένη διακόσμηση με χρωματική απώλεια και αποκάλυψη αρχικού επιχρυσωμένου διακόσμου b) Φθορά ξύλινου φορέα με μερική απώλεια πάνω δεξιά γωνίας.	42
Εικόνα 16 Το έργο εξεταζόμενο με εφαπτομενικό φωτισμό ερχόμενο a) από αριστερά & b) από δεξιά.	42
Εικόνα 17 a) Λεπτομέρεια με εφαπτομενικό φωτισμό όπου διακρίνονται πλεγματοειδείς ρωγμές & b) Σχεδιαστική απόδοση τυπικών πλεγματοειδών ρωγμών (Πηγή σχεδίου: Alexoroulou A. et al.2006).	43
Εικόνα 18 a) Λεπτομέρεια με εφαπτομενικό φωτισμό όπου διακρίνονται οι παράλληλες ρωγμές. & b) Σχεδιαστική απόδοση των παράλληλων ρωγμών (Πηγή σχεδίου: Alexoroulou A. et al. 2006).	43
Εικόνα 19 a) Λεπτομέρεια με εφαπτομενικό φωτισμό όπου διακρίνονται ακανθοειδής ρωγμές & b) Σχεδιαστική απόδοση των ακανθοειδών ρωγμών (Πηγή σχεδίου: Alexoroulou A. et al. 2006).	44
Εικόνα 20 a) Η περιοχή του προσώπου του Κυρίου, φωτογράφιση με εφαπτομενικό φωτισμό & b) με συμμετρικά προσπίπτοντα δεξιά.....	44

Εικόνα 21 α) Πίσω όψη φορητής εικόνας με προσπίπτοντα φωτισμό και β) εφαπτομενικό στα δεξιά.....	45
Εικόνα 22 Φωτογραφία υπεριώδους φθορισμού στην οποία διακρίνονται οι περιοχές που διατηρείται στρώμα βερνικιού και στρώμα επιζωγράφισης.....	46
Εικόνα 23 α) Λεπτομέρεια χεριού στην υπεριώδη ακτινοβολία και β) στο ορατό.....	47
Εικόνα 24 Φθορισμός προετοιμασίας δίπλα σε περιοχή απωλειών κάτω κεντρικά της εικόνας δίπλα στην ρωγμή του ξυλού.....	48
Εικόνα 25 α) Λεπτομέρεια προσώπου αριστερού ματιού στην υπεριώδη ακτινοβολία και β) στο ορατό δεξιά.....	48
Εικόνα 26 Πλέγμα φωτογράφησης με την κάμερα MUSIS HS.....	50
Εικόνα 27 α) FCIR, β) Ανάκλαση υπερύθρου 900 nm , γ) απεικόνιση στο ορατό (VIS).....	51
Εικόνα 28 α) Ευαγγέλιο στα 900nm και β) η αντίστοιχη φωτογραφία FCIR.....	52
Εικόνα 29 Αποτελέσματα από τη φωτογράφιση του έργου στα 460nm, 500nm, 600nm, 700nm, 800nm, 900nm , 960nm , τα λανθασμένα χρώματα (FCIR) και το ορατό (VIS).....	53
Εικόνα 30 Στην αριστερή εικόνα παρατίθενται διάφορες χρωστικές στο ορατό φάσμα (400-780 nm), και στη δεξιά εικόνα φαίνονται τα λανθασμένα χρώματα αυτών.[Πηγή: Cosentino 2014].....	54
Εικόνα 31 Πλέγμα φωτογράφησης της εικόνας για την ανακλαστογραφία υπέρυθρου με την κάμερα InGaAs.....	55
Εικόνα 32 α) InGaAs συνεχές φάσμα και β) False Colors.....	56
Εικόνα 33 α) Λεπτομέρεια απόδοσης γραμμάτων Ευαγγελίου με την InGaAs σε συνεχές φάσμα και β) False Colors.....	56
Εικόνα 34 Ακτινογραφία X-Ray.....	57
Εικόνα 35 Απεικόνιση 2 τύπων μεταλλικών συνδέσμων.....	58
Εικόνα 36 α) Λεπτομέρεια με εγχάρακτο περίγραμμα στο πρόσωπο β) Λεπτομέρεια με εγχάρακτες γραμμές στο βιβλίο και πρώτο αρχικό γράμμα γ) Απεικόνιση γραμμάτων λέξης ΚΡΑΤΩΡ δεξιά της εικόνας.....	59
Εικόνα 37 α) Λεπτομέρεια σωζόμενης ζωγραφικής αριστερού κύκλου β) Λεπτομέρεια σωζόμενης ζωγραφικής δεξιού κύκλου.....	60
Εικόνα 38 α) Απεικόνιση λεπτομερειών μανδύα στο X- ray β) Απεικόνιση μανδύα στο ορατό με επιζωγραφίσεις στην ίδια περιοχή.....	60
Εικόνα 39 α) Απεικόνιση λεπτομερειών προσώπου στο X- ray β) Απεικόνιση προσώπου στο ορατό με επιζωγραφίσεις στην ίδια περιοχή.....	61
Εικόνα 40 Λεπτομέρεια της κάτω πλευράς του έργου όπου διακρίνεται πληρωτικό υλικό (υψηλή απορρόφηση στην ακτινογραφία)-(άνω) και η αντίστοιχη περιοχή στο ορατό (κάτω).....	62
Εικόνα 41 Χάρτης κατανομής ασβεστίου (Ca).....	64
Εικόνα 42 Χάρτης κατανομής μολύβδου (Pb).....	64
Εικόνα 43 Χάρτης κατανομής υδραργύρου (Hg).....	65

Εικόνα 44 Χάρτης κατανομής βαρίου (Ba).....	66
Εικόνα 45 Χάρτης κατανομής ψευδάργυρου (Zn). (Ti).....	66
Εικόνα 46 Χάρτης κατανομής τιτανίου (Ti).....	66
Εικόνα 47 Χάρτης κατανομής σιδήρου (Fe).	68
Εικόνα 48 Χάρτης κατανομής καλίου (K).	68
Εικόνα 49 Χάρτης κατανομής χρυσού (Au). (Cu).....	69
Εικόνα 50 Χάρτης κατανομής χαλκού (Cu).....	69
Εικόνα 51 Χάρτης κατανομής μαγγάνιο (Mn).....	70
Εικόνα 52 Χάρτης κατανομής θείου (S). (Cr).....	71
Εικόνα 53 Χάρτης κατανομής χρωμίου (Cr).....	71
Εικόνα 54 Χάρτης κατανομής στρόντιου (Sr).....	72
Εικόνα 55 Κατάσταση διατήρησης φορητής εικόνας.....	73
Εικόνα 56 Διαφορετικά είδη στοκαρίσματος και αισθητικής αποκατάστασης.....	74
Εικόνα 57 Αποχρωματισμός ζωγραφικής επιφάνειας και περιοχή πρόχειρου στοκαρίσματος χωρίς προσπάθεια αισθητικής αποκατάστασης.....	74
Εικόνα 58 α) Περιοχή ολικής απώλειας ζωγραφικής επιφάνειας και προετοιμασίας καθώς και ξύλου. β) Περιοχή απολέπισης επιζωγράφησης.....	75
Εικόνα 59 α) Απώλεια αυθεντικής ζωγραφικής. β) Ολική απώλεια δίπλα σε περιοχή χρυσώματος και επιζωγράφηση απευθείας στον φορέα καθώς και πάνω από την περιοχή του χρυσώματος.....	75
Εικόνα 60 Λεπτομέρεια στοκαρίσματος με απώλεια και φανερά σημεία τριβής για λόγους επιπεδοποίησης. Παρουσία αυθεντικής ζωγραφικής με το επικαλυπτικό βερνίκι κάτω από στερέωση της μεταγενέστερης ζωγραφικής επιφάνειας	76
Εικόνα 61 Χάρτης Τεκμηρίωσης Απωλειών και Συμπληρώσεων κάτω και πάνω από την επιζωγράφηση.....	77
Εικόνα 62 Μεταβολές σχήματος εγκάρσιων διατομών στα αριστερά και διάφορες μορφές στρέβλωσης στα δεξιά (Τσούμης 1983).	78
Εικόνα 63 Στρέβλωση του ξύλου περιμετρικά της εικόνας.....	79
Εικόνα 64 Λεπτομέρεια από τα ίχνη εργαλείων κατά την διαδικασία κατασκευής της εικόνας.....	79
Εικόνα 65 Αποτύπωμα στα πλάγια της εικόνας από χρήση σφικτήρων.....	80
Εικόνα 66 Ίχνη περιμετρικά της εικόνας από τσεκούρι.....	80
Εικόνα 67 Ίχνη εργαλείων από πριόνια στα σόκκορα της εικόνας.....	80
Εικόνα 68 Διάβρωση μεταλλικών καρφιών που συγκρατούν τα τρέσα.....	81
Εικόνα 69 Λεπτομέρεια με βιολογική προσβολή της εικόνας.....	81
Εικόνα 70 Χάρτης Τεκμηρίωσης Κατάστασης Διατήρησης πίσω όψης.....	82
Εικόνα 71 Χάρτης τεκμηρίωσης επιζωγραφισμένης και αρχικής ζωγραφικής στο ορατό.....	83

Εικόνα 72 Χάρτης αυθεντικής ζωγραφικής. Συνδυασμός δεδομένων IR, MA-XRF & ακτινογραφίας.	85
Εικόνα 73 Χάρτης Καταγραφής σωζόμενης ζωγραφικής από συνδυασμό χαρτών Hg (ερυθρό), Au (κίτρινο), Pb (πράσινο).....	86

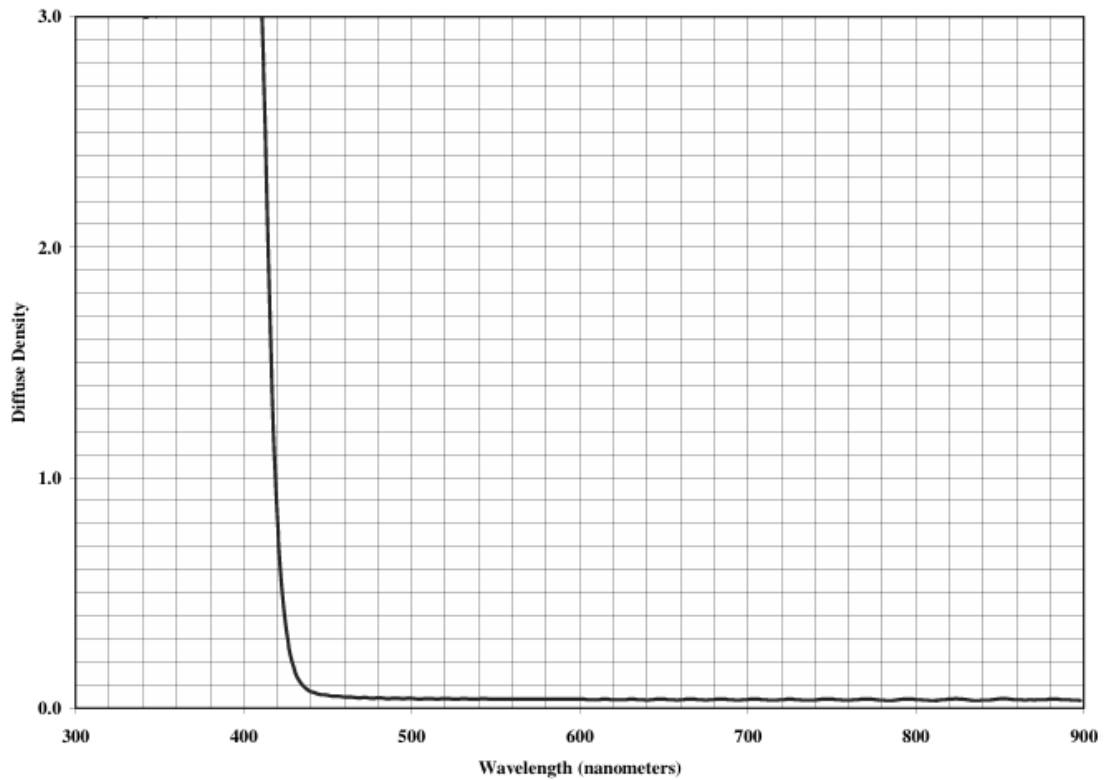
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Περιγραφή σημείων ανάλυσης με τη φορητή διάταξη XRF30

5.ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Basic-Color-Filters-W2-2E [Πηγή: kodak.com]

**KODAK WRATTEN 2 Optical Filter / 2E
(Pale Yellow)**



Notice: While the data presented are typical of production coatings, they do not represent standards which must be met by Eastman Kodak Company. The company reserves the right to change and improve the product characteristics at any time.